TRATADO
DE
ARTILLERIA.
TOMO PRIMERO.

TRATADO

DE

ARTILLERIA.

TOMO PRIMERO.

TRATADO
DE ARTILLERIA
PARA EL USO DE LA ACADEMIA
DE CABALLEROS CADETES
DEL REAL CUERPO DE ARTILLERIA,

DIVIDIDO EN TRES TOMOS Y OTRO DE LAMINAS,

Que tratan de las principales funciones de los Oficiales de este Cuerpo en paz y en guerra.

ESCRITO

POR DON TOMAS DE MORLA.

TOMO PRIMERO.

SEGUNDA EDICION, CORREGIDA

Por disposicion del Escmo. Señor

D. MARTIN GARCIA Y LOYGORRI,

Director y Coronel General del espresado Real Cuerpo.

CON SUPERIOR PERMISO.

SEGOVIA, IMPRENTA DE D. JOSEF ESPINOSA.
Año de 1816.

TRATADO
DE ARTILLERIA
PARA EL USO DE LA ACADEMIA
DE CABALLEROS CADETES
DEL REAL CUERPO DE ARTILLERIA,
DIVIDIDO EN TRES TOMOS Y OTRO DE LAMINAS,
Que tratan de las principales funciones
de los Oficiales de este Cuerpo
en paz y en guerra.
ESCRITO
POR DON TOMAS DE MORLA.
TOMO PRIMERO.

SEGUNDA EDICION, CORREGIDA
Por disposicion del Excmo. Señor
D. MARTIN GARCIA Y LOYGORRI,
Director y Coronel General del expresado Real Cuerpo.

CON SUPERIOR PERMISO.
SEGOVIA, IMPRENTA DE D. JOSEF ESPINOSA.
AÑO DE 1810.

DEDICATORIA DE LA PRIMERA EDICION

AL SEÑOR DON CARLOS III.

SEÑOR.

Confiado en la augusta benignidad de V. M. ofrezco á S. R. P. este TRATADO DE ARTILLERIA, *como obsequio debido solamente á su soberana grandeza, por su orígen,*

por la importancia de su argumento, y por la dificultad de tratarlo dignamente. Porque este es, Señor, uno de los frutos literarios, y el primero que ve la luz pública del colegio y escuela de Segovia, este sólido y estable monumento en que V. M. dejará á la mas remota posteridad un modelo de la educacion cristiana, noble y militar; y un establecimiento, que honrando la nacion española, deben mirar con emulacion y respeto las estrangeras.

En esta escuela he tenido la honrosa suerte de empezar á servir á V. M. y tomar las primeras lecciones de la árdua, sublime y vasta profesion de artillería: ciencia tan espinosa y dificil, como nece-

saria para perfecionar la táctica general y arte de la guerra; ciencia, en fin, que puede hacer vanidad en el dia de ser el firme apoyo de los estados, y como el árbitro de la varia fortuna de las armas.

A quien pues, Señor, se deberá ofrecer este corto tributo sinó á V. M. á quien desde su advenimiento al trono debe esta dichosa monarquía la alta reputacion y gloria militar que hoy reconoce la Europa, la perfecion de la táctica y disciplina de sus egércitos, la renovacion feliz de este real cuerpo de artillería, que á la sombra de V. M. y de su real nombre ha sido mas de una vez asunto de los elo-

gios públicos, de la admiracion y envidia de los enemigos de la corona?

Dígnese, pues, la benignidad de V. M. admitirlo bajo de su real protecion; y sea esta soberana dignacion estímulo que incite otros mas felices talentos á ofrecerle mas dignos y útiles trabajos.

SEÑOR.

A L. R. P. de V. M.

Tomas de Morla.

PRÓLOGO

DE LA PRIMERA EDICION.

La artillería es tan antigua como las querellas de los hombres. Desde que los mas flacos y pusilánimes, queriendo sustraerse de la opresion de los mas vigorosos y altivos, idearon fortificaciones para poderse defender de su tiranía, proyectó esta máquinas para batir y demoler sus defensas. Tal parece sea naturalmente el orígen de la fortificacion y de la artillería: ciencias, que aunque opuestas y contrarias por sus fines, tienen tan íntima conexion y dependencia, que los progresos ó atrasos de la una deprimen ó exaltan la otra. Asi las historias y monumentos de la antigüedad manifiestan que se han variado las obras de fortificacion á medida que se inventaban ó perfecionaban los medios y máquinas para batirlas.

La artillería ha amplificado su uso á todos los ramos de la guerra: creada para oponerse á la fortificacion, ha encontrado esta en sus máquinas la mas fuerte y vigorosa defensa de sus obras: los mas robustos baluartes son en corto tiempo un cúmulo de ruínas, sino los defienden fuertes y bien servidas baterías del efecto de las que sitúe contra ellos el enemigo. Y como al mismo tiempo sola la artillería sea quien bate, demuele y destruye las mas capaces y sólidas defensas, y abre las puertas de las plazas de mas dificil conquista, se puede afirmar con

entera confianza, que es el arma primera y mas esencial en el ataque y defensa de las plazas.

Aunque su influjo en las aciones campales suele ser ménos decisivo y absoluto, no por eso deja de ser esencial. ¿Qué líneas, atrincheramientos, ni puestos podrán resistir á baterias bien servidas, singularmente no teniendo las competentes para contrastarlas? ¿Qué apoyos ni defensas hallarán los costados y partes débiles de un egército mas propios, mas prontos, mas generales, mas fuertes y capaces de acompañarles en todas sus posiciones que unas bien situadas baterías? ¿Quién sinó estas puede proteger sus evoluciones y maniobras á vista del enemigo? ¿Y en fin, qué otra arma puede romper y desordenar casi instantaneamente una fuerte y aguerrida coluna; ó abrir brecha, por decirlo asi, en un frente de batalla?

Parece incomprensible como á vista de estas y otras semejantes funciones de la artillería en las aciones campales, la traten varios autores clásicos de un mero acesorio; y que otros se desdeñen de tratar de ella, ó lo egecuten muy superficialmente. ¿No será esto un natural efecto de la parcialidad y preocupacion con que todo militar mira el ramo ó arma en que sirve? ¿O tendrá orígen en nuestra comun propension á despreciar lo que no entendemos; y mas á proporcion que su influjo es mayor en lo que debemos saber?

La artillería es actualmente el arma mas principal, y casi la única que tiene uso en los

combates navales; y es la sola que puede defender las costas de las escuadras enemigas. Asi, de cualquier modo que intente un estado ofender ó defenderse de sus enemigos, siempre será la artillería una arma esencial, que debe entrar como tal en todos los proyectos y medios que para ello tome.

Es verdad que no se debe considerar la artillería en todos tiempos y edades bajo un mismo aspecto; ni ha sido tan universal é importante su uso, ni el influjo que en el dia le atribuimos sobre todos los ramos del arte de la guerra. Aunque en aquellas gloriosas eras de la milicia griega y romana se perfecionaron las máquinas militares hasta un grado que admiramos, y parece superior á nuestros conocimientos actuales; no obstante, como aquellas sobervias, ingeniosas y vastas máquinas de ningun modo eran comparables por sus efectos, sencillez ni manejo á las de nuestra artillería (por mas que digan algunos preocupados apologistas de la antigüedad) nunca tuvieron un lugar distinguido en los egércitos, miéntras estos no decayeron de su antigua disciplina y valor.

Al conocimiento de la pólvora y su aplicacion á la artillería, debe esta su importancia y general uso en toda acion militar. Luego que á los arietes y catapultas se sustituyeron los cañones y morteros se observó: que las formaciones de mucho fondo, las únicas, sólidas y propias para aumentar la resistencia y esfuerzo de las tropas, y con quienes habian sido invencibles las falanges y legiones, no po-

dian subsistir delante de las nuevas batèrías, cuyos proyectiles arrojados con una fuerza asombrosa, solo podian resistirse, y ser ménos sangrientos evitándolos, y disminuyendo el blanco á que se dirigen: que los efectos de estas armas no podian pararse con los escudos y armaduras antiguas: que era de consiguiente necesario armar las tropas de armas que pudiesen ofender desde léjos: que los campos fortificados, en quienes pocas tropas se podian defender, y creian seguras en tiempo de César de numerosos egércitos, eran un débil ostáculo á los ataques actuales: que los muros mas altos y robustos se demolian con tanta mas facilidad y con tanta mayor ruina, cuanto mayor era su resistencia y elevacion; ó que volaban como ligeras plumas á la impulsion de la pólvora encerrada debajo de ellos: que las mas fuertes, ágiles y bien equipadas galeras, las formidables *rostratas* de los antiguos, no tenian defensa contra la nueva especie de rayos que fulmina la artillería moderna. En consecuencia, en todos estos ramos del arte militar se han hecho progresivamente inovaciones esenciales con respecto á los adelantamientos de la artillería: se ha adoptado generalmente la formacion débil, pero precisa de tres de fondo: se han desnudado las tropas de sus antiguas armaduras, y se han proscrito los escudos, picas, lanzas y demas armas arrojadizas y de asta; sustituyendo en lugar de todas ellas el mosquete ú otra semejante: los egércitos no se cierran ya en campos atrincherados, sinó en raras y urgentes circunstancias: la fortifica-

cion ha proyectado esta multitud de obras costosísimas, con quienes vanamente intenta hacer inespugnables las plazas: y en fin, se han construido estos prodigiosos buques, cuya fuerza se aprecia por el número de cañones que encierran.

Se obgeta á este general influjo de la artillería en las operaciones militares, que sus efectos en muchas aciones campales se han reducido á un incierto y poco sangriento cañoneo, que de ningun modo ha correspondido á las esperanzas del egército, ni á los crecidos gastos que exige su servicio. Se conviene en el hecho; pero de él solo se debe inferir que es necesario que los oficiales del egército, y particularmente los generales tengan ideas claras y exactas de la artillería, para que no exijan, como suelen, de los que la mandan y sirven, que hagan un fuego violento cuando el enemigo no está á alcance cierto, consumiendo inútilmente las municiones, y calentando las piezas de modo que vienen á quedar fuera de servicio cuando su efecto sería decisivo: y para que sepan situar las baterías en los puestos competentes, ó degen esta elecion á los que hacen profesion y estudio particular de estas materias. Mas aun cuando el poco efecto de la artillería en algunas aciones no se pueda atribuir á órdenes dadas sin inteligencia, ni á una culpable docilidad y condescendencia á los clamores del egército, siendo por otra parte incontestable que esta misma artillería ha roto, y trastornado en otras ocasiones las mas fuertes y aguerridas colunas, y ha desordenado y he-

cho perder su firmeza á tropas veteranas de la mayor reputacion, ¿será justo atribuirlo á falta del arma en general, ó á la impericia de algunos de sus oficiales y visoñería de los que la servian? ¿Por que la caballería ha sido deshecha en muchas batallas al primer encuentro, y su derrota ha atraido la de todo el egército; ha pensado nadie negar su esencial influjo en las aciones campales? ¿O por que gruesos cuerpos de infantería hayan rendido ignominiosamente las armas, ó se hayan desordenado y puesto en vergonzosa fuga; se deducirá que la infantería, nervio y basa de los egércitos, es inútil en ellos? Todas estas consecuencias son igualmente absurdas. Si los efectos de la artillería no han sido siempre correspondientes á la idea que damos de ella, ha sido ó por las causas espuestas, ó por defectos de los que la sirven; que siendo de particulares nunca deben recaer sobre el arma en general.

Si la artillería es recomendable por su importante y general influjo en las operaciones militares, no lo es ménos por la estension y sublimidad de los conocimientos que exige para tratar de ella dignamente: conocimientos que forman uno de los ramos mas escabrosos, dificiles y complicados de las ciencias fisicomecánicas aplicadas á los usos de la sociedad. Esta ciencia se puede dividir en dos partes, ambas especulativas y prácticas á un tiempo: la una tiene por obgeto el arreglo, fábrica y construcion de las armas, municiones, máquinas y pertrechos; y la otra el uso y manejo de ellos. Para que un oficial de artillería pueda

estar impuesto y versado en la primera parte, es necesario que lo esté en la geometría, cálculos superiores, en la mecánica en general, en quimia y metalurgia; y sobre todo en el arte de hacer esperiencias con exactitud y verdad, penetrando con paso lento y seguro en los senos donde retirada se oculta la naturaleza, y obligándola con un trabajo y constancia superiores á toda prueba á ceder y manifestarse, sinó en la esencia de sus causas, por lo ménos en la justa proporcion de sus efectos. ¡Cuántos esperimentos inútiles, y aun perjudiciales por equívocos y capciosos se han hecho por falta de antorcha y arte tan precisa!

Si estos conocimientos son vastos, no lo son ménos los que necesita para el acertado desempeño de la segunda parte: pues ha de saber apreciar y medir la espantosa fuerza de la pólvora: la violencia y velocidad de los proyectíles despedidos por las armas de fuego, cuya variedad es tanta segun sus calibres, longitudes y especies: los medios mas sencillos y oportunos de transportarlas y manejarlas con los efectos y pertrechos que pide su servicio: dotar competentemente las plazas y egércitos, segun las circunstancias y obgetos: apreciar la fuerza de aquellas para saberlas atacar ó defender. Es necesario que tenga un golpe de vista militar, cierto y pronto para situar las baterías con oportunidad, aprovechándose de todas las ventajas del terreno; y previendo cuales serán las evoluciones y maniobras de los egércitos, para auxiliar y de ningun modo embarazar las del que acompaña, y frustrar ó

retardar las del enemigo. En una palabra, es necesario que un oficial de artillería, para que sea completo, esté tambien versado en todos los ramos de la táctica.

De ser la artillería el brazo derecho de los egércitos, el brazo fuerte y vigoroso que abate y hace desaparecer los ostáculos que se oponen á sus operaciones, que fortalece y sostiene sus partes débiles, y auxilia las demas; y de ser una ciencia tan vasta y espinosa, se infiere cuan necesario sea á un estado fomentar, estimular y proporcionar todos los medios para que los que por instituto y destino se han de egercitar en ella, tengan todo el caudal de inteligencia, celo y actividad que se requiere para desempeñar dignamente sus encargos.

Con esta mira el glorioso, el clemente, el augusto Carlos, que hoy nos rige, cuyos talentos y pericia militar son tan conocidos de toda Europa, y cuyas sabias disposiciones han elevado á tal grado de reputacion esta dichosa monarquía, manifestó desde su feliz advenimiento al trono cuanto aprecio hacia del cuerpo de artillería, erigiendo con real munificencia este colegio y escuela de Segovia, para que educándose convenientemente una ilustre y escogida juventud, tuviesen el cuerpo y el estado en este establecimiento un plantel, seminario y renuevo de sus claros varones é ínclitos capitanes. Al mismo tiempo varió sabiamente la constitucion del cuerpo; y en el discurso de su glorioso reinado lo ha colmado de sus mas benignas gracias.

Mas quien segundó y contribuyó despues

principalmente al establecimiento de este colegio fue el escmo. señor conde de Gazola, sugeto sabio y versado en las matemáticas, que conociendo su importante y estendido influjo en la artillería, y cuan necesario era para el mejor servicio de S. M. que lo habia puesto á la cabeza del cuerpo, que sus oficiales estuviesen competentemente instruidos en ellas, proyectó, solicitó y consiguió con este fin la plantificacion del colegio á pesar de las muchas y fuertes oposiciones que tuvo que vencer de varias personas, que despues han conocido qué equivocado fue su concepto, y las muchas obligaciones que debe la nacion al soberano por la erecion de él, y al conde de Gazola por haberlo propuesto y arreglado.

Este digno gefe de la artillería murió en Mayo de 1780: y cuando temia el cuerpo que su nuevo colegio careciese de mano poderosa y diestra que lo sostuviese, nombró el Rey por su sucesor al escmo. señor conde de Lacy, general ilustrado y celoso, que despues de haber desempeñado las mas serias comisiones y distinguidas confianzas del estado, reconociendo el dilatado campo que abria á su celo y actividad esta soberana elecion, y la dificultad de manejar tan dificiles riendas, ocupó desde luego su delicado discernimiento en la combinacion de las muchas partes que forman esta importante y vasta máquina; y exáminó despacio el principio, el órden é influjo recíproco de todas ellas, logrando como consecuencia natural de este desvelo el acierto en muchas sabias y

prudentes providencias. Pero conociendo este ilustre gefe que el agente que debia animar é imprimir el mejor órden y movimiento en todas, era la competente educacion de esta escogida juventud; dió principio á la egecucion de sus reflexionados designios solicitando y consiguiendo el aumento y estension, asi en el número como en la enseñanza y disciplina de estas tiernas plantas.

Entre las muchas y notorias providencias que ha tomado para esta perfecion de enseñanza, tal vez ha sido la mas útil y ménos conocida en nuestra nacion el establecimiento de una escuela práctica de minas, fuegos artificiales, ataque y defensa de plazas, &c. en donde estos distinguidos jóvenes viesen verificados por la esperiencia los principios teóricos que se les enseñan en las aulas: y la tropa se egercitase y familiarizase en los rudos trabajos, y penosas faenas que le son anejas en la guerra. Este laudable y utilísimo proyecto fue adoptado y gratamente recibido por el soberano, que para su egecucion se dignó conceder una competente dotacion.

Asimismo, para la mas fácil y pronta instrucion teórica providenció el arreglo é impresion de los tratados que se dictaban en este colegio. El de artillería encargado principalmente al erudito y sabio oficial don Vicente de los Rios, estaba incorrecto é incompleto por sus ocupaciones y temprana muerte: con cuyo motivo, y el de ser obra mia mucha parte de él, trabajada en sus ausencias, se me mandó

completarlo, corregirlo y uniformarlo. El tratado ha perdido mucho en este trueque; pero solo me tocaba obedecer.

Como nunca me pueda ser lícito cubrir mis débiles produciones con el respetable velo del citado oficial, debo prevenir: que de todos los artículos que compondrán esta 1.ª parte, solo compuso y trabajó el I, IV, y V: y que en estos me he creido obligado á hacer adiciones considerables, y á refundirlos por decirlo así: de modo, que para no imponer al público he debido presentarle esta parte como producion mia.

Para la composicion de este tratado se nos dió un plan formado por el difunto ya citado gefe, en el cual se dividen los principales conocimientos y funciones de un oficial de artillería en dos partes: en la 1.ª se comprenden los asuntos concernientes al tiempo de paz; y en la 2.ª los pertenecientes al de guerra. Tambien se nos mandó que prescindiésemos de todos los cálculos y largas demostraciones geométricas de las teorías de que diésemos noticia; que escusásemos entrar en el por menor de las prácticas menudas y de corta entidad: y en fin, que omitiésemos la multitud de láminas anejas comunmente á los tratados de artillería, supliéndolas con la esplicacion de los originales ó de modelos. Pero habiéndose conocido en la práctica, que la falta de láminas dejaba al tratado muy defectuoso, y tanto que era imposible comprender muchas de sus doctrinas, para obviar este inconveniente ha dispuesto el escmo. señor conde de Lacy se dé

á continuacion una colecion de láminas arregladas á clases, segun los artículos del tratado á quienes pertenezcan, y acompañadas de las correspondientes tablas, esplicaciones ó descriciones, conforme el obgeto que representen. Con este arbitrio, sin variar el tratado sustancialmente, se aclararán las materias que necesiten de este auxilio; y se darán otros muchos conocimientos importantes á los individuos del cuerpo.

Esta 1.ª parte se compondrá, pues, de doce artículos (divididos en dos tomos) en quienes se procurarán dar las nociones y doctrinas mas principales sobre los encargos y funciones de los oficiales del cuerpo en paz. El artículo I. tratará de la pólvora: en él se espondrán la naturaleza, propiedades y preparacion de los ingredientes que la componen; los medios mas oportunos de fabricarla, recomponerla y conservarla; y en fin, se espresarán sus principales propiedades respecto á las armas de fuego, y como se ha conocido y puede apreciar su fuerza. Aunque sobre el obgeto de este artículo se hayan escrito despues del célebre Robins muchas teorías muy sólidas y exactas, que casi sugetan á cálculos fijos los espantosos efectos de la pólvora; me he creido obligado á prescindir de ellas por observar las órdenes superiores; porque de lo contrario seria preciso que ocupase este asunto un grueso volúmen, y porque el principal obgeto de este tratado es dar á los jóvenes para quienes se escribe, una sencilla y clara instrucion del modo con que pueden desempeñar las varias co-

misiones que estarán á su cargo algun dia, indicándoles las fuentes con cuyo estudio puedan hacer mas sólida su instrucion en los ramos á que por genio ó elecion se inclinen.

El obgeto del artículo II. será la fundicion de las piezas de bronce: asunto de la mayor importancia bajo cualquier punto de vista que se considere; y uno de los mas atrasados de la artillería, ó sea porque no se tienen ideas claras de los metales, sus ligas y propiedades; ó porque son muy costosas y dificiles las esperiencias necesarias para aclararlo; ó en fin, porque ningun metal simple ó compuesto, á escepcion del hierro, tiene las calidades necesarias para que de él se fabriquen piezas perfectas de artillería. La teoría de estas se puede considerar dividida en tres partes, á saber: su fábrica, sus actuales dimensiones, y el exámen y cotejo de estas dimensiones con otras que pueden substituírseles. De estas tres partes será la primera el obgeto del citado artículo: la segunda se hallará en el tomo de láminas: y de la tercera se tratará en el artículo *IX.*

Aunque la direcion de las fundiciones de cañones de hierro sea privativa de la real armada; como en su perfecion interesa sumamente nuestro cuerpo, que los sirve en las plazas, y necesita ademas de un profundo conocimiento del hierro y acero, de que tanto uso se hace en sus maestranzas, y para el gobierno y direcion de las fábricas de municiones: se ha destinado el artículo III. para tratar de todos estos puntos, sobre quienes no

habiendo visto ningun autor que escriba con la propiedad y conocimiento práctico y teórico que Grignon, y pareciéndome adaptables á la práctica los medios que propone para mejorar la fundicion de los cañones de hierro, y para fabricarlos de hierro batido, he estractado en dicho artículo dos de sus memorias en que los propone: y asimismo he seguido sus doctrinas en el modo de preparar y fundir las minas de hierro.

El artículo IV. tiene por obgeto las cureñas, afustes, carruages, máquinas, pertrechos y efectos de artillería: de consiguiente seria inmenso si en él se hubiesen de especificar y describir las construciones de todos estos utensilios. Para evitar este inconveniente se ha determinado insertar en el tomo de láminas planos exactos de todos, acompañados de las correspondientes tablas de dimensiones. Con este medio se consigue dar las noticias mas precisas de su construcion, sin introducir en el tratado unas prácticas menudas y prolijas, que por su naturaleza están espuestas á continuas alteraciones. Tampoco ha parecido conveniente esplicar el uso de esta multitud de utensilios (que se aprende completamente á poco tiempo de práctica); porque serian menester unas largas, fastidiosas y siempre confusas discusiones. Así, en el espresado artículo solo se tratará de las inovaciones introducidas en las cureñas, afustes y otros efectos principales: y despues, siguiendo á Duhamel, se darán las nociones mas precisas para saber elegir, apear y conservar las maderas que juntamente

con el hierro, obgeto del artículo anterior, son las materias de que se fabrican todos los utensilios de artillería.

Como entre los pertrechos de artillería merezcan una particular atencion los puentes militares, dará el artículo V. noticia de ellos y de cuanto les es perteneciente: con la advertencia, que las barcas, pontones, lanchas y carruages de su conducion (que en él y en el tomo de láminas se describen y representan) son tomadas de una obra de autor anónimo que me ha parecido superior á otros en este asunto por tratarlo directamente y con inteligencia.

Teniendo las cuerdas mucho uso en la artillería, pues son como los tendones de las máquinas, se tratará de ellas en el artículo VI. siguiendo las observaciones del ya citado Duhamel. Y como la cuerda-mecha aunque de uso muy distinto sea tambien una cuerda, y ademas no merezca por su importancia ocupar un artículo separado, se tratará de ella á continuacion.

El artículo VII. y I. del tomo II, tendrá por obgeto el reconocimiento de los efectos de artillería, modo de inventariarlos y almacenarlos, respecto á ser estos encargos de los mas ordinarios á los oficiales del cuerpo.

Estando las fábricas de armas de fuego y blancas al cargo del cuerpo, tratará de ellas el artículo VIII.

Los fuegos artificiales en los que se comprende la preparacion de las municiones, forman un obgeto vasto y digno de la mayor atencion,

pues que manejado sin pericia ni práctica ocasionaria funestos efectos. Por esta razon tratará de ellos el artículo IX. con suficiente estension, para que se pueda proceder con conocimiento en esta materia.

En todas las ciencias que tienen una parte especulativa y otra práctica, es indispensable el egercicio de esta para la completa inteligencia de aquella y saberla aplicar; mas en ninguna es tan importante el egercicio é instrucion práctica como en la artillería. Muchos puntos de ella, ó por lo escabroso y complicado de la teoría, como los alcances y efectos de los proyectiles; ó por falta de teorías fijas y sólidas, como la tenacidad y peso de las obras que se minan, consistencia de los metales segun su grado de calor, &c. ó por la multitud de circunstancias que concurren á complicarlos, no se pueden saber sinó por una larga y continuada observacion, y esta no se debe esperar en la guerra. La importancia de la acion, el peligro á que se está espuesto, y el no ser combinadas á este fin las operaciones sinó por casualidad, ni dan lugar al sosiego, ni sufren la exactitud que piden las observaciones; y de consiguiente nunca serán de grande utilidad. Por tanto son indispensables escuelas prácticas para la precisa instrucion de los individuos del cuerpo; y ellas serán el obgeto del artículo X.

El XI. será como un suplemento del precedente: en él se espondrán los efectos que resultan en los tiros de las diferentes dimensiones de las piezas de artillería y de sus car-

gas: cuales sean sus respectivos alcances y las elevaciones con que se obtienen. En la esposicion de estos puntos se preferirán los resultados de la esperiencia á los de las teorías: de estas, las antiguas y fundadas en la hipótesis de Galileo son erróneas por prescindir de la resistencia del aire; y las modernas no son aplicables á la práctica ordinaria, por espinosas, complicadas y prolijas.

En fin, en el artículo XII. se tratará de las minas: asunto demasiado vasto para sugetarlo á los estrechos límites de un artículo. Por esto se prescindirá por lo general de la parte práctica y mecánica: de quien es mas fácil y espedito instruirse en la escuela establecida en este departamento. Ademas, que sobre ella se puede consultar la apreciable obra, que bajo el título de *principios militares* ha publicado nuestro esperimentado é instruido oficial el mariscal de campo don Raimundo Sanz. Así, casi solo se reservará la parte teórica para dicho artículo: valiéndome para tratar de ella de la nueva teoria de Belidor, adoptada é ilustrada por la Febure y Geuss.

No se espere hallar en esta obra ideas claras y perfectamente luminosas; ni prácticas justas, cabales y adecuadas sobre todos los puntos de que trata. La ciencia de artillería está aun muy léjos del estado de perfecion que para esto seria necesario, y sus mas ilustres autores se encuentran opuestos sobre sus principales ramos. No obstante, como la fisica en general y la mecánica se hayan adelantado tan considerablemente por medio de los

cálculos, de la observacion y esperiencia, guias únicas para entrar y correr el velo á los arcanos de la naturaleza; la artillería ha participado de sus progresos, y está en muy diferente estado que medio siglo ha. Los tratados anteriores á esta época carecen de principios y teorías, ó son estas erróneas: así se reducen por lo general á las prácticas entónces establecidas, de quienes la mayor parte se han perfecionado y alterado, habiéndose encontrado viciosas varias de ellas. Pero debemos esperar que estas prácticas que siempre compondrán una parte principalísima de la ciencia de artillería, se han de ver al ménos muchas de ellas exacta y justamente determinadas en este cuerpo dentro de pocos años: pronóstico que me atrevo á anunciar, fundado en la actividad, teson é inteligencia con que el actual gefe ordena, promueve y solicita someterlas todas á las mas prolijas y delicadas esperiencias. Es sensible que este tratado no se puede adornar por aora de sus resultados.

La diferencia mas notable de esta obra á todas las antiguas y de la misma especie es la de estenderse á todos los puntos mas principales de la artillería, reuniendo los conocimientos que deben ilustrar á sus oficiales, y que se hallan esparcidos en varias obras particulares, y escritos muchos de ellos con obgetos muy diversos. Un plan tan vasto aun prescindiendo de mi insuficiencia y falta de larga y consumada práctica, no puede recorrerse debida y completamente en la primer carrera; y mas estando las materias de que se ha de lle-

nar en una especie de fermentacion. El perfeccionarlo será pues obra del tiempo y de otros mas felices y claros talentos, cuya emulacion despertará este mi primer trabajo.

Aunque en los varios artículos de esta obra procuro citar los autores de quienes son las doctrinas en ellos espuestas; no siempre se señalan los pasages traducidos, ni se repiten las citas por no incurrir en una fastidiosa proligidad: advertencia que creo indispensable para que no se me critique de plagiario. El mérito de este tratado en cuanto á la solidez de sus doctrinas, existe en los varios autores en él citados; en las memorias de la academia de las ciencias de Paris, dicionario enciclopédico, su suplemento, &c. Y en los puntos de contestacion sobre las inovaciones recientemente egecutadas ó proyectadas respecto á la artillellería, he seguido por lo general la escelente obra titulada *memorias de artillería que contiene la artillería nueva*, su autor Scheel capitan de artillería en Dinamarca. Asimismo, me han sido de grande utilidad las luces, instruciones y especies con que me han ayudado y aclarado muchos hábiles y respetables oficiales del cuerpo, en cuyo justo elogio me estenderia gustoso sinó temiera ser difuso y ofender su modestia.

Igualmente debo prevenir: que teniendo en la artillería tanto influjo, como se deja espresado, la fisica, mecánica, quimia, &c. ciencias poco cultivadas últimamente en nuestro dialecto, ha sido preciso valerme de autores estrangeros, y adoptar algunas voces de quienes no he hallado equivalente en nuestra

lengua; ó que aun cuando lo tengan es anticuado y fuera de uso: pocos militares entenderán por *vallado*, *arcen* ó *espalto* lo que todos conocen por *esplanada*, y muchos por *glacis*. Pero en esta introducion de voces he procedido con la mayor circunspecion, y en ninguna manera he usado de todas las que en parte están ya introducidas. Asimismo debo advertir, que varias voces técnicas que se hallan con especialidad en los artículos II y III. aunque estrangeras, están admitidas y usadas en nuestras fábricas, y de consiguiente me ha sido preciso adoptarlas.

En fin, mi trabajo en la composicion y arreglo de esta obra ha sido recorrer los varios autores que tratan directa ó indirectamente de los asuntos que habia de esponer; elegir las doctrinas que me han parecido mas fundadas, combinarlas y distribuirlas; y hacer algunas reflexiones al tiempo de estenderlas. En todo ha sido mi único obgeto obedecer las órdenes superiores, y ser en el modo que he podido útil al real servicio y á la mejor y mas amplia instrucion de este colegio, á quien debo la educacion y estas mismas luces que aora le ofrezco.

ADVERTENCIAS

SOBRE ESTA SEGUNDA EDICION.

Restituido nuestro colegio de artillería á su primitiva cuna de Segovia despues de una emigracion forzosa de 6 años á las Islas Baleares (*), y libre la España de la guerra asoladora que acababa de sufrir; pensó seriamente el Esemo. señor director general del cuerpo don Martin García y Loygorri en volver á poner este establecimiento en el antiguo pie que tanto lustre le habia dado, llamándole principalmente su atencion el curso de estudios que ya por los largos viages, ya por la falta de libros, y mas que todo por los continuos reemplazos de oficiales del cuerpo que hubo que hacer en los egércitos, se habia abreviado considerablemente. Pero desde luego tropezó

(*) *En la noche del 29 de Noviembre de 1808 se tuvo la primera noticia en Segovia de que los enemigos iban á entrar al dia siguiente; por lo que los oficiales encargados de este establecimiento determinaron evacuarlo al instante, y asi salieron con todos sus alumnos á las dos de la madrugada del 30; y se dirigieron á Salamanca, y de alli por Portugal á Sevilla. En esta ciudad se restableció el colegio el 14 de Mayo de 1809; pero tuvo que disolverse en la noche del 31 de Enero de 1810, víspera de la entrada de los franceses en aquella ciudad. Con este motivo se le dió órden para que pasase á organizarse á Mahon, de donde á poco tiempo se trasladó á Palma de Mallorca por la mejor proporcion para un establecimiento de esta naturaleza; y en fin hecha la paz se restituyó á esta ciudad en dos divisiones, de las cuales la 1.ª entró el 25 y la otra el 28 de Noviembre de 1814.*

con la falta absoluta de egemplares de este tratado, pues los pocos que quedaban de la 1.ª edicion hecha en 1784, habian sido presa de los enemigos con otros muchos efectos del colegio, que por la precipitacion y falta de transportes hubo que abandonar en 1808. En vista de esto encargó á la academia que pasase desde luego á reimprimir este tratado, corriendo especialmente con este trabajo el profesor que dirige este ramo de enseñanza. La academia contestó que estaba pronta á egecutarlo; pero que aunque se habia justamente acreditado su autor tanto en España como fuera de ella, por haber recopilado con el mayor tino y maestría todo lo mejor que se sabía en su tiempo, formando un cuerpo de doctrina que no tenia nacion alguna de la Europa, como habian transcurrido 32 años desde su publicacion; y en este intermedio se habian hecho tantos adelantamientos en las ciencias naturales y fisicas, y tantas variaciones en el arte de la guerra, contemplaba que muchos de los artículos necesitaban reformarse, y que tomándose algun tiempo y con los materiales que habia ya en la direcion general del cuerpo, y con los que podian suministrar las brigadas de oficiales que se proponian formar para el intento en todos los departamentos, podria refundirse la obra y salir sino con toda perfecion, lo que no es asequible en unos ramos tan vastos y variables como son los que la componen, á lo ménos en el estado á que alcanzan los conocimientos y adelantamientos del dia, pudiendo entretanto seguirse en la instrucion de los caballeros cadetes del cuerpo con el compendio manuscrito que se habia formado para el intento. El gefe superior del cuerpo alabando el celo que manifestaba la academia por el lustre, instrucion y honor del

cuerpo, condescendió muy gustoso en ello; mas considerando que se necesitaba bastante tiempo para dar á luz un trabajo de esta naturaleza; y que en el interin no solo padecia la instrucion de los alumnos del colegio con el compendio manuscrito que se seguia, sinó que ansiaban y necesitaban realmente la obra muchos oficiales del cuerpo, volvió á repetir la órden para que sin perjuicio de que la academia fuese recogiendo y disponiendo los materiales para otra reimpresion, se hiciese esta señalando el plazo de 6 meses para su egecucion, corrigiendo y mejorando al mismo tiempo aquellos puntos que mas lo necesitasen, y particularmente los artículos de la pólvora y fundicion de bronce, que debian refundirse con arreglo á los nuevos descubrimientos de la química; cuyo superior mandato se ha puesto en obra inmediatamente como era debido.

Nos ha parecido indispensable hacer esta breve esposicion de los motivos y circunstancias de esta 2.ª edicion, para que hecho cargo el lector de la rapidez con que sale, no estrañe no hallar enteramente cumplidos sus deseos, así en las mejoras y reformas de que es susceptible la obra, como en la falta de estilo y otros defectos, en los que no dudamos haber incurrido; en cuyo supuesto pasarémos á dar una idea de las variaciones que se han hecho.

1.° Considerando que la obra era ya bastante voluminosa, y que con las adiciones que se hacian saldria demasiado abultada, se ha escogido un carácter de letra mas pequeño y proporcionado al tamaño de la impresion: logrando de este modo el que salga en los mismos tres tomos que la 1.ª edicion, y aun algo menos voluminosos.

2.° Se ha corregido el testo arreglando la or-

tografia á la 8.ª edicion de ella que ha publicado la real academia española, que no llegó á nuestras manos hasta despues de impresa mas de la 3.ª parte del tomo 3.º por el que se principió; en cuya atencion y la de ser dicha ortografia tan distinta de la que se usaba en tiempo del autor, no ha salido con toda aquella uniformidad y correcion que apeteciamos.

3.º Lo mismo nos ha sucedido respecto á las faltas de imprenta á pesar del sumo cuidado que hemos puesto para evitarlas; no obstante en esta parte sale mucho mas correcta que la primera, como puede verse haciendo el cotejo de la fe de erratas de una y otra; prescindiendo de otras muchas que hemos notado no corrigió su autor, no dudando nosotros que nos haya sucedido lo mismo con una ú otra por la premura del tiempo. Cualquiera que haya corrido con la impresion de una obra, aun ménos voluminosa que la presente, conocerá que este trabajo puramente mecánico, necesita la mayor detencion, y los originales bien correctos; pues de lo contrario con facilidad se pasa uno que otro.

4.º Como el autor formó la mayor parte de su tratado de las obras francesas mas acreditadas de aquel tiempo, adoptó igualmente sus medidas sin grande inconveniente, pues por lo general se usaba tambien de ellas en nuestras fábricas y maestranzas. Hubiéramos hecho muy gustosos la reducion de estas medidas á las nuestras, mayormente estando asi mandado por el gobierno; pero nos ha sido preciso renunciar á ello, pues aunque era un trabajo material con las tablas que tenemos ya impresas, era demasiado largo y nos iba á robar el tiempo que necesitábamos para ir preparando el testo con

otras correciones mas importantes. Por lo que se ha dejado este punto como estaba en la 1.ª edicion, escepto cuando se habla de las piezas de municiones huecas, que con arreglo á dichas tablas, y suprimiendo fraciones de poca monta, se han prefijado sus calibres del modo siguiente; porque generalmente se conocen y nombran ya de este modo entre nosotros.

Nombres antiguos.	Nombres modernos.
Pedrero de á 16	*Pedrero de á 19.*
Mortero de á 12	*Mortero de á 14.*
Mortero de á 10	*Mortero de á 12.*
Mortero de á 9	*Mortero de á 10.*
Mortero de á 6	*Mortero de á 7.*
Obus de á 8	*Obus de á 9.*
Obus de á 6	*Obus de á 7.*

5.º Se han ampliado los índices particulares de cada tomo á proporcion de las adiciones que en ellos se han hecho, y se les ha dado otra forma señalando los párrafos á que pertenece cada punto, para que los discípulos de esta clase puedan consultarlos con mas utilidad. Falta á la obra un índice alfabético general de materias que pensamos formar, pero que no puede hacerse, como es claro hasta estar impresa toda la obra; el cual podrá servir de un dicionario manual de artillería, á lo ménos de aquellos puntos de que se habla en el presente tratado.

6.º Cuando publicó el autor esta obra no pudo contar con las láminas que le corresponden porque no se habian aun abierto; dejando por consiguiente de tocar muchos puntos esenciales, y refi-

riéndose al tomo de láminas y sus esplicaciones que aun no existia. A otras muchas materias no pudo dar tampoco toda aquella claridad necesaria por esta falta; pero hecho ya este vasto y costoso trabajo, hemos intercalado en el testo las citas de las láminas á que se refiere, haciendo de ellas una sucinta aplicacion siempre que lo hemos creido indispensable, de este modo podrá leerse y estudiar cada materia con mas fruto, teniendo á la vista los diseños. Para los que quieran enterarse por menor de las láminas, y para los que tengan la 1.ª edicion de esta obra, se publicará separadamente una esplicacion detallada de ellas, completando el trabajo que con este obgeto hizo el difunto don Francisco Dátoli. En este ramo sale tambien enriquecida esta 2.ª edicion con 5 láminas: una perteneciente al artículo de pólvora, de un para-rayos de nueva invencion llamado á la italiana: otra al artículo de fundicion de bronce de una máquina fija de roscar: dos al artículo de carruages, de la cureña y armon que usan los ingleses para su obus de campaña; y otra al artículo de minas para aclarar mas su teoría. En varias partes de esta obra se anuncian tambien algunas láminas que se piensa abrir cuando haya fondos para ello.

7.° *Habiendo dado una ligera idea de las variaciones comunes á todos tres tomos, pasarémos á hacer lo mismo de las que se han hecho en cada uno de ellos.*

8.° Tomo 1.° *En cumplimiento de la órden del escmo. señor director general del cuerpo se ha refundido casi enteramente todo el artículo 1.° conforme á los nuevos descubrimientos de la química y fabricacion de la pólvora; en términos que los cua-*

tro números primeros de este artículo son del todo nuevos, y el 5.° y 6.° se han reformado tambien notablemente. Lo mismo se ha egecutado con el artículo 2.° reaciendo toda la parte química y metalúrgica del bronce y nuevas prácticas de fundicion; pero en ambos se ha procurado seguir el mismo órden con que estaban escritos en la 1.ª edicion. En el artículo 3.° se describe el hierro y sus propiedades, se indican sus minas y la análisis, docimacia y metalurgia de ellas, todo segun los conocimientos modernos: se han añadido algunas observaciones acerca del uso del carbon de piedra en los hornos de fundicion. Se ha corregido la tabla que pone el autor en la página 341 de la primera edicion sobre las dimensiones y pesos de las municiones de los calibres de ordenanza: se da noticia de la ferrería que se estaba construyendo en el Bierzo de órden de S. M. para establecer con su producto una fábrica de fusiles; y en fin se ha variado enteramente el número 6.° de este artículo, dando una verdadera idea de la naturaleza del acero, sus especies y modo de fabricarlo; de todo lo cual se tenian conocimientos poco exactos en tiempo del autor. En el 4.° se han hecho algunas cortas adiciones sobre las cureñas de las costas, carros de municiones, carros fuertes, trinquibal, fraguas de campaña, escaleta y cric; y finalmente se da una idea del carruage ingles de campaña que creemos ventajoso por muchos respetos. Al 5.° se han añadido relaciones de los pertrechos necesarios para un puente de barcas y otro de pontones: de la dotacion de operarios, ganado y carruage &c. para los mismos: se da noticia del peso y de lo que cala en el agua una barca y un ponton, con otras varias instruciones acerca de la construc-

cion y manejo de los puentes; y por último del modo con que los ingleses habilitaron en la última guerra los puentes de Alcántara y Almaraz que se habian cortado ántes por los mismos. En el 6.° se anuncia una mecha de nueva invencion, usada por la artillería austriaca, y que puede suplir en ciertos casos á nuestra cuerda-mecha.

9.° Tomo 2.° *En el artículo 7.° despues de dar una descricion de la* terraja, *se prescribe el modo de usar de este instrumento. Se indica el nuevo formulario bajo el cual deben hacerse los inventarios de artillería. Se esplica la causa de la grande alteracion que suelen padecer los instrumentos y piezas de hierro sino están bien custodiados en los almacenes &c. En el 8.° se da noticia del mineral de hierro de Formigueiros en Galicia; y de la madera de* ameneiro *para cajas de fusil. En el 9.° se hacen algunas indicaciones para desterrar de nuestros laboratorios de mistos muchos ingredientes que solo pudo introducir la rutina é ignorancia de la química, y se da noticia de los cohetes de Congreve, usados por los ingleses en la última guerra. En el 10.° se indican todos los juegos de armas necesarios para el servicio de las piezas de artillería en las escuelas prácticas; y se da noticia de un muñon postizo que se echó en Mallorca á un cañon de á 8. En el 11.° se ha procurado aclarar mas la doctrina acerca de los tres medios indicados por el autor para conocer la velocidad inicial de los proyectiles, dando noticia de la máquina que inventó para el efecto el coronel frances Grobert. En el 12.° se ha añadido, como se ha dicho ya, una lámina para sentar la teoría de las minas y algunos hechos sobre ellas de que nada hablaron Geuss y la Febure, cuyas disertaciones*

no hizo mas que estractar el autor en la 1.ª edicion, por lo que debe considerarse como nuevo todo lo que se halle sobre estos dos puntos, principalmente cuando proporciona á este artículo el carácter didáctico de que carecia y que era tan necesario.

10.° Tomo 3.° *Este tomo, como saben todos los oficiales del cuerpo, es el mejor escrito de la obra, y aunque por razon de las variaciones que ha padecido la táctica, y muchas de las operaciones de la guerra necesitaba reformarse en algunos puntos; este trabajo pedia mas detencion y tiempo que el que se nos ha dado para su publicacion; así, esceptuando las variaciones de ortografía, aplicacion á las láminas y un apéndice sobre los trenes de campaña, sacado de la memoria que escribió el general frances Lespinasse, todo lo demas sale segun lo publicó su autor.*

Tales son las principales adiciones y reformas que se han hecho en la presente edicion. Pensamos al principio ponerlas en forma de notas ó con distinta letra que la del testo; pero nos pareció que de uno ú otro modo era hacer pesada la lectura y afear la impresion; y esperamos que con la noticia que acabamos de dar, y con el modo con que generalmente se anuncia todo lo añadido, el lector conocerá fácilmente las variaciones que se han hecho sin necesidad de cotejar una edicion con otra.

Sea cual fuere el mérito de este trabajo, todo él está tomado de algunas obras modernas acreditadas que hemos podido tener á mano; y de algunos manuscritos de los muchos que nos han remitido de la direcion del cuerpo; y así nos darémos por muy contentos si en medio de la rapidez con que se publi-

ca esta obra, desempeñamos medianamente el oficio de redactor.

Concluirémos estas advertencias manifestando nuestro agradecimiento á todos los compañeros de la academia y demas del cuerpo que nos han auxiliado con sus luces, particularmente al actual director de la fundicion de bronces de Sevilla, de quien son casi todas las inovaciones que se han hecho en el artículo 2.° de la 1.ª parte: al profesor de dibujo de esta academia que ha corrido con todo lo perteneciente al ramo de láminas; y al ayudante de la clase de artillería que ha auxiliado mucho en la correcion de las pruebas y redacion de algunos artículos de la obra, principalmente del de minas.

El Editor.

TRATADO DE ARTILLERÍA.

PARTE PRIMERA.

DE LOS CONOCIMIENTOS PERTENECIENTES A UN OFICIAL DE ARTILLERIA EN TIEMPO DE PAZ.

ARTICULO I.

De la pólvora.

1. Siendo la pólvora el principal agente de lá artillería, pues en ella reside la fuerza impulsiva que hace mover todos sus proyectiles, y que causa los efectos ruinosos y destructivos de las minas y artificios, debe con razon ocupar el primer lugar en este tratado, y ser el objeto del presente artículo.

2. En él se prescindirá de su invencion, asi por ser muy problemática y aun incierta, como por parecer asunto mas propio de la historia inquirir si la conocen los Chinos desde tiempo inmemorial, si se usaba ya cuando Alejandro Magno conquistó la mayor parte del Asia, si la dieron á conocer los Arabes en Europa, ó si la descubrió casualmente un religioso Aleman.

3. La teoría de la pólvora, no obstante ser su uso ya antiguo, no se ha cultivado hasta el siglo 18: no se habian hecho esperimentos seguidos y combinados para hallar su mejor composicion y fábrica; y se igno-

raba absolutamente la causa de sus efectos, y de consiguiente la estension de estos; asi ha sido un dicho comun hablando de la pólvora: *que lo que mas se sabía de ella era su incertidumbre.* El célebre Juan Bernoulli fue el primero que demostró haber en todos los cuerpos un aire comprimido, y que la fuerza de la pólvora proviene principalmente de él. Hawksbee hizo y publicó en las Transacciones filosóficas varios esperimentos que manifestaban la producion y dilatacion de un fluido elástico de iguales propiedades que el aire, cuando se quemaba pólvora. Bernoulli el hijo aclaró y comprobó esta idéa; mas Benjamin Róbins fue el primero que escribió con mas novedad y solidez sobre esta materia en su obra intitulada: *nuevos principios de artillería*, que anotada y criticada por el célebre Eulero, fue despues traducida al frances y adicionada por Lambert. Pero los muchos adelantamientos que se han hecho posteriormente en la química y fisica han hecho ver lo defectuoso del sistema de Róbins, y la inexactitud de muchos de los esperimentos en que está fundada, como se irá demostrando en el curso de este artículo.

4. Mas para egecutarlo con la claridad y conocimiento propios de las ciencias naturales seria necesario que las teorías que vamos á establecer, fuesen apoyadas en hechos y esperimentos que solo pueden egecutarse en un laboratorio de química. Bien penetrado de esta verdad y de lo útil que era un establecimiento de esta clase para la cabal inteligencia de este artículo y de otros varios que componen el presente tratado, pidió á S. M. y consiguió que se construyese de nueva planta el dignísimo director del cuerpo Conde de Laci, para la instruccion de los alumnos del cuerpo, no perdonando trabajo ni gasto

alguno para surtirle de cuanto era necesario; y poniéndole bajo la direccion de uno de los mas acreditados químicos que se conocian entónces en Francia. Nuestro actual gefe del cuerpo no ménos celoso de la gloria y adelantamiento de la ciencia de artillería, piensa solicitar su restablecimiento luego que lo permitan las circunstancias apuradas del erario. Interin, pues, que se realiza esta indispensable enseñanza, los discípulos de esta clase deberán consultar cualquiera de las obras modernas de química, para tomar á lo ménos algun conocimiento de la teoría en que está fundada la nueva nomenclatura de esta ciencia, por ser un lenguage que nos es preciso usar en este artículo.

5. Los límites de este tratado, y los muchos asuntos que comprende no permiten dar á este importante artículo toda la estension necesaria para esponer cuanto últimamente se ha escrito sobre la pólvora; por lo que se tratará de ella dando solo las noticias mas conducentes para el desempeño de nuestras comisiones ordinarias.

6. La pólvora es un misto compuesto, por lo comun de salitre, azufre y carbon, que á cierto grado de fuego se inflama con estrépito, produciendo un fluído elástico que se dilata con una fuerza escesiva. Dícese por lo comun, porque, como despues se verá, puede fabricarse pólvora sin azufre, y aun sin salitre, sustituyendo alguna de las muchas sustancias que producen un semejante fluído elástico. La fuerza de la pólvora se aumenta, á proporcion que su inflamacion es mas violenta, rápida y total, circunstancias que nacen de la naturaleza de los ingredientes, de su calidad, dósis y trituracion. Miéntras mejores ó mas proporcionados sean estos será mejor la pól-

vora, cuya fuerza es preciso conocer, y saber apreciar para examinar su calidad, á fin de recibirla ó desecharla, y recomponer la deteriorada ya admitida. Asimismo como el fácil transporte de la pólvora y su conservacion dependa de los barriles en que se ponga, y de los almacenes donde se deposite, no debe ignorarse la disposicion de unos y otros.

7. De aqui se deduce que para tratar de la pólvora competentemente basta dar una idea de sus materiales, de su composicion y fábrica, del modo de reconocerla, de su recomposicion, de la proporcion de los barriles en que se ha de conservar y transportar, y de la disposicion de los almacenes que la han de contener, y en fin del mecanismo de su inflamacion y de su fuerza: seis puntos, que se tratarán en los seis números siguientes.

Número I.

Conocimiento de los ingredientes de que se compone la pólvora.

Del salitre y sus propiedades.

8. El salitre ó nitro es una sal neutra formada por la combinacion del ácido nítrico con la potasa; y por esta razon es conocida en la nueva nomenclatura química con el nombre de *nitrato de potasa*. En 100 partes de esta sal entran 30 de ácido nítrico, 63 de potasa y 7 de agua de cristalizacion. Aunque los químicos Davy en Inglaterra, y Gay y Thenard en Francia han anunciado en estos últimos tiempos que la potasa es un óxido metálico que han llamado *potassium* con una cortissima porcion de agua, todavia

no se ha comprobado lo bastante para que no la consideremos al presente como un cuerpo simple. No sucede asi con el ácido nítrico, pues por repetidisimos esperimentos está demostrado que se compone de 25 por ⅌ de *azoe* ó *nitrógeno* y 85 de *oxígeno* con una gran porcion de *calórico* y *lumínico*, aunque todos cuatro principios en el estado concreto, si bien dispuestos á pasar con facilidad al de gases.

9. El salitre tiene la propiedad de prestar con suma facilidad el oxígeno de su ácido á las materias combustibles mezcladas con él, resultando inflamaciones diversas mas ó ménos rápidas y estrepitosas segun la naturaleza y proporcion de los combustibles debidas todas á la fijacion del oxígeno del ácido nítrico con ellas, al desprendimiento del calórico y lumínico que retenia el oxígeno, y á la formacion repentina de los gases resultantes, por lo cual se considera esta sal como el principal agente de la pólvora.

10. El salitre puro es blanco, sin olor, de un sabor picante y fresco, inalterable al aire. Segun Chaptal se disuelve en siete partes de su peso de agua, en la temperatura de 10 grados del termómetro de Farheneit, y en igual cantidad á la suya estando hirviendo; de suerte que por el enfriamiento se precipitan las seis séptimas partes que se hallaban disueltas en aquel líquido, y cristalizan ordinariamente en octáedros prismáticos que casi siempre representan prismas exaedros terminados en puntas diedras: su forma primitiva es el octáedro rectangular, y la de su molécula integrante el octáedro irregular.

11. Espuesto al fuego en un crisol ú otra vasija se funde mucho ántes de enrogecerse perdiendo su agua de cristalizacion; y si en este estado se vacia

sobre una plancha de hierro ú otra vasija chata vidriada, forma una especie de costra blanca semi-traslucíente, conocida en la farmacia con el nombre de *sal prunela* ó *cristal mineral.* Mas si se eleva la temperatura del nitro fundido, al instante se descompone exalándose al principio gas oxígeno puro, y despues una mezcla de los gases oxígeno y azoe, quedando por residuo la potasa pura.

12. No arde á no estar en contacto físico con otro cuerpo inflamado, y echado sobre ascuas produce una deflagracion y fijacion del oxígeno del ácido nítrico con el *carbono*, resultando *ácido carbónico* y la separacion de la base ó radical del dicho ácido que como hemos dicho (8) es el azoe ó nitrógeno.

Matrices en que se halla.

13. El salitre se halla formado en muchas plantas, como la borraja, la parietaria, el tabaco y otras varias, que por eso toman el nombre de nitrosas. Tambien se forma naturalmente en la superficie de varias tierras, por la union del azoe desprendido de las materias vegetales ó animales en putrefacion con el oxígeno atmosférico, formando el ácido nítrico (8) el cual á proporcion que resulta se va combinando con la potasa y con otras sales y tierras: resultando de aqui parte de verdadero salitre mezclado con nitratos de otras bases, de los que se separa conforme dirémos para poderle emplear en la composicion de la pólvora. Mas para esta formacion parece que prefiere la naturaleza los parages poco ventilados, de poca luz, y en los que haya álitos de animales como son las caballerizas, cuadras, bodegas y subterráneos.

14. Sin embargo, en España se encuentra con-

bastante abundancia en tierras al aire libre para que sin el auxilio del arte se hayan beneficiado con alguna utilidad, como se ve en ciertos parages de la Mancha, Murcia, Aragon y otras provincias; pero nunca se encuentra esta sal á mayor profundidad de un pie de la superficie. Los terrenos salitrados mantienen en su superficie superior cierta humedad aun en las estaciones mas calurosas, y unas manchas oleosas en tiempo húmedo.

15. Pero por inmensa que parezca la cantidad de salitre que existe y se reproduce continuamente en la naturaleza, y aunque nuestro suelo parece privilegiado en esta parte sobre los demas de la Europa, falta mucho para el gran consumo que se hace no tan solo para la fabricacion de la pólvora, sino para infinitos usos de la sociedad. Por esta razon desde que se han empezado á cultivar en España con algun fruto las ciencias naturales y particularmente la química, han conocido varios sabios que nuestras tierras las mas salitradas no lo estaban cuanto debian, y que podia conseguirse esto con poco auxilio del arte y grande ventaja del erario. De aqui ha resultado el establecimiento de algunas salitrerias en las que imitando el método observado en las salitrerías artificiales de Francia y de todo el Norte, han conseguido saturar enteramente nuestras tierras ya salitradas en parte por la naturaleza, y perfecionar las demas maniobras de la estracion y purificacion del salitre.

16. Entrariamos muy gustosos en la descripcion de estas salitrerias artificiales sino temiésemos alargar demasiado este artículo con un objeto que no está al cargo del cuerpo de artillería, y porque el aplicado podrá ver este punto en todas las obras modernas de química, y en el *arte de fabricar pólvora* escrito

por el autor de este tratado publicado en 1800; en cuyo libro 1.° ha recopilado cuanto Chaptal y otros químicos franceses han escrito sobre el asunto. Aprovechándose estos de los modelos que presentaban en este género Prusia, Suecia, Suiza y la Isla de Malta, creyeron perfecionar este ramo, y recoger de estas salitrerías artificiales cuanto salitre se necesitaba para sus fábricas; pero los que para ello usaron de tierras nuevas apénas consiguieron cosecha alguna, y los que se valieron de tierras ya salitradas de sótanos, escombros de edificios antiguos &c. no tanto como se habian imaginado. Esta operacion se reduce á formar capas de tierra, especialmente caliza, bajo grandes tinglados; mezclarles sustancias vegetales y animales que mas abundan de potasa y azoe; y regarlas con aguas impregnadas de los mismos principios, para que por medio de la fermentacion y putrefacion se verifique la desunion de los espresados elementos y su nueva combinacion para formar el salitre. El establecimiento de estas salitrerías artificiales, aunque fuesen en pequeño proporcionaria á nuestros labradores de los paises frios y húmedos, y por consiguiente opuestos á la nitrificacion natural, un nuevo ramo de industria que por de pronto podria surtir de esta sal á las artes y manufacturas de las mismas provincias, y servir con el tiempo para multiplicar las fábricas de pólvora, y evitar de este modo el peligrosísimo y costoso transporte de esta municion, particularmente por tierra y á tan largas distancias como aora se hace.

17. Antes de legiar una tierra es preciso reconocerla si está suficientemente salitrada, para beneficiarla con utilidad. Para este fin no bastan las señales esteriores de humedad y manchas olesas en la su-

perficie de la tierra (14), ni el chispeo que esta hace echándola sobre la lumbre, ni por último introducir en ella un hierro albando que son los medios que regularmente usan nuestros salitreros; sino que es preciso revolver bien toda la tierra que se va á beneficiar, desleir una determinada cantidad de ella en igual porcion de agua hirviendo, y despues de posada ha de marcar el areómetro á lo ménos de 2 á 3 grados; ó bien hecha legía de 100 libras de estas tierras, y evaporadas deben dar de 2 á 3 libras de salitre.

18. Tampoco se entrará en el pormenor de esta operacion por las mismas razones que espusimos en el §. 16. y consiste en echar las tierras salitradas en unos toneles hasta dos ó tres dedos de sus bordes superiores; estos tienen en la parte inferior una canilla y llave, y se colocan elevados dos pies del suelo del obrador; y para que no se atasque el agugero qué corresponde á la canilla se pone dentro del tonel una tabla agugereada á distancia de pulgada y media del fondo, y se cubre por encima con un poco de paja. Se llenan despues de agua estos toneles y abriendo la llave se deja correr al cabo de 4 ó 6 horas por una canal que la conduce á una cuba empotrada en tierra, de donde se saca por medio de una bomba para verterla en otros toneles igualmente cargados de tierras para que se concentre hasta señalar 10 á 12 grados en el areómetro de Beaumé, en cuyo estado puede ya pasarse á la evaporacion de esta legía que por esta razon se llama agua de cochura. Esta suele contener mucho nitro de base térrea, y conviene descomponerla ántes de evaporarla, mezclándole una disolucion de potasa ó una legía de buenas cenizas. Tambien se usaba para el mismo efecto echar unas capas de ceniza en el fondo de los

toneles en que se habia hecho la legía, pero se ha abandonado ya esta práctica porque se ha llegado á conocer que el agua de los toneles no tenia suficiente tiempo para disolver el sulfato de potasa que ordinariamente contienen las cenizas, y que habia formacion de carbonato de cal que siendo poco soluble obstruia los agugeros del primer fondo del barril y no dejaba correr la legía. En algunas fábricas se han sustituido á estos toneles unos cajones rectangulares que tienen la ventaja de ocupar ménos espacio y de facilitar la operacion.

19. Con la antecedente operacion no se ha hecho mas que trasladar al agua de cochura el salitre y demas sales que estaban diseminadas en las tierras; y para separarle de aquella se recurre á la evaporacion; cuyo proceder está fundado en la diversa solubilidad del salitre en el agua caliente y fria (10). De esta operacion se trata tambien largamente en el arte de fabricar pólvora á que nos referimos: basta decir que esta legía para pasarla á los cristalizadores debe señalar de 44 á 45 grados en el areómetro.

20. El salitre que se obtiene por esta primera operacion y que se llama de primera cochura, *salitre sencillo* ó *salitre bruto*, está muy léjos de poderse emplear en la pólvora; pues apénas contiene la mitad de verdadero salitre mezclado con otras sales y con una materia colorante, todas ellas perjudiciales para la fabricacion de la pólvora; por lo que es preciso purificarle ó afinarle, y en este estado es como la Real Hacienda debe entregarle en nuestras fábricas de pólvora. Este punto ha sido tratado en nuestros dias con la consideracion que se merece, y los grandes adelantamientos de la química han dado márgen para dedicarse á él los mas sabios profesores

de la Europa. Nuestro autor ha recogido todos estos trabajos en su arte de fabricar pólvora, repitiendo muchos de los esperimentos en que está fundada esta operacion, y ocupan todo el libro 2.° que podrá ver el curioso. Distingue este autor tres métodos de purificar el salitre: uno llamado á la española, otro á la estrangera, y el tercer método revolucionario por haberse inventado al principio de la revolucion francesa.

21. Al tratar el autor del método á la española no hace mas que describir los procedimientos que se usaban en nuestras salitrerías en el tiempo que escribió su obra, criticando con razon la impericia y fraudes que se notaban en dichos establecimientos; pero habiendo el gobierno nombrado posteriormente á don Domingo García Fernandez, para dirigir los ramos de salitre y pólvora, desterró este sabio químico muchos ó los mas abusos que se hallaban en dichos establecimientos, y puso la operacion del afino en el mismo ó mejor pie que tenia en los paises estrangeros y particularmente en Francia; que es el que nuestro autor llama á la estrangera.

22. Segun el método á la estrangera, y que como acabamos de decir se ha hecho ya nacional, se echa en una caldera de cobre una determinada cantidad de salitre sencillo, por egemplo 20 cuartillos con 16 de agua fria y no con 6 como dice el autor en el libro 2.° página 145; se calienta y disuelve: se quita la espuma que sube rapidamente á la superficie, y se le echan despues doce onzas de cola fuerte disuelta en cerca de veinte cuartillos de agua hirviendo; y mezclada con cuatro cubos de agua natural para enfriar la legia; se agita mucho el licor, el cual no tarda en volver á hervir; se le añade varias veces

agua para que se forme y separe la espuma, que se recoge hasta que no quede nada de ella: se saca con la espumadera la sal marina que cristaliza en la superficie y en el fondo de la caldera, y se pone á gotear en una canasta colocada sobre ella: se recoge el licor en unas vasijas de cobre que tienen sus tapas de madera bien ajustadas para impedir el contacto del aire, y se deja enfriar en reposo durante cuatro ó cinco dias: el salitre se cristaliza: se deja gotear, y es el que llaman *salitre de segunda cochura*. Este salitre es mucho mas blanco que el anterior: está separado de toda la tierra, y de casi toda el agua madre; pero tiene aun demasiada sal marina para emplearle con utilidad en la fabricacion de la pólvora; por lo que se le da otro afino, ó tercera cochura con ménos agua que la vez primera. Para esto se echan 2000 libras de salitre de *segunda cochura* en una caldera de cobre, con la cuarta parte de su peso de agua, y se le da fuego. Hecha la disolucion, se separa la espuma meclándole ocho onzas de cola fuerte; se refresca el licor con uno ó dos cubos de agua; se revuelve bien para que forme nueva espuma y se quita con cuidado esta. Cuando el licor está limpio y no hace espuma, se pone á cristalizar en barreños: se recogen los panes de salitre cinco dias despues: se ponen á gotear sobre los mismos barreños; separada toda el agua-madre, se deja secar lentamente el salitre al aire por espacio de seis ó siete semanas, con lo que queda en forma de panes sólidos muy blancos, y es lo que se llama *salitre de tres cochuras*, bastante puro para la fabricacion de la pólvora.

23. La teoría de este afino es muy sencilla: la tierra por no ser soluble en el agua, sale con la es-

puma ó se precipita al hondo de la caldera: el muriato de sosa ó sal comun ménos soluble que el nitro puro, se deposita en parte con la tierra; y el que se disuelve, cristaliza en la evaporacion; se congrega en la superficie del agua, y sale con la espuma. Las sales térreas delicuescentes, el nitrato y muriato de cal, siendo muy solubles y no pudiendo cristalizarse se disuelven en el licor en que están los cristales, y forman lo que se llama *agua-madre.*

24. El método revolucionario está fundado en la siguiente observacion química. Ha manifestado la esperiencia que al paso que el salitre es muy poco soluble en el agua fria, lo son bastante la sal marina y demas sales delicuescentes que acompañan á aquel; y que esta insolubilidad no se aumenta ó es en muy corta cantidad aunque se haga hervir el agua cuando sucede lo contrario con el salitre (10). Por lo que discurrieron Beaumé, Carny y Chaptal, que seria mucho mas económico y pronto despojarle de dichas sales estrañas por medio de lociones en frio. En efecto segun espone Chaptal se puso en egecucion esta idea con el mejor éxito, haciendo la operacion del modo siguiente. Se quebranta el salitre sencillo con mazos para que el agua con que se lava le penetre por todas partes, y se echa despues en cubos de 500 á 600 libras en cada uno: se echa encima 20 por 100 de agua, y se revuelve bien, dejándole asi hasta que el licor señale de 20 á 35 grados en el areómetro, lo que se consigue al cabo de seis á siete horas. Se deja salir esta agua, y se echa despues 10 por 100 de nueva agua sobre el mismo salitre: se revuelve bien, y se deja macerar una hora: se saca el licor: se vierte 5 por 100 de nueva agua sobre el salitre: se revuelve y luego se deja salir el li-

cor. Este salitre despues de haber goteado se echa en una caldera con 50 por 100 de agua hirviendo: hecha la disolucion debe señalar 66 á 68 grados en el areómetro. Se pasa esta á un cristalizador, y en llegando á enfriarse, se precipitan cerca de las dos terceras partes del salitre empleado. Pero como conviene tener el salitre en agujas pequeñas, pues de este modo se seca con mas facilidad, es necesario agitar el licor en el cristalizador, miéntras se va separando el salitre, por medio de hurgones ó batideras, las cuales dan un movimiento al líquido, y hacen que se precipiten los cristales en la forma ya dicha. Luego que se forman los cristales, se van retirando á los bordes del cristalizador, y se sacan con espumaderas para ponerlos á escurrir en unas canastas colocadas á este fin sobre caballetes, de suerte que el agua que escurre, vuelve á caer en el cristalizador, ó sinó se recoge en vasijas puestas debajo de los cavalletes. Se echa despues el salitre en cajones de madera de dos senos, que disten uno de otro dos pulgadas: el superior esta lleno de agugeritos por donde pueda pasar el licor, el cual sale del cajon por un agugero hecho en el fondo inferior, y va á parar á un recibidor. En estos cajones se lava el salitre con 5 por 100 de agua, la que se guarda para disolver otros salitres. Este salitre despues de bien goteado se pone á secar al aire sobre unas tablas por algunas horas; y puede emplearse inmediatamente para hacer la pólvora. Pero si se ha de fabricar esta por el método revolucionario que espondrémos despues, es preciso secar mucho mas el salitre, llevándole á una estufa, ó lo que es mas sencillo, calentándole en una caldera chata. Para esto se echa en ella una capa de salitre de 5 á 6 pulgadas, y se

la calienta hasta 40 ó 50 grados del termómetro; se revuelve el salitre por dos ó tres horas, y se seca de tal modo, que apretado entre las manos no toma consistencia ni forma alguna, y se parece á arena menuda y muy seca. Cuando se fabrica la pólvora por el método ordinario no necesita estar tan seco el salitre.

25. A pesar del testimonio de los sabios inventores de este método, segun una obrita que acaba de llegar á nuestras manos publicada en Paris en 1811 por el gefe de artillería Renaud, la práctica que generalmente se usa en Francia para la purificacion del salitre es la siguiente. La víspera que se ha de hacer el afino se echan en la caldera 1200 libras de agua comun, y 2400 de salitre sencillo, y se le da solamente el fuego necesario para que durante la noche se disuelva el salitre. Al dia siguiente por la mañana se aumenta el fuego hasta hacerla hervir echando poco á poco salitre hasta el completo de 6000 libras, que á dicha temperatura las disuelve completamente y se saturan de sal marina. Durante esta operacion se remueve y espuma el líquido, y en conociendo que todo el salitre está disuelto se saca del fondo de la caldera la sal marina que se ha precipitado, y se va echando agua fria en la caldera, con lo que se acaba de precipitar lo restante de sal marina que se hallaba disuelta en la legía. Despues se disuelven dos libras de cola de Flándes en la cantidad de agua suficiente, y se echa esta disolucion en 3 veces de media en media hora alternándola con porcion de agua fria, y sacando la espuma á medida que se va formando hasta que no haya ninguna, en cuyo caso se deja el horno hasta la mañana siguiente con el fuego necesario para que la legía se manten-

ga á 10 grados de temperatura, y entónces señala 66 á 67 en el areómetro. La legía se pasa entónces al cristalizador tomando las precauciones necesarias para no enturbiarla, y alli se agita y remueve con batideras de madera para que se vaya enfriando, y conforme se precipita el salitre, se recoge con las mismas en los bordes del cristalizador. Por este medio en 6 ó 7 horas se recoge todo el salitre que tenia la disolucion en polvo bastante fino; y el licor restante se hallará reunido en una de las estremidades del cristalizador por medio de la doble pendiente dada á su fondo. Despues se laba el salitre de los cristalizadores del modo siguente: se echa en unos cajones con doble fondo distante uno de otro 2 pulgadas, el 1.° de los cuales tiene varios agugeros para que pueda pasar el agua, y al nivel del fondo inferior hay tambien otros agugeros de 6 en 6 pulgadas guarnecidos de clavijas para cerrarlos cuando convenga. El agua que se emplea en estas lociones es comunmente en la cantidad de 25 por $\frac{0}{0}$ respecto del salitre pero dividida en 3 partes: la 1.ª se satura ántes de salir ó se toma de la que ha servido para hacer otros afinos, y se echa en el cajon, en el que se deja dos á 3 horas teniendo puestas las clavijas, y despues se quitan para que el licor corra por unas canales de madera forradas de plomo á unas calderas enterradas y se dejan gotear 4 á 5 horas. Se vuelven á poner las clavijas, y á echar igual cantidad de agua pura, dejándola en el cajon otro tanto tiempo como la primera; y despues de estraida como la anterior se echa la tercera porcion de agua, la que despues de haber labado el salitre, puede servir para la primera locion de otro afino, porque sale completamente saturada de salitre sin mezcla de otra sal.

Si el líquido de esta 3.ª locion á la temperatura de 10 grados marca en el areómetro 19, es señal de que el salitre lavado está bien puro, y en disposicion de poderle usar para la fabricacion de la pólvora. Asegurados de esta circunstancia se pone á secar en calderas chatas de cobre á un calor muy suave, removiéndole continuamente con palas de madera para que no se apelmace ni pegue al fondo, y se conoce que está bien seco cuando no se pega á la pala, y apretado entre las manos no se apelmaza. Siguiendo este método se afina perfectamente el salitre en 6 dias con poco gasto de combustible. Las aguas resultantes de la cristalizacion y de las tres lociones en frio se aprovechan, evaporándolas y tratándolas con potasa; y aun en Francia estraen por último de estas legías 15 por ⅌ de sal marina muy pura.

26. El salitre afinado por cualquiera de los métodos de que acabamos de hablar siempre contiene mas ó ménos sal marina, sustancia negativa para los efectos que se desean en una buena pólvora; por lo que es de la mayor importancia que los oficiales del cuerpo hagan su reconocimiento al recibirle con toda escrupulosidad y exactitud. Como todas las sales al cristalizarse toman diferentes figuras, la cristalizacion peculiar del salitre podia ser un indicante de su pureza, mas como el salitre viene á nuestras fábricas en forma de *harina* ó *arenas*, no puede notarse esta propiedad, y por consiguiente á la simple vista solo puede reconocerse si está ó no muy húmedo. Nuestros maestros salitreros hacen otra prueba tambien mecánica que se reduce á quemar un poco de esparto, aliaga, ú otro combustible de la fábrica, y cuando deja de arder echan encima un puñado del salitre: si decrepita mucho juzgan con ra-

zon que tiene esceso de sal comun, si arde lentamente, levantando poca llama, y dejando mucho residuo, creen que está muy impuro: en fin, cuando ven que arde con viveza y mucha llama le reputan por bueno. Pero siendo poco seguro este reconocimiento, el medio infalible para reconocer la cantidad de sal marina que tiene el salitre, es hacer su análisis segun se dirá en el §. 142.

27. Cuando el salitre contiene mas de uno por 100 de sal marina, no deberá emplearse en la fabricacion de la pólvora, á no ser para usarla luego que salga del almacen; pues á poco tiempo atraerá la humedad, y se deteriorará en términos que sus alcances no corresponderán con mucho á los que tuvo recien fabricada. Para estos casos será conveniente establecer en nuestras fábricas de pólvora el taller de afino, segun el método que acabamos de esponer (25).

28. El almacen donde se guarde el salitre debe ser bien seco, resguardado de la intemperie, y con mucho aseo para que no se le mezcle polvo ni tierra. Por lo que será preferible el tenerle en piso alto cuyo pavimento sea de madera bien unida y tersa, y el techo cubierto con un lienzo y con vidrios las ventanas; y aun seria mejor ponerle en arcones sobre polines.

Del azufre.

29. El azufre es una sustancia combustible que los químicos no han llegado aun á descomponer, por lo que se le considera como un cuerpo simple. Cuando está puro tiene un hermoso color de limon: es seco, fácil de quebrantar, sin olor sensible; pero frotado ó calentado exala un olor azufroso que le es

peculiar, y al mismo tiempo adquiere la electricidad negativa ó resinosa.

30. No le altera la luz, ni el calor natural de la atmósfera; pero á una temperatura algo superior á la del agua hirviendo se derrite y toma una fluidez casi igual á la del agua. Si en este estado se le retira del fuego, y se le deja enfriar meneando el crisol ó vasija en que se ha derretido, va tapizando sus paredes interiores con una hermosa cristalizacion de agujas muy pequeñas, y forma con ellas una especie de geoda; pero si se le continúa dando fuego, se volatiza, y apoderándose del oxígeno atmosférico, se convierte en un gas sufocante que se llama *gas ácido sulfuroso* que es disoluble en el agua. Este ácido contiene 15 por 100 de oxígeno y 85 de azufre, pero apetece aun cargarse con mas oxígeno hasta la cantidad de 28 por 100, y entónces constituye *el ácido sulfúrico* ó vulgarmente *aceite de vitriolo*. Si la sublimacion se hace en vasijas cerradas como son las cucurbitas, se pega á las paredes sin alterarse nada su naturaleza, y es lo que se llama *flores de azufre* ó *azufre en flor*. Ni en el estado natural ni en el de líquido se disuelve en el agua, pero si despues de derretido se echa sobre ella, conserva cierta blandura que le hace muy apropósito para sacar copias de sellos y piedras preciosas.

31. El azufre se combina facilmente con la potasa formando un *sulfureto de potasa* que atrae con suma fuerza la humedad, y esto es lo que sucede en la combustion de la pólvora: la potasa del salitre como sustancia incombustible se combina con la parte del azufre que no se convirtió en ácido sulfuroso, y descomponiéndose con la humedad de la misma pólvora y de las armas en que se hace la combus-

tion, da orígen á la formacion de *hidrógeno azufrado* é *hidrógeno puro*, cuyos gases aumentan la fuerza de la pólvora. No es esta la única propiedad del azufre respecto de la pólvora, sino que contribuye tambien como cuerpo inflamable á la súbita descomposicion del salitre, y ademas sirve para darle cierta consistencia que necesita para su manejo y transporte, y su mejor conservacion.

32. El azufre es uno de los cuerpos que mas abundan en la naturaleza: se halla en muchas plantas, y con particularidad en las conocidas con el nombre de *cruciformes*: existe igualmente en las carnes, huesos y productos animales de los que se separa espontáneamente en mucha cantidad por la putrefaccion. Ultimamente abunda tambien en todo el reino mineral, ya nativo sobre el yeso y en las minas de sal comun; ya sublimado en las bocas de los volcanes; ya disuelto en las aguas, constituyendo una de las clases principales de aguas minerales; ya revuelto con las tierras, principalmente en las cercanías en que en tiempos remotos hubo volcanes; ya finalmente haciendo oficio de mineralizador con el hierro, plata, cobre y otros metales que clasifican la familia de las *piritas* ó *sulfuretos* metálicos. En España hay ricas minas de esta sustancia, como son la de Hellin, Villel, Venamaurel y otras.

33. El beneficio de sus minas es muy sencillo; pues se reduce á molerlas en pequeños pedazos y destilarlas á fuego lento en tubos de tierra, y en llegando á tomar algo de calor se desprende y chorrea el azufre en recipientes de hierro colado en los que se echa agua; dejando sola la ganga ó cuerpos estraños con que estaba unido ó combinado.

34. El afino ó purificacion del azufre es tan sen-

cillo como su beneficio. Para ello se derrite en calderas de hierro; y las partes térreas ó metálicas que alteraban su pureza se precipitan al fondo. Antes de llegarse á enfriar se vierte en otra caldera de cobre por decantacion y forma un segundo precipitado; y despues de haberle mantenido fundido bastante tiempo en esta caldera, se vácia en moldes cilíndricos de madera para darle la forma de cañutos con que se vende en el comercio.

35. Para reconocer el azufre en masa ó caña basta verle y tocarle, y examinar si tiene las propiedades de que hemos hablado ya (29). Si aparecen betas ó capas de otros colores y es untuoso al tacto, es de mala calidad, y necesita sufrir la afinacion anterior (34) para poderse emplear en nuestras fábricas de pólvora, pero si se desmenuza con mucha facilidad, tiene poco peso, y arrimado al fuego se consume enteramente sin dejar residuo alguno, es prueba de que está bien afinado. El que surte á la de Murcia viene de Hellin, y por lo general es de buena calidad.

36. Aunque el azufre en masa, cañuto ó en polvo no se altere por la luz, por el calor atmosférico ni por la humedad, á no ser esta muy considerable, conviene que se almacene en pavimentos entarimados para que no se mezcle con tierra y polvo; y que por lo mismo los operarios cuando entren á depositarle ó sacarle vayan descalzos principalmente cuando hay lodos.

Del carbon.

37. Nos resta tratar del carbon, que es el tercer ingrediente indispensable para la pólvora comun, lo que no sucede con el azufre pues como des-

pues veremos se puede fabricar sin él, y casi con los mismos efectos, á lo ménos para usarla de pronto. Por esta razon, y por la de correr al cargo del cuerpo la fabricacion y preparacion de este combustible, convendria ver en un laboratorio los hechos y esperiencias en que están fundadas algunas teorías en que vamos á entrar, para desvanecer las vanas ideas que se tenian de esta sustancia ántes del establecimiento de la química neumática, las cuales servirán tambien para aclarar muchos fenómenos que se notan en la combustion de la pólvora, sus efectos prodigiosos, y otros muchos puntos del presente tratado.

38. Todo el mundo conoce el carbon por el grande uso que se hace de él en la sociedad; pero hasta estos últimos tiempos se tenia una idea muy equivocada de su naturaleza y modo de obrar en la combustion. El inmortal Lavoisier con sus nuevos descubrimientos y reformas en la química y fisica, ha establecido unas teorías tan luminosas en solo el ramo del modo con que el calor obra sobre los cuerpos, que han servido para destruir una multitud de doctrinas absurdas, pero envegecidas por muchos siglos. El ha hecho ver hasta la evidencia que la combustion no obraba en los cuerpos destruyéndolos y aniquilándolos, sinó que es una verdadera análisis de sus elementos, separándolos entre sí por medio de las moléculas ó partículas del calórico que se interponen entre ellos, y que estos principios de los cuerpos asi desunidos, encontrándose con el oxígeno forman nuevas combinaciones ó seres de diversa naturaleza.

39. El mismo sabio ha demostrado que el carbon, no el que usamos en la sociedad, sino el per-

fectamente puro y que para distinguirlo le ha dado el nombre de *carbono*, no es producto de la combustion, sino que es un elemento ó principio que hasta aora no ha llegado á descomponer la química, y que entra como parte constitutiva y principal en todos los cuerpos vegetales y animales, y aun en muchos del reino mineral. Limitándonos al solo reino vegetal, por ser el único objeto de nuestras presentes investigaciones, observamos que cuando se aplica fuego á toda sustancia vegetal al aire libre, ó si es en vasos cerrados, suministrándole el oxígeno necesario para mantener la combustion, al cabo de mas ó ménos tiempo desaparece de nuestra vista el vegetal, y en su lugar no nos queda mas que un residuo blanquecino que llamamos *ceniza*, el cual analizado da una cantidad variable de tierras, álcalis, sales y aun óxidos metálicos. Mas aunque los demas principios que constituian al vegetal han desaparecido, no por eso debemos decir que se han aniquilado (38) sinó que han tomado nuevas formas, y que hallándose en aquel estado de rarefacion, y combinándose con el oxigeno han creado nuevos cuerpos. En efecto hecha la operacion con los aparatos y precauciones debidas, halló Lavoisier que la mayor parte de estos nuevos productos era ácido carbónico con algo de aceite empireumático, que es el hollin que notamos en nuestras chimeneas, y que es un compuesto de hidrógeno y carbon. De estos esperimentos y de otros varios que hizo al intento infirió con razon que todo vegetal se compone de carbono, que es la parte dominante, pues en muchos de ellos llega al 80 por 100: que el segundo elemento es el hidrógeno con una cantidad corta de oxígeno; y finalmente que en su composicion entra

una porcion variable de tierras, álcalis y sales envueltas con lo que vulgarmente llamamos ceniza.

40. Pero si se hace la combustion sin el contacto del aire libre, y sin proveerle de todo el oxígeno necesario; en una palabra, si se pone á destilar un vegetal en una retorta ú otra vasija á propósito, se desprenden de él los principios volátiles, cuales son la parte de ácido carbónico que pudo formarse con el oxígeno que entra en la composicion del vegetal, y el hidrógeno carbonado, y queda en el aparato el carbon mezclado con la ceniza. A esto se reduce la carbonizacion en grande formando pilas del vegetal y cubriéndolas con tierra, no dejando mas que algunos respiraderos inferiores para la comunicacion del aire y otros superiores á fin que salgan dichos principios volátiles. Esta operacion indispensable cuando se trata de hacer grandes provisiones de carbon no es comparable en su exactitud con la anterior, y asi siempre que se quiera tener un carbon mejor para esperimentos en pequeño, se hará como hemos dicho, en vasos cerrados, es decir, sin aplicar el fuego inmediatamente al vegetal.

41. De lo dicho se infiere que puede considerarse el carbon como un carbono hidrogenado y tal vez con un poco de óxido de carbono, no debiendo entrar en cuenta la porcion mas ó ménos considerable de cenizas, por ser una materia incombustible y estraña bajo el punto de vista que consideramos aqui á dicho cuerpo, que es por razon de su inflamabilidad; y en este sentido definirémos el carbon, un cuerpo negro y su superficie mate ó lustrosa: á veces es duro, compacto y algun tanto sonoro; pero su aspecto y calidad varían bastante en razon de las plantas de que se hace. No tiene olor ni sabor, es muy po-

roso y tan débil la fuerza de coesion que mantiene unidas todas sus moléculas, que se quiebra con la mayor facilidad; no obstante sus moléculas son durísimas y reducido á polvo ó pequeños pedazos puros y bien escogidos sirve para bruñir los metales. Es la substancia mas fija de cuantas ofrece el globo, y jamas se volatizaria, si, como los demas cuerpos, no estuviese sujeto á la fuerza que determina las combinaciones: el calórico no llega á fundir el carbon, y por lo tanto es la sustancia que conocemos mas refractaria y de consiguiente sirve de crisol para contener las materias que solo pueden fundirse á un calor violento, y de apoyo para sostener los cuerpos que se examinan al soplete.

42. El carbon es muy mal conductor del calórico: de aqui la idea de construir los hornos con dobles paredes para llenar el espacio intermedio de carbon y economizar el fuego, impidiendo la disipacion del calórico. Tiene tambien la propiedad de absorber una gran cantidad de agua y de fluídos elásticos; y mediante un aparato conveniente para el intento se ha visto que una cantidad de carbon de 16 á 17 pulgadas cúbicas de volúmen absorvió 48 pulgadas de aire atmosférico, 46 de gas oxígeno, 27 de gas azoe, 136 de gas nitroso, 230 de gas ácido carbónico y 31 de gas hidrógeno. Una temperatura algo inferior á la del agua hirviendo basta para separar dichos gases condensados en el carbon, y lo mismo sucede si el carbon se sumerge en el agua; de suerte que puede deducirse de este último hecho que el carbon tiene mas afinidad con el agua que con dichos gases.

43. Si el carbon recientemente hecho se espone al aire estendido en capas delgadas, absorve el aire

y el agua de la atmósfera con suma rapidez: sus moléculas se alejan unas de otras y crugen: á veces se inflama el carbon en semejantes circunstancias, cuyo fenómeno depende del desprendimiento del calórico que se separa del agua y del aire en el acto de su condensacion; tambien absorve fuertemente la luz. Finalmente tiene otras muchas propiedades de que no hablamos por no ser propias de este tratado, aunque muy apreciables para varios usos de la sociedad, entre los cuales no podemos callar el gran papel que hace en las química docimástica y metalúrgica por su poderosa atracion con el oxígeno, la cual le da una fuerza desoxidante y desacidificante de la mayor importancia.

44. Segun las nociones que acabamos de dar del carbon parece que el que mas abundase de carbono debería ser el mas apreciable, y por consiguiente que si le pudiesemos obtener en su total pureza, este seria el mejor para la fabricacion de la pólvora, pero ademas de que los medios del hombre no han conseguido aun obtener este carbono, por su gran tendencia á unirse con otros cuerpos, y principalmente con el oxígeno, la esperiencia manifiesta lo contrario, pues siendo el diamante el único cuerpo que presenta la naturaleza como carbono puro, para entrar en combustion necesita un grado de fuego igual ó superior al de los hornos de porcelana. Esta grande resistencia á la combustion no puede atribuirse á otra causa sino á que cuando la naturaleza, por medios que ignoramos, consiguió depositar en el diamante el carbono puro, le dio á este elemento tal coerencia entre sus partes que resisten en sumo grado la penetracion del calórico para efectuar su dilatacion, que es el primer estado ó requisito para la combus-

tion; y por consiguiente que los cuerpos estraños que notamos en el carbon, cuales son el hidrógeno, oxígeno, y las tierras y sales, léjos de oponerse á la combustion la facilitan, porque hallándose interpuestas entre las moléculas del carbono, puede penetrar por ellas el calórico. El arbitrio de que se usa en los laboratorios de química para despojar al carbon de las partes térreas, alcalinas y salinas que contiene, es hacerle polvo y hervirle con ácido muriático: este disuelve todas las dichas sustancias estrañas, y queda en el filtro el carbon exento de ellas.

45. La gran tendencia del carbon para unirse con el oxígeno, le hace sumamente apreciable é indispensable en la composicion de la pólvora; pues en el acto de la combustion apoderándose del oxígeno y aun del azoe del ácido nítrico, les hace tomar á estos principios su estado natural aeriforme, y ocupando un espacio infinitamente mayor que el que tienen en su estado concreto, producen los maravillosos efectos de arrojar á largas distancias los cuerpos que hallan en su encuentro. Es tal la afinidad del carbon con el oxígeno, que miéntras tanto que halla la suficiente cantidad para transformarse en ácido carbónico no lo reparte con ningun otro cuerpo; y asi en la inflamacion de la pólvora siempre que se note formacion de ácido sulfúrico ó sulfuroso, puede decirse que faltó carbon para saturarse todo el oxígeno del ácido nítrico.

46. De todo lo dicho se deduce que el arte de fabricar carbon, confiado á manos tan groseras é ignorantes, es mas dificil de lo que generalmente se crée; pues por una parte debe conocerse la calidad del vegetal, y por otra manejar su combustion con tal pulso y tino que se llegue al punto critico que

lo necesita. Si se suspende ántes de tiempo queda parte del vegetal sin descomponerse, y de aqui provienen aquellos tizos, y grandes humos que se notan en nuestros braseros y chimeneas; y si se lleva muy adelante la combustion se pierde parte del carbon disipándose en estado de ácido carbónico. Vamos á hablar algo de estos dos puntos, á saber de la eleccion de vegetales y modo de carbonizarlos, refiriéndonos únicamente al empleo del carbon en la fabricacion de la pólvora.

47. Con todo carbon se puede hacer pólvora, pero no con todos sale de la misma calidad. Hasta aquí se han escogido para hacer el carbon los vegetales mas tiernos y ligeros, como el cáñamo ó gramiza, el sáuce, avellano, laurel, saúco, enebro, tejo, adelfa y sarmiento; pero esta eleccion no estaba fundada, mas que en una rutina; y en consecuencia de las observaciones que llevamos hechas, debemos decir desde luego que el carbon mejor para la pólvora es el que se haga de aquellos vegetales que degen generalmente en la combustion menor cantidad de ceniza. Decimos generalmente porque hay vegetales, que aunque abundan ménos en ceniza, contiene esta mayor porcion de sales que otros, y esto es lo que mas daña al carbon y á las armas en que se quema la pólvora. Las cenizas pues, y sales contenidas en ellas cuando no se opongan á la mas rápida combustion de la pólvora, tienen á lo ménos la contra de ensuciar y deteriorar las armas; y de que en las dósis que se crée echar de carbon para hacer la mezcla, entra una cantidad negativa á la combustion. Por lo mismo parece que seria muy conveniente hacer esperimentos con varios vegetales, y examinar los que producian menor cantidad de ceniza y eran mas fá-

ciles de recibir la impresion del fuego; escogiendo estos para hacer el carbon. En parte está ya hecho algun trabajo de esta especie, aunque con objeto enteramente contrario, en el arte de fabricar salino y potasa traducido al castellano en 1795 que puede léerse para el efecto; y en la página 44 se halla una tabla de las diversas cantidades de ceniza que dieron algunos vegetales quemados en cantidades iguales. El órden que guardan en dicha tabla respecto á la mayor porcion de ceniza es el siguiente: maíz, tornasol, sarmiento, box, sauce, olmo, encina, chopo, carpe, haya y abeto: de suerte que segun estos esperimentos el carbon de abeto será el mejor: luego le sigue el de haya, carpe &c. siendo los peores el de maíz, tornasol y sarmiento, que si se consideran, como se ha dicho al principio de este párrafo, por lo mas tierno y ligero del vegetal debian ser los mejores. En los terrenos estrangeros se usa generalmente del arraclan y cirolillo silvestre; en nuestras fábricas se ha preferido el de sauce, pero actualmente se emplea el hecho de los vástagos de cáñamo llamado *gramiza*. No sabemos si se han hecho con este vegetal esperimentos comparativos sobre la cantidad de ceniza que contiene, pues su ligereza, fragilidad y poco bulto no son señales que le caracterizan de mejor como se ha dicho ya, y ademas de su coste que siempre debe ser superior al de cualquiera otra planta silvestre, no se da el cáñamo en todos paises con la lozanía que requiere para hacer carbon. Sea cualquiera el vegetal que se escoja para este fin, se preferirán las ramas al tronco, y este á las raices; y no se usará del que esté cortado hace mucho tiempo y espuesto á las inclemencias de la atmósfera, pero

siempre conviene que el vegetal esté bien seco ántes de carbonizarlo.

48. No basta escoger las plantas convenientes para hacer un buen carbon, sinó que como hemos dicho (46) es preciso carbonizarlas con tino y conocimiento, para lo que seria preferible destilar las maderas en vasos cerrados; pero como este método seria largo para hacer grandes acopios, se ha procurado hacer en grande esta operacion por el método que queda indicado (40); pero que por lo grosero y defectuoso solamente puede usarse para los grandes consumos que se hacen en la sociedad. Cuando se trate de fabricar carbon para la pólvora y algunos esperimentos, deben tomarse otras precauciones, de las que vamos á hablar.

49. En un terreno firme y seco, y no espuesto á inundaciones, se hace un foso cuadrado de 5 á 6 pies de profundidad y 6 á 8 de lado, y se revisten los costados y el suelo con ladrillo para sostener las tierras y á fin que no se mezclen con el carbon. En la parte superior del foso se coloca la leña descortezada que se va á carbonizar, formando una bóveda con sola una abertura en uno de sus costados para bajar al foso: se da fuego á la parte inferior de la bóveda, y cuando toda ella se ha encendido y se cae, se echa leña nueva para sostener el fuego hasta que el foso se llene de carbon, cuidando de removerle para que la combustion se haga con igualdad. Lleno ya todo el foso, se cubre con una manta bien mojada, y aun mejor con una tapa de madera, y estando ya preparados algunos hombres con palas echan tierra sobre ella, y para no dejar respiradero alguno la van pisando y apretando otros hasta

que se vea que no sale humo. Pasados algunos dias, se quita con cuidado la tapa para que no caiga tierra en el carbon: se saca este y separa el que no está bien pasado para volverle á quemar, guardando lo demas en parage seco.

50. En Francia usan con preferencia al método anterior, carbonizar la leña en hornos en forma de arcos de puente, cerrados sus dos costados con paredes, en la una de las cuales hay una portezuela de 3 pies de ancho y 2 de alto, y otra de un pie de ancho y 1½ de alto en la de enfrente. Se llena el horno con pedazos de leña, y se la da fuego, dejando la puerta mayor abierta, y la menor á medio abrir: que se acaba de cerrar cuando está en combustion toda la leña, y se revuelve bien para que se queme toda, y en estándolo se cierra tambien la puerta mayor y se deja asi ¾ de hora, despues de los cuales se saca el carbon por la puerta menor, y se mete en cilindros de hierro batido tapados con lo mismo, en los que se tiene 7 á 8 dias, y despues se almacena. En Berlin usan de fosos semejantes á los descritos (49) pero embovedados y hechos en un terreno pendiente, de suerte que por el frente tienen una portezuela al nivel del piso y otra en lo alto de la bóveda de 3 pies en cuadro á corta diferencia: llenan el foso de leña menuda y seca: dan fuego por debajo dejando ambas puertas abiertas y no tarda en salir la llama por arriba 7 á 8 pies sobre la bóveda; y al cabo de una hora que ya toda la leña está convertida en brasa, y el foso ha tomado bastante calor, cierran herméticamente la puerta de abajo, y por la de arriba vuelven á llenar el foso de leña y dejándola medio abierta está un operario echando leña conforme se va consumiendo, y cerrando la puer-

ta momentáneamente si llega á salir la llama. Está operacion dura 24 horas, al cabo de las cuales se cierra la puerta superior tambien herméticamente; y á los 4 á 5 dias se saca el carbon y almacena. La práctica de los ingleses es aun mas delicada que las anteriores: la madera que quieren carbonizar la echan en un cilindro hueco de hierro cerrado por uno de sus lados: le ponen sobre un brasero ardiendo; y cuando toda la leña está reducida á ascuas apartan del fuego el cilindro, y le tapan exactamente. Pero por lo general prefieren el hacer la destilacion de la madera, y segun una memoria sobre la pólvora escrita por Colman y traducida al frances por el coronel de artillería Vyllantrois año 11, que cita Renaud en su obra, el carbon que se fabrica de este modo, ademas de ser en mayor cantidad que por los métodos anteriores, y estar exento de ceniza y tizos, es de tán buena calidad, segun opinion de los ingleses, que aumenta la fuerza de la pólvora en términos que puede disminuirse un tercio de su carga. Antes de ver la memoria espresada de Renaud, de la que hemos tomado esta noticia, habiamos recomendado ya este método (48) de la destilacion por ser el preferente á todos los conocidos.

51. El carbon bueno ademas de ser sonoro y ligero y de tener su superficie mate ó lustrosa, quemado sin agitarle mucho el viento apénas debe despedir llama sensible.

52. Los almacenes para el carbon no necesitan ser de mucha estension; pues debe solamente tenerse el repuesto preciso para no detenerse la fábrica. El carbon como que atrae con tanta fuerza la humedad y el oxígeno atmosférico, se deteriora si está mucho tiempo almacenado por mas seco que sea el edificio.

Este debe tener entarimado su piso y algo elevado sobre el terreno y sus paredes con pocos respiraderos. Por falta de estas precauciones y haberse acopiado grandes porciones de carbon en parage húmedo, se ha visto varias veces incendiarse espontáneamente el almacen, porque atrayendo el agua con tanta fuerza llega á descomponerla é incendiarse el hidrógeno que es uno de sus principios. Finalmente conviene no almacenarle en polvo, sinó conforme salga de la pila, porque de este modo se conserva mejor y no hay tanto desperdicio. El que se gasta en nuestra fábrica de Murcia, le hacen en Callosa de Segura, distante 5 leguas: alli se almacena en grande, y se va trasladando despues á otro almacen de la fábrica para dos ó mas meses. Segun lo espuesto y siguiendo la práctica de las fábricas de todas las naciones estrangeras, créemos seria mas acertado traer á la fábrica la agramiza: carbonizarla en sus inmediaciones, y solamente en las cantidades precisas para el gasto de la semana.

Número II.

Composicion y fábrica de la pólvora.

53. La pólvora como digimos (6) es un místo de salitre, azufre y carbon; pero para que sea de buena calidad, supuesta tambien la de sus ingredientes, es necesario que estén estos en la debida proporcion, y bien triturados y mezclados, ademas de otras circunstancias y requisitos de que se irá hablando en sus lugares respectivos.

54. Supuesta pues la pureza de los ingredientes

vamos á tratar de su proporcion por ser una de las principales causas que mas contribuyen á la mayor potencia de la pólvora; y empezarémos por la tabla siguiente, en que se manifiestan las proporciones que se han usado como mejores en varias fábricas desde los tiempos mas remotos hasta nuestros dias. Esta tabla sigue el órden cronológico de los tiempos; y cuando en una misma fábrica ó por un mismo autor se han usado diferentes recetas, se ponen con preferencia las que han tenido mejor resultado.

Tabla de las proporciones de ingredientes que se han usado en distintas épocas para las composiciones de la pólvora.

Epocas.	Números.	Salitre.	Azufre.	Carbon.
En el siglo 16.	1	75 p.°	$12\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$
Se ignora-----	2	75	13	13
1784---	3	$76\frac{24}{51}$	$10\frac{40}{51}$	$12\frac{38}{51}$
	4	80	5	15
1795---	5	75	$12\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$
	6	76	9	15
	7	77	6	17
	8	80	5	15
	9	77	9	14
	10	78	10	12
	11	65	20	15
	12	62	20	18
	13	75	10	15
	14	76	10	14
1797---	15	$76\frac{11}{63}$	$10\frac{50}{63}$	$13\frac{1}{63}$
1800---	16	80	5	15
	17	76	7	17
	18	76	8	16
	19	80	$2\frac{2}{3}$	$17\frac{1}{3}$
	20	79	0	21
	21	76	9	15
1802---	22	78	9	13
1806---	23	$75\frac{35}{73}$	$10\frac{70}{73}$	$13\frac{51}{73}$
	24	$76\frac{82}{73}$	$8\frac{16}{73}$	$15\frac{5}{73}$
1807---	25	$76\frac{52}{73}$	$10\frac{20}{73}$	$13\frac{1}{73}$

55. El número 1.° manifiesta segun Luis Collado, las dósis de los ingredientes de que se componia la pólvora de mosquete en el siglo 16. En un tratado manuscrito antiguo de artillería se da noticia que un empresario de la fábrica de Barcelona tenia contratado fabricar la pólvora con la porcion de ingredientes número 2.°, que á corta diferencia son los mismos que los del número 1.°; y aunque el misto resultante es de 101, dice el autor *que ordinariamente quedaban en* 100 *porque una libra de pólvora suele exalarse en el trabajo*; y añade que dicha proporcion de ingredientes produce una pólvora casi como la fina ó del primer género. Ignoramos la época en que se hallaba establecida esta fábrica, pero no puede ménos de ser muy antigua. La ordenanza del cuerpo que regia en 1784, prescribia las dósis señaladas en el número 3; y en el mismo año en que escribió don Tomas de Morla el presente tratado de artillería, da la preferencia á la del número 4. No es esta la única ocasion en que haremos ver que en asuntos de artes y manufacturas, las ordenanzas que se detienen á prescribir sus operaciones y trámites de ellas no hacen por lo comun sinó oponerse á su perfeccion y adelantamientos. Los números desde el 5 al 12 inclusive son las composiciones que segun el citado Renaud se han usado en Francia desde 1795 hasta 1811 en que escribió su memoria; la del número 13 es la de la pólvora inglesa; y la del 14 la de Berna y que se siguió en Francia desde el año 1801 hasta 1808. La del número 9 es la composicion preferida por el químico Chaptal; y las pólvoras de las composiciones de los números 11 y 12 se hacen para aprovechar los ingredientes impuros: la 1.ª de ellas se llama pólvora de *mina* y la 2.ª del *comercio*, que es para vender

á los barcos corsarios. En el año de 1797 se seguia en la fábrica de Murcia la composicion indicada en el número 15; y habiendo nuestro autor pasado á repetir los esperimentos con dicha composicion, con las que antigua y modernamente se usaban en Francia, y en fin con los ensayos hechos por Arcy en su *teoría de artillería*, dió la preferencia á una composicion de este autor que es la señalada con el número 16, igual á la del número 4. Despues le siguen en bondad, segun sus esperimentos, las de los números 17, 18, 19, 20 y 21; entre estas la 20 carece de azufre, y sin embargo la prefiere á la del número 21. Nuestra ordenanza de 1802 que actualmente rige señala las dósis del número 22, pero ya no se seguia en Murcia en 1806 segun afirma el director de aquella fábrica en dicha época, pues señala las proporciones del número 23, y propone como mejor la del número 24 para aquellas pólvoras que se han de gastar recientes. Finalmente las dósis de la composicion número 24 dieron en Murcia el año de 1807 una pólvora, cuya potencia escedió á todas las de las que se habian construido en aquella fábrica; ya hablarémos despues de las demas circunstancias de esta pólvora.

56. La diversidad que se nota en las recetas de la tabla anterior en un asunto al parecer tan sencillo, y manejado por manos maestras y de tanta autoridad, manifiesta claramente que las muchas operaciones que tiene aun que sufrir la pólvora para que llegue á punto de usarse, contribuyen á su calidad, y que variando estas, varían tambien los resultados. Aun estos pueden dejar de ser uniformes por razon de los instrumentos con que se hacen las pruebas, y las muchas circunstancias que deben tenerse

presentes en ellas como lo confirma diariamente la esperiencia; pues las pólvoras de dos jornadas ó moliendas hechas por una misma mano, en una misma fábrica, y con toda la uniformidad posible varían frecuentemente en sus alcances. Asi se ve que nuestro autor dando la preferencia á la composicion número 16 dice (arte de fabricar pólvora libro 3.° página 17 nota *a*) que esto fue probando la pólvora con el morterete; pero que con el fusil y la probeta, halló que dicha pólvora era bastante inferior á la del número 9; y asi no es estraño que en dichas tablas no se hallen uniformes mas que los números 1.° 2.° y 5.°: 4.° 8.° y 16; 6 y 21. Esta disparidad de opiniones no trae los inconvenientes que á primera vista parecen, porque con cualquiera de las recetas espresadas en dicha tabla se puede fabricar una pólvora de los efectos necesarios en paz y en guerra; ademas de que los límites de las proporciones de estos ingredientes están bastante estrechos para que se pueda tener una guía segura en esta eleccion. En efecto observando la tabla se ve que la cantidad de salitre está entre 75 y 80 por 100: la de azufre entre 2 y $12\frac{1}{2}$ y la de carbon entre 12 y $17\frac{1}{2}$; ó lo que es lo mismo, que la cantidad de salitre no debe bajar de los $\frac{3}{4}$ de la mezcla, ni esceder de los $\frac{4}{5}$, y que la parte restante debe ser de azufre y carbon siendo menor la del primero; y que estos dos últimos ingredientes deben variar segun el uso á que se destina la pólvora, pues si es para quemarla en grandes porciones como en minas, piezas de artillería &c. puede disminuirse mucho la dósis del azufre; y aumentarla al contrario cuando se ha de usar en cortas cantidades como en el fusil, pistola &c. No hemos hecho la comparacion en este cálculo con la pólvora

señalada en el número 20, de la que vamos á tratar separadamente.

57. No solo hemos visto en la tabla anterior que se puede fabricar pólvora sin azufre, como es la señalada con el número 20, sinó que segun nuestro autor es superior á la del número 21, que á corta diferencia es la que se mandaba fabricar por la ordenanza de 1784 número 3. Todos los químicos están acordes en lo mismo, como tambien en que esta pólvora es solamente para usarla recientemente fabricada y en grandes cantidades, porque atrae mucho la humedad, tiene poca resistencia y se debilita mucho en los almacenes y transportes. Estos hechos comprobados con los mas fundados y modernos esperimentos de la química, manifiestan evidentemente que el carbon tiene mucha mas afinidad que el azufre con el oxígeno; y por consiguiente que cuando en la composicion de la pólvora entra bastante cantidad del 1.° para descomponer el ácido nítrico del salitre, no le deja accion alguna al azufre, y en este caso este último se une con la potasa, base del salitre, y forma un sulfureto de potasa, que descompone poderosamente la humedad, resultando de aquí el hidrógeno puro y sulfurado que se exalan en la detonacion. Cuando la dósis del carbon no es suficiente para descomponer el ácido nitrico, entónces lo hace el azufre formando una porcion de ácido sulfuroso y sulfúrico, cuya espansibilidad no es tan grande como la del gas ácido carbónico. El acierto pues en la proporcion de los ingredientes es mezclar la cantidad precisa de carbon para descomponer todo el ácido nítrico, y esta segun los esperimentos de Lavoisier, repetidos y confirmados por otros químicos es la de 5 partes de salitre y una de carbon. Ateniéndonos

pues á este dato se ve que en la composicion número 20 entra demasiado carbon; y que una pólvora compuesta de $83\frac{1}{3}$ de salitre y $16\frac{2}{3}$ de carbon seria mejor que aquella. El químico Proust halló entre los gases de la combustion de algunas pólvoras parte del ácido nítrico sin descomponerse, lo que no atribuía tanto á la falta de carbon como á su calidad; y sobre cuyo punto no acabó de hacer los esperimentos necesarios. Al fin de este número se hará mencion de una pólvora fabricada sin salitre, y de algunas otras composiciones detonantes.

58. Antiguamente se usaban en España varias especies de pólvoras que se diferenciaban en cuanto á la proporcion de ingredientes y magnitud del grano; y se conocian con los nombres de pólvora de mina, de mosquete, de cañon, ordinaria de guerra, fina de guerra, de caza, de artificio &c. En órden á su composicion debemos decir que segun los últimos esperimentos, la dósis del carbon debe ser siempre mayor que la de azufre, y que este se puede disminuir notablemente para las pólvoras de grano mayor, ó que se emplean en cantidades grandes, y al contrario en las pequeñas; y en punto al grano ya entre nosotros no se usan mas que cuatro suertes que son la de *cañon*, que es la que puede pasar por agugeros de 4 puntos de diámetro: de *fusil* por agugeros de 6 puntos: *refina* por los de una tela de cerda algo clara; y el *polvorin* que se separa de esta última y es el que pasa por una tela de seda no muy tupida; y aun en esta guerra última hemos visto que el egército ingles usaba con el mejor éxito para su infantería una pólvora de grano tan menudo como el mas fino de nuestras superfinas. El espresado Renaud dice que actualmente no se hace en Francia mas que una es-

pecie de pólvora de guerra, asi en el grano como en la composicion, que es la citada del número 5 de la tabla, y que solamente esta y las composiciones señaladas con los números 10, 11 y 12 son las que están prescritas en las fábricas de aquel reino, y se conocen con los nombres de *pólvora de guerra*, *pólvora fina ó de caza*, *pólvora de mina* y *pólvora de comercio*. Es decir que los franceses usan en el dia para sus pólvoras de guerra las mismas dósis que cuando escribió nuestro Collado.

59. Siendo una de las circunstancias que concurren á la buena calidad de la pólvora la exacta incorporacion de sus tres ingredientes, parece natural que esta se realizará mejor y con mas prontitud, estando estos pulverizados y tamizados separadamente. Sin embargo no se ha cuidado hasta aora lo bastante de este punto, creyendo sin duda que esto se lograba completamente en las muchas horas que está batiéndose la mezcla en los morteros, pero sobre ser esto falso, se espone esta á que se incendie y á las esplosiones. La trituracion del salitre se suele hacer en los mismos morteros en que se forma la pasta; pero deben secarse ántes bien, y que el salitre vaya en harina, porque de lo contrario el agua de cristalizacion impedirá que se pulverice completamente y mucho mas que pase por el tamiz, bien que con este ingrediente puede escusarse esta última operacion porque siendo soluble en el agua, se conseguirá el mismo efecto cuando se forme la masa. Pero siendo el azufre indisoluble y aun inatacable por el agua, es indispensable pulverizarle y tamizarle ántes de mezclar el salitre. En algunas fábricas se tritura tambien este ingrediente en el mismo molino de la pólvora, pero seria mas económico y mejor destinar dos mor-

teros para este objeto, cubriéndolos con tapaderas que dejen libre curso á los mazos, y comunicando el movimiento giratorio del molino por medio de correas á un torno que esté en la misma pieza para tamizarlo. Algunos créen que es mejor triturarlo en molinos de compresion por medio de una muela vertical, que estando en la misma fábrica podrá dársele movimiento con la misma agua, y tamizarlo del mismo modo; y asi se practica en Francia. En todo caso el mortero ó muela en que se triture el azufre debe ser de piedra caliza sin vetas cuarzosas ni silíceas, ó mejor de bronce para evitar la inflamacion. Ultimamente conviene que el carbon se seque bien ántes de molerlo y usarlo en la mezcla, por ser una sustancia que continuamente está atrayendo la humedad, la que no solamente perjudica á la pólvora, sinó que altera la verdadera dósis de este ingrediente, contándose por tal lo que realmente no es mas que agua. La trituracion del carbon se hace lo mismo que la del azufre, y conviene igualmente el tamizarlo para que su mezcla con los otros dos ingredientes se haga con mas facilidad y exactitud. Esta proligidad en la preparacion de los ingredientes, no es tan precisa en la pólvora que se ha de usar en cantidades grandes, pues se han esperimentado en el cañon algunas en las que se distinguian á la simple vista los granos de salitre y azufre, y no obstante sus alcances eran como los de la pólvora, cuyos ingredientes se hallaban lo mas íntimamente triturados é incorporados; pero estas mismas pólvoras perdian mucha parte de su fuerza usadas en el fusil, y se deterioraban pronto.

—6o. Aunque la pureza y buena proporcion é incorporacion de los ingredientes son circunstancias

principales para la mayor potencia de la pólvora, era preciso poner á este misto en estado de usarlo y transportarlo con facilidad; lo que se ha logrado con las operaciones subsecuentes, y de que vamos á sentar las bases principales. Mezclados bien los ingredientes en las dósis necesarias segun la calidad de la pólvora que se quiera fabricar, se hace con ellos una pasta con el agua precisa para incorporarlos perfectamente, y para que no ocurra incendio ni esplosion; esta cantidad de agua suele regularse en la novena ó décima parte del misto que se eche en cada mortero. La trituracion y mezcla conviene que sean lo mas perfectas posibles, pues no solamente contribuye esta circunstancia para la mayor fuerza de la pólvora, principalmente para la de grano menudo, sinó tambien para su mejor conservacion.

61. En este estado de pasta no puede usarse la pólvora cómodamente ni con utilidad; por lo que se le hacen sufrir las dos operaciones de granearla y pabonarla. Para lo primero es necesario secar lo suficiente la pasta, para que cribada pase por los agugeros en granos y no en hebras, bien que aquellos no salen todos iguales, ántes al contrario se separan en dos ó mas suertes, como sucede en la fábrica de los perdigones. Con esta operacion ya puede adaptarse la pólvora á cualquier arma, y transportarse con facilidad, pero mucha parte de ella se pega á los barriles ó sacos en que se conduce, lo que se remedia con el pabon que se da despues de bien seca en unos toneles, que dan vueltas sobre sus eges. Con este arbitrio se logra tambien dar al grano una figura esférica, que es la mas apropósito para dejar mayores huecos entre la pólvora de la carga, y el aire introducido entre sus intersticios aumentando prodi-

giosamente de volúmen con el grande y repentino calor de la inflamacion de la pólvora, contribuye tambien á sus efectos estraordinarios.

62. Graneada y pabonada lo pólvora se la pone á secar, y cerniéndola despues en un tamiz de seda ó de cerda bien tupido para quitarle el polvo, se lleva á los almacenes. Sentadas estas bases veamos aora como se hacen en grande estas operaciones, para lo que despues de comparar el método que prescribe nuestra ordenanza con el que prefija la memoria del gefe del batallon Renaud, como el generalmente usado en Francia, apuntarémos tambien las prácticas que se siguen en otras fábricas estrangeras.

Preparacion de los ingredientes.

63. Por nuestro reglamento de 1802 artículo 23 se dispone que solamente el azufre debe pulverizarse y tamizarse ántes de entrar en la composicion; pero en todas las fábricas de Francia rigurosamente está mandado desde 1795 que se haga lo mismo con los otros dos ingredientes, no solamente como medida de precaucion para evitar que se incendie el misto en los molinos, sino porque esta operacion facilita y abrevia el hacerse la mezcla ó incorporacion de los ingredientes, como ya hemos insinuado.

Composicion.

64. La dósis de los ingredientes y modo de cargar los morteros están determinados en el artículo 25 de nuestro reglamento; y aunque se observa lo 2.° no asi lo 1.° pues algunos directores han variado la dósis, tanto por no tener la señalada por la mejor,

como por la diversa calidad de pólvora que se proponian construir. En Francia como hemos dicho (58) se usa de la misma composicion para toda especie de pólvora de guerra, á saber de 75 por ⁰⁄₀ de salitre, 12½ de azufre y otro tanto de carbon, y en esta conformidad hacen en una artesa ordinariamente de cada vez 120 libras poco mas ó ménos de mezcla, compuesta de 90 libras de salitre, 15 de azufre y 15 de carbon, y la humedecen con 8 libras de agua para evitar la volatizacion al revolverla con una espátula de madera: despues se pasa dos veces por cribas, usando en la 1.ª de rodillos ó cilindros de madera para romper los terrones, y hacerlos pasar por los agugeros. Del mismo modo se prepara la composicion necesaria para toda la batería que regularmente es de 20 ó 24 morteros, echando en cada uno 20 libras de mezcla á corta diferencia, y con otras 8 libras de agua vuelven á rociar la pasta de todos los morteros de suerte que entre los dos riegos se emplean 11 á 12 por ⁰⁄₀ de agua. Entónces los obreros aprietan la masa de cada mortero con las manos para distribuir el agua en todos sus puntos, y evitar que congregándose en un parage disuelva el salitre; y en el centro forman una eminencia á fin de que el mazo no dé en el fondo y eche fuera el material.

Trituracion.

65. Estando ya triturados separadamente los tres ingredientes de la pólvora, la nueva trituracion que sufren juntos en los morteros es con el objeto de mezclarlos é incorporalos íntimamente, de suerte que cada molécula de salitre se halle en contacto con el carbon y azufre necesarios para su inflamacion. Para

esta operacion se usa de dos especies de máquinas ó molinos, llamados los unos de *percusion*, semejantes á los de hacer papel, batanar paños, &c. y los otros de *compresion* como en los que se muele la aceituna, linaza &c. En España nunca se han usado de los segundos y en Francía solamente hay uno en Essone, prefiriendo los primeros como mas ventajosos, segun se espresa en la citada memoria de Renaud. Este seria el lugar oportuno para hacer la descricion de nuestros molinos de Murcia, pero no estando aun abiertas las láminas, lo harémos en un apéndice, y pasarémos á egecutarlo con el descrito en la lámina 1.ª de este artículo, que es el perfecionado por Belidor, y que ha servido de modelo para todos los de su clase.

La figura 1.ª de la lámina 1.ª representa el plano de este molino. AA canal que suministra el agua necesaria para mover la máquina: *tu* cabezal del marco, en cuyos costados juega la *tajadera*, *paradera* ó compuerta por sus correspondientes batientes: *x* espiga unida á la tajadera, es un tornillo ó husillo que atravesando por un agugero del cabezal enrosca en la manivela: *iz* manivela con su agugero de tuerca correspondiente al tornillo de la espiga *x*; por medio de la cual haciéndola girar hácia un lado ú otro se sube ó baja la tajadera: BC rueda hidráulica de 24 alas ó paletas: DE su ege, en el cual está colocada y asegurada verticalmente la rueda dentada FG, siendo dicho ege comun á ambas ruedas. Gira por medio de espigones, muñones ó gorrones, en quicios, lunetas, muñoneras ó gorroneras *n*, colocadas y aseguradas encima de durmientes *o*, que descansan sobre sus respectivas *plataformas* ó caballetes (véase la lámina 3.ª): HI linternas en que engrana la

rueda dentada FG de 26 bolillos: están unidas á los *árboles* ó eges KJ,MV, que giran, como el DE, sobre sus correspondientes lunetas: *aa'*, *bb'*, *cc'*, &c. doce *levas* ó palancas que atraviesan cada árbol formando 24 brazos de palanca, y sirven para elevar las mazas ó pilones de los respectivos morteros 1, 2, 3, &c. como se esplicará en la figura siguiente. Para comprender la disposicion de las levas en el árbol, considérese este como un prisma duodecagonal, y que la primera leva le atraviesa por dos planos opuestos, y á iguales distancias de las dos aristas pertenecientes á cada uno de estos planos; la segunda por los dos planos opuestos contiguos á los anteriores; la tercera por los dos planos opuestos siguientes á los que preceden, y asi sucesivamente; dividiéndolas á todas por medio el ege del árbol. Como los morteros están equidistantes, los puntos de este ege en que están divididas por medio las levas lo están igualmente; infiriéndose de lo dicho, que los estremos *a*, *b*, *c* &c. ó los *a'*, *b'*, *c'*, &c. de las levas se hallan en una línea espiral, como las aristas de la espiga ó rosca de un tornillo. Al árbol asi armado de sus levas ó palancas se llama *erizo*: 1, 2, 3, &c. fila de morteros donde se *asientan*, trituran é incorporan los ingredientes. Están abiertos, formados ó vaciados en un grueso madero fajado con abrazaderas de hierro *r* para mayor resistencia. En los lados mayores de la superficie superior de este madero hay colocadas dos tablas *s* puestas de canto ó perpendicularmente, y aseguradas á él con las mismas abrazaderas, para evitar en lo posible el desperdicio de los ingredientes que *escupen* los morteros. A la del lado opuesto al árbol se da ménos altura que á la otra como manifiesta la lámina 3.ª, para que no impida las ope-

raciones de poner en los morteros los ingredientes, y remover y estraer la pasta: O, P, Q, R, pies derechos á que se ensamblan y aseguran los tirantes que forman los cepos por donde suben y bajan verticalmente las mazas: S, T, toneles enfilados por sus respectivos eges JL, VN, al rededor de los cuales giran por medio de los árboles KJ,MV que dan movimiento á las mazas. Se pone en cada tonel como 1½ quintales de pólvora. Su objeto es pavonar esta municion y dar á su grano una forma mas redonda; á cuyo fin se atraviesan en el interior cuatro ó seis listones paralelos y equidistantes entre sí, y con el movimiento lento y continuado, recibe el grano aquella frotacion necesaria para destruir sus asperezas y partes mas esquinadas. El tonel S se representa visto por su parte esterior; y el T cortado por medio, para manifestar los espresados listones. Los estremos esteriores de los espigones J,V deben ser mas gruesos que los restantes, y haber en ellos mortajas cuadrangulares en que entren los estremos de los espigones de los eges de los toneles, para poner y quitar estos con facilidad cuando convenga: XY, zapata en que están espigados los pies derechos y las tornapuntas de los caballetes, que sostienen los cabezales por los estremos K,M de las linternas y erizos. Por los otros estremos se sostienen en los cabezales comunes á los erizos y toneles, donde encajan las lunetas J,V:Z paredes del molino.

La figura 2.ª representa las vistas de una maza y el perfil del mortero, cortado por un plano vertical, transversal al madero en que está abierto y que pasa por su ege: á la maza vista de costado, ó por la parte opuesta á la linterna: *cd* es la *contera* ó *gorron* de bronce que obra inmediatamente sobre la

pasta en las percusiones de la maza; y *eb* la *sobarba* ó *maneta* en que engrana la leva para levantar dicha maza, á la cual está asegurada por la cuña *b'g*: B la maza vista de frente, pero sin la contera, sobarba y cuña: *hd* es la espiga que entra y se asegura en la contera: *lm* la abertura ó mortaja para colocar y afirmar la sobarba, y *n* un agugero por donde se atraviesa una clavija para colgar ó suspender la maza sobre los tirantes, cuando conviene suspender su movimiento: E perfil de uno de los doce morteros iguales que hay abiertos en cada madero. Su boca forma una especie de embudo, para facilitar la operacion de cargarle; y lo demas es esférico, á fin de que cuando cae en él la maza A, el misto comprimido suba siguiendo las paredes hasta cierta altura, y caiga despues al medio de su fondo, para recibir nuevos golpes, con lo que se revuelve naturalmente el misto por la accion misma de la maza, y resultan bien triturados é incorporados los ingredientes. El macho *f* es una pieza de madera fuerte, que se introduce ajustada en su correspondiente mortaja, hecha en el fondo de cada mortero, atravesando el madero en que este está construido, para que recibiendo el macho el golpe de la maza, no padezca dicho madero. Su figura debe ser la de un cono truncado, cuya base mayor esté en la parte superior. Para comprender como se mueven las mazas ó pilones por medio de las levas y sobarbas, supóngase que *st* sea el brazo de la palanca, ó la distancia que hay desde el estremo de una leva, como *aa'* (figura 1.ª), al eje del árbol; y que por consiguiente dé sus revoluciones al rededor del punto *t* describiendo un círculo de cuya circunferencia es una parte el arco *xz*. La maza *ad* sube y baja verticalmente porque los tiran-

tes la mantienen siempre en esta posicion, como se verá en las láminas 2 y 3; y cuando se halla en el punto mas bajo, esto es, descansando el punto *d* en el fondo del mortero, está en *o'r* la parte inferior de la sobarba en que ha de obrar dicha palanca: esta la encuentra cuando se halla en situacion horizontal, como manifiesta la figura: pasando la palanca á la posicion *s't*, la parte inferior de la sobarba se halla en *or*; y sube la maza hasta la mitad de su curso: al tomar aquella la posicion *s''t*, está á punto de soltar la sobarba, y la maza se halla en el punto alto; finalmente, continuando su revolucion el brazo de la palanca, suelta la sobarba, y la maza cae á impulso de su gravedad. Despues la eleva el otro brazo de la palanca que forma la misma leva; de suerte, que á cada revolucion del árbol da dos golpes la maza; y lo mismo las de todos los demas morteros, por estar las palancas que las mueven repartidas en la forma que se ha dicho.

De todo lo espuesto resulta que elevando la *tajadera* por medio de la manivela yz, el agua entra por la canal en que está la rueda BC; choca contra sus paletas, y pone en movimiento de rotacion á dicha rueda, y por consiguiente á la dentada FG: esta lo comunica á las linternas, á los árboles y á las levas; y estas últimas elevan las mazas que caen por su propio peso, cuando dichas levas las sueltan.

La lámina 2.ª representa la elevacion de este molino, en la que se ha suprimido la linterna I de la lámina anterior, y el árbol y las demas piezas de la máquina que corresponden á ella, por evitar confusion: BC rueda hidraúlica: FG rueda con 42 dientes: DE ege comun á estas dos ruedas: HH' linterna: N árbol en que están dicha linterna y las levas que

mueven las mazas: OP madero en que están formados los morteros: 1, 2, 3 &c. sus mazas: *ae*, *fg* tirantes ensamblados y asegurados con clavijas á los pies derechos Q. A la parte opuesta hay otros dos como manifiesta la lámina 3.ª; pero son mas anchos en la parte comprendida entre los dos pies derechos Q que en los estremos, que es lo que se descubre en la citada lámina. En los planos interiores del tirante *ae* y el opuesto á él, y lo mismo en el tirante *fg* y su opuesto, hay cortes ó mortajas que forman correderas por las cuales suben y bajan los mangos de las mazas con la precisa olgura, para que sin dejar su posicion sensiblemente vertical se eleven y caigan con libertad: *bcd* cabezas de los tornillos con que se aseguran entre sí cada dos tirantes: *xu* maderos que atraviesan el edificio por su ancho, en los cuales están asegurados los estremos superiores de los pies derechos Q de la máquina: *oo*, *pp*, espigas de los pies derechos que atraviesan por mortajas abiertas en los maderos *x*, *u*: S tonel para pavonar la pólvora: *m* gafete para mantener cerrada la portezuela de la abertura por donde se introducen y sacan las pólvoras: Z paredes del edificio: T estrivo: X,V vigas maestras para sostener y asegurar la tablazon con que está cubierto el edificio.

La lámina 3.ª representa otra elevacion del mismo molino visto por la parte opuesta de las linternas, en la que se han omitido los toneles y sus eges: AB marcos para la compuerta con que se da y quita el agua que mueve la máquina: *cd* batiente del mismo: *no* tajadera ó compuerta. Se la supone levantada, dejando una abertura cuya altura es B*n*: por esta abertura sale el agua á chocar contra las paletas *h* de la rueda J, que es la BC de las dos láminas an-

teriores: B*fkls* suelo de la canal: O rueda dentada que es la FG de dichas láminas: E ege comun á las ruedas hidráulica J y dentada O: JGHF linternas: ML erizos: Q caballetes que sostienen al ege E y á los erizos N,L: R,P maderos en que están construidos los morteros: *xv* puente atravesado por el ancho del edificio, y cuyas paredes se afirman por sus estremos: *gr*, *gp* pies derechos: 12 mazas: *t* sobarbas: *e* tirantes enlazados á los pies derechos, que forman los *cepos* ó *guias* para el juego de las mazas: VV, XX vigas maestras sobre que se colocan y aseguran los órdenes de tablas con que se cubre el edificio: *m* clavijas para asegurar entre sí las tablas.

66. En cada uno de los morteros indicados se echa la mezcla, y con arreglo á lo dispuesto en los artículos 25, 26 y 27 de nuestro reglamento se forma la pasta del modo siguiente. Se cargan los morteros con todo el salitre, y la mitad de la dósis del carbon, dando los mazos de 10 á 12 golpes por minuto y segun se va incorporando la mezcla, se echan pequeñas porciones del azufre hasta la mitad de su cantidad. Despues se echa lo restante del carbon y se va añadiendo lo demas del azufre. Luego que está todo bien incorporado y en consistencia de pasta suelta, se levanta mas la compuerta hasta que los mazos dén 25 á 26 golpes por minuto. La pasta de cada mortero compuesta de 73 libras de la mezcla se llama *picada*, y el total de la de todos los morteros *jornada*. La cantidad de agua que se echa en cada mortero para humedecer las pastas es de 10 hasta 12½ libras segun las estaciones y otras circunstancias y se está triturando de este modo hasta 36 horas, aunque cuando urge la necesidad se contentan con 24; en cuyo intermedio se pasa la pasta varias ve-

ces de un mortero á otro con unos platos de cobre.

67. En Francia como hemos dicho (64) se echa toda la mezcla en cada mortero de una sola vez y algo humedecida, y en el primer cuarto de hora dan los mazos 40 á 45 golpes por minuto, y despues de 52 á 54. Cada uno de estos mazos pesa 80 libras, y cae de 15 pulgadas de altura, de suerte que el mazo pega en el fondo del mortero con una velocidad de 8 pies por segundo, y por consiguiente equivale á una fuerza de 640 libras. De hora en hora se pasa la pasta de un mortero á otro, escepto en las dos últimas que se dejan en el mismo mortero para que la pasta tome consistencia y dé mas grano. La trituracion en estos molinos está fijada á 14 horas, y durante ellas se humedece con 2 ó 3 por ⅌ de agua en dos veces; la 1.ª á las 8 horas de trituracion, y la 2.ª á las 11 ó 12: en invierno solamente se riega una vez. Hecha la trituracion se recoge la pasta de cada mortero limpiándolos bien, y se lleva en cubetos tapados al graneador. Es igualmente peligroso esceder ó escasear el agua para los riegos: en el primer caso se disuelve parte del salitre, cristaliza por la evaporacion, y el mazo no lo tritura bien; y la pasta muy humedecida se une á las paredes del mortero, y pegando el mazo en su fondo lo calienta peligrosamente. Cuando la pasta está muy seca, no halla resistencia el mazo, y echa fuera el material.

68. En Portugal, Holanda, Sajonia, Prusia y casi todo el norte, se usa de los molinos de compresion. En Francia habia uno en Essone que segun Renaud no sirve en el dia mas que para moler separadamente los ingredientes: este molino puede considerarse como el modelo de los de su clase; por lo que pasarémos á hacer su descricion por hallarse representa-

do en la figura 1.ª de la lámina 4.ª: pasarémos á hacer su descricion: AA manivelas por medio de las cuales se hacen subir ó bajar las tajaderas, dando mas ó ménos paso al agua en los dos ramales de la canal, segun la cantidad que sea necesario suministrar á la rueda hidráulica que pone en movimiento la máquina: B puente sobre los dos ramales de esta canal: C,C′ desagües de dichos ramales: BC rueda hidráulica de 32 alas ó paletas: ED árbol ó ege de esta rueda que gira sobre sus correspondientes lunetas: FG rueda con 44 dientes cuyo ége es el mismo ED de la hidráulica. Sus dientes no están en el canto ó superficie cilíndrica, sinó en el plano de la pina; y en lugar de ser los eges de los espresados dientes prolongaciones de los rádios de la rueda, son perpendiculares á ellos. A esta especie de ruedas llaman algunos ruedas estrelladas: H ege de dos linternas. La inferior es *fs* con 21 bolillos, á la cual da movimiento la rueda FG. La superior es I*i* con 31 bolillos que lo comunica á la rueda dentada MK, con 54 dientes, cuyo ege es L: N*n*, O*o* linternas á las cuales da movimiento la rueda MK: P,Q eges de estas linternas. En cada uno se atraviesa una barra de hierro que sirve de ege á dos ruedas de piedra colocadas verticalmente, que ruedan sobre otra fija y horizontal llamada *yusera*: S, R pies derechos sobre que se monta el puente para asegurar los buges en que giran los pernos ó espigones de los estremos superiores de los eges P,Q: *b* planos de las *yuseras* ó ruedas horizontales tambien de piedra, sobre las cuales ruedan las verticales de cada molino: 1, 2, 3, 4 &c. tablones con que se forma la mesa circular para sostener los ingredientes y pastas: 6, 7, 10 pies derechos, enlazados con travesaños, para unir y afirmar la armazon de

la mesa: Z pared que se construye de ladrillo ó piedra para cerrar el edificio por el costado donde está la rueda hidráulica: Y,X,V,T pies derechos que sostienen el tejado del edificio, á los cuales se afirman varios miembros de la máquina: *x* pies derechos para formar los huecos de las ventanas, y para seguridad de las sencillas paredes del edificio.

La figura 2.ª manifiesta una de las linternas que dan movimiento á las dos piedras de cada molino; y la disposicion con que están unidos á su ege los *peines*: N, O linterna con 27 pasos: P*p* su ege cuyo perno ó espigon inferior *p* gira en el correspondiente quicio, como manifiesta la lámina siguiente: *ba*, *dc* dos tirantes que atraviesan este ege; en los cuales se asegura el armazon de los peines: *ef*, *gh* tirantes en cuyos estremos *f*,*h* se afirman los peines. Estos siguen el curso de las dos piedras verticales; y su objeto es remover la pasta de las orillas, y echarla al medio, para que aquellas vuelvan á comprimirla: 5,6 abertura del buge de bronce donde se asegura el ege de las piedras (véase la lámina 5): 1,2, 3,4 tornillos para asegurar el buge en el ege.

La figura 3.ª manifiesta el plano de la yusera, ó rueda horizontal de piedra, y de los peines. El espacio comprendido entre los círculos 1, 1 y 2, 2 es el que recorren las ruedas verticales de piedra; y *fe*,*hj* son los peines; las puntas *f*,*h* van delante; y por la figura y curso de estos peines, se ve que la pasta que encuentran la remueven, y la vuelven á echar al parage por donde ruedan dichas piedras.

La lámina 5.ª representa la vista ó elevacion de dicho molino: C cimiento de piedra construido con firmeza para montar sobre él las ruedas de piedra: B,*b* yuseras ó piedras horizontales sobre cuyos pla-

nos ruedan las verticales A, *a*, A′ de peso de 9667 libras: 1, 2 mesas construidas de tablazon al rededor de la piedra horizontal: sus superficies inclinadas hácia el centro impiden que se viertan los ingredientes y pastas que separa la compresion: 3,4,5,6 pies derechos y travesaños con que se unen y afirman estas mesas: P*p* uno de los eges verticales en que se atraviesan y aseguran los de las ruedas de piedra A, *a*. El espigon de su estremo inferior gira en su correspondiente gorronera, cuya espiga entra en una mortaja hecha en la yusera B: Q estremo superior del otro ege igual al anterior. Las ruedas FG, MK, y las linternas *sf*, N*n*, I*i*, O*o* son las mismas que las señaladas con estas letras en la figura 1.ª de la lámina anterior: L*l* ege de la rueda MK. Los cuatro brazos inferiores en que descansa y está asegurada esta rueda, como manifiesta la citada figura, están sostenidos por ocho tornapuntas curvas, unidas á dichos brazos y al ege L*l*, de las cuales se ven en esta elevacion las cuatro *t*: RS puente que descansa sobre los pies derechos y paredes del edificio; en el cual se aseguran los buges en que giran los espigones P, Q: *z* espigas de las maderas que se atraviesan de uno á otro puente. Estas maderas se unen en los parages correspondientes por teleras ó travesaños, que aseguran los buges en que giran los espigones superiores de los eges de la rueda MK y de las linternas I*i*, *sf*; como se puede comprender por las líneas paralelas de puntos de la figura 1.ª de la lámina anterior.

69. Algunos han querido dar la preferencia á estos molinos sobre los de percusion, diciendo que se abrevia mucho la operacion, que no hay que humedecer la pasta mas que con $\frac{1}{20}$ á $\frac{1}{25}$ de agua sin

riesgo de voladuras, particularmente haciendo las muelas de piedra caliza ó bronce; pero Renaud en su memoria dice todo lo contrario: á saber que el uso de las muelas es mas peligroso, que trituran poco material á la vez, y que aun este da ménos grano que el que se trabajá con mazos: que se tentó en Essone hacer las muelas de un metal compuesto de zinc y estaño, y que estas tentativas no fueron ménos peligrosas y hubo que abandonarlos; y por último que el único que habia de esta clase, que era el de Essone, ya no está en uso mas que para triturar separadamente los ingredientes, y para comprimir los polvos de la pólvora superfina para la fabricacion de la *pólvora imperial.* Este último aserto publicado dentro de la misma Francia, da á conocer que las ventajas que se atribuian á estos molinos no eran realmente como nos las habian pintado, pues en un tiempo en que se necesitaba tanta pólvora, y que los hombres mas sabios de la nacion trabajaron tanto para abreviar y perfecionar su fabricacion, no hubieran abandonado un procedimiento que tenian ya conocido é introducido en el pais. En Inglaterra y en la isla de Francia usan de molinos de cilindro, cuya construcion y uso son á corta diferencia como los de Essone.

Graneo.

70. Aunque nuestro reglamento previene en los artículos 18, 19 y 29 que se establezcan tornos para granear la pólvora, y el modo de usarlos, segun las noticias que tenemos no se ha puesto en práctica en nuestra fábrica de Murcia, y se hace esta operacion á mano, pasando la pasta por unas cribas que llaman *rompederas*, y desde alli se lleva la pólvora al pabon

que se da solamente por media hora en toneles semejantes al de la lámina 1.ª pero no unidos al árbol del molino como allí se manifiesta sino movidos separadamente por una rueda hidráulica, y con el único objeto de dar alguna firmeza al grano, y para que las partes no compactas se reduzcan á polvo. Despues se lleva á asolear, y en seguida se va separando toda la pólvora en suertes por medio de cribas de mayor á menor agugero: resultando de una misma jornada pólvora de cañon, de fusil, de caza y polvorin. En Francia solamente la granean de una clase ó tamaño, y la operacion segun Renaud se hace del modo siguiente. Recogida en cubos la pasta de los morteros, se tiene en ellos dos ó tres dias para que pierda la humedad superabundante, porque aunque graneándola con ella resulta mas grano, espuesto despues al sol como materia muy tierna se reduce á polvo. Despues de tomada esta indispensable precaucion se hace el graneo á mano con cribas, en una especie de arteson como se egecuta en nuestra fábrica, con sola la diferencia de que los listones por donde corren las cribas no están colocados de plano sino que presentan uno de sus ángulos ó aristas por la parte superior para que la pólvora no se detenga en ellos, y que solamente hay uno para cada criba ú obrero en lugar de dos que se usan en nuestra fábrica. El primer obrero en una criba de piel que llamaremos *rompedera*, cuyos agugeros son de 2 á 3 líneas de diámetro, echa de 30 á 36 libras de pasta, y con un mazo de madera, deshace los terrones, y poniendo dentro de la criba un platillo de madera de forma lenticular de 6 á 8 pulgadas de diámetro y 2 de espesor, le da un movi-

miento de atras á adelante, con el cual el platillo toma el de rotacion, y hace pasar toda la pasta en minuto y medio á dos minutos. El 2.° obrero con otra criba llamada *graneador*, cuyos agugeros son poco mas de una línea, que es el tamaño del grano señalado por ordenanza y con otro platillo igual al del primero, criba la pólvora de aquel: en la criba de este 2.° no se echan mas que 10 á 12 libras y pasa en otro minuto y medio. Con esto queda la pólvora graneada como corresponde, pero mezclada con polvo, y con granos mayores y menores, y para igualarla toda se emplean 3 obreros puestos en hilera y la van cerniendo sucesivamente: los tamices de los dos primeros son de cerda porque su único objeto es quitarla el polvo; y asi el 1.° no hace mas que aclarar un poco el grano, y echarle en la criba del 2.°: este al cernerle le revuelve con la mano para desunir los granos agregados y romper los que son crecidos, y de aqui pasa el grano á la criba del 3.° llamada *igualador en fino*, que tiene los agugeros iguales á los de la que hemos llamado *graneador*, pero de una piel mas fina, donde la cierne sin el platillo de madera, y asi solamente pasa el grano igual, quedando en ella el mas grueso que con los polvos se vuelve á los molinos. Cada criba de estos 3 últimos obreros se carga con 10 á 12 libras de pólvora, y la cierne en un minuto, de suerte que se emplean 6 minutos en el graneo total; y aunque no puede calcularse con toda exactitud este trabajo, la esperiencia ha manifestado que 3 obreros en los dias de verano en que trabajan 10 horas al dia, pueden granear 1200 libras de pólvora.

71. Los productos de esta operacion por el mé-

todo que acabamos de esponer es segun Renaud un 40 por $\frac{0}{0}$ de grano, y aun ménos cuando se hace pólvora fina ó de caza, porque entonces resulta mas polvorin: un 53 por $\frac{0}{0}$ de polvorin, y 10 por 100 de merma por la humedad evaporada y algo de los ingredientes que se volatizaron en la trituracion y graneo. El mismo Renaud confiesa que aunque este es el método que se sigue en Francia, es muy largo, y da poco grano.

72. En Berlin granean la pólvora del modo siguiente: en un cuadro de madera que con 4 cuerdas está colgado del techo, hay 3 nichos ó cajones, en cada uno de los cuales se pone un tamiz doble; el 1.° de piel con los agugeros del tamaño que ha de tener el grano, y el 2.° de cerda; en el de piel echan 3 libras de la pasta y encima dos cilindros de madera, un operario da movimiento al marco de atras á adelante, y por medio de un resorte de madera que obra en el otro estremo del cuadro adquiere fuerza y viveza. La pólvora se granea pasando por el tamiz de piel, y queda en el inferior de cerda, del cual cae el polvorin en una artesa: al cabo de un cuarto de hora se granean las 9 libras de los 3 cajones, y suelen dar $\frac{9}{10}$ de grano y $\frac{1}{10}$ de polvorin; pero sale mucho mas imperfecto que el de Francia y la pólvora se deteriora con facilidad.

73. En ninguna parte se granea la pólvora con mas perfecion que en Suiza: en las fábricas pequeñas despues de sacar la pasta del mortero se pasa por tamiz para reducirla á polvorin, y en seguida se mete en un saco de lienzo bien tupido, y se ata con una cuerda junto á la pasta pero sin comprimirla mucho; luego en una mesa bien sólida apoyando un operario las dos manos sobre el saco, le da

vueltas siempre hácia un lado; á medida que rueda el saco se afloja la atadura, y asi de tiempo en tiempo lo van atando mas abajo. Esta operacion dura una hora, al cabo de la cual sale el grano perfectamente redondo: cada saco debe contener á lo ménos 3 libras y no pasar de 15. En las fábricas grandes se hace esta misma maniobra con la máquina representada en la lámina 6. M son unos carretes ó canillas de madera que tienen en sus estremos dos ruedecitas fijas, y se acomodan en un ege horizontal AA que atraviesa otro ege vertical EH por G, y al rededor del cual giran los carretes por el tablero ó mesa circular KL, construida sobre el piso IJ del taller. Cada carrete se cubre con tela de algodon en forma de saco como se representa en *o*, que se ata sobre las ruedas *b* del carrete: y estos sacos tienen una abertura en B para introducir la pólvora. Se llenan estos de pólvora ya graneada pero irregularmente y húmeda, y se cierra la boca del saco por medio de la atadura *n*, y se enfila cada carrete con su saco en su ege, y descansa sobre el tablero. Este está guarnecido de distancia en distancia de unos listones ó cilindros fijos *a*, y con la resistencia que oponen al movimiento de los carretes, comprimen la pólvora metida en el saco, y dan á los granos un movimiento de rotacion que los redondea. El ege vertical EH tiene en su estremo inferior debajo del piso del taller la linterna F, que se mueve por la rueda hidráulica D, asegurada en el ege C. No se da mas agua á la rueda que la que baste para que un hombre á paso regular pueda seguir el movimiento de los carretes: cada uno de estos contiene 100 libras de pólvora, y al cabo de media hora sale perfectamente redonda, y la tamizan para quitarle el polvorin y los granos irre-

lares. A pesar de la perfeccion que se da al grano por el método que acabamos de indicar, y á la que se deben los mayores alcances de la pólvora de Suiza, no se ha adoptado en las fábricas de Francia sin duda por la corta cantidad de grano que produce, que por lo general es $\frac{1}{17}$ de la pasta; lo demas es polvorin que vuelven á humedecer y batir de nuevo ántes de llevarlo al graneador. La pólvora redonda y pabonada de Suiza tiene tambien el inconveniente de no prender bien en la cazoleta de los fusiles y pistolas, por el poco ó ningun polvorin que contiene; y aunque se ha procurado remediarlo, mezclando algo de polvorin en los cartuchos, ademas de lo embarazoso de esta operacion no ha surtido el efecto deseado, pues siempre el polvorin como mas menudo desciende donde está la bala, y por consiguiente no se halla cuando se va á cebar.

Asoleo.

74. El asoleo de la pólvora se hace en nuestra fábrica de Murcia al descubierto en grandes mesas rectangulares de mampostería, que tienen su declivio hácia el sur, y un borde en sus 4 costados que levanta como dos pulgadas; sobre ellos se ponen cañizos y sobre estos mantas ó sábanas, y se remueve la pólvora de rato en rato con rastros de madera: el hueco que hay entre el cañizo y el plano de la mesa, impide que aun cuando esta tenga alguna humedad se comunique á la pólvora.

75. En Francia hacen tambien el asoleo al aire libre en tablas que colocan sobre caballetes fijos en el terreno. Cada tabla tiene 8 pies de largo, y 2 á 3 de ancho: ántes de hacer la operacion secan bien

estas tablas, y despues colocan sobre ellas sábanas de lienzo tupido mas anchas que las mesas, á las que se sujetan con unos maderos sueltos que ponen en los bordes y se cubren con el sobrante de las sábanas: en cada tabla de las dimensiones dichas, echan 40 libras de pólvora bien estendida de suerte que forma una capa de 2 á 3 líneas de espesor, de la que no debe esceder porque de lo contrario la humedad de las capas inferiores evaporándose y atravesando las capas superiores que están ya secas, resultaria una alternativa de sequedad y humedad que no podria ménos de perjudicar; con el propio objeto remueven la pólvora de hora en hora con los rastros que sirvieron para estenderla. El secador debe situarse de modo que todo el dia le de el sol, ó á lo ménos ha de esponerse al levante: el calor se debe dar graduado para lo que conviene empezar la operacion al salir el sol: de este modo la evaporacion se hace insensiblemente, y las moléculas de los ingredientes tienen tiempo para comprimirse y aderirse unas á otras: si por el contrario se empieza el asoleo en el gran calor del sol, al medio dia ó bastante entrada la mañana, el agua encerrada en los granos se dilata instantáneamente: rompe su prision, y los reduce á polvorin. En todas las mesas del obrador se suelen asolear 50 á 60 libras de pólvora de una vez en un dia de verano, y merma de 7 á 8 por 100; y están dispuestas como las de Murcia en calles de 7 á 8 pies de ancho para maniobrar: concluido el asoleo apilan las tablas sobre los caballetes, cubriéndolas con chapiteles ó sombreros para libertarlas de las intemperies.

76. En Inglaterra, Holanda, Suiza y Alemania, se hace esta operacion por medio de estufas: tambien las han empleado en Francia en algunas fábricas

y Champy el hijo las ha establecido en Essone y Vouges al parecer con todas las precauciones imaginables para evitar los incendios y de un modo muy ingenioso; pero no nos detendrémos en describir estas estufas porque nuestro clima no necesita de este auxilio del arte que siempre es mas peligroso que con el sol: el curioso puede ver este asunto descrito con toda estension en la memoria citada de Renaud.

Tamizacion ó limpia.

77. Al salir la pólvora del asoleo produce algo de polvorin, ya porque en algunos granos habiéndose evaporado súbitamente la humedad interior se rompe su capa esterior, ya porque siendo las esquinas de los granos muy delgadas se quebrantan al menor movimiento que sufre la pólvora en el asoleo. En las fábricas francesas solo se trata por la presente operacion de separar dicho polvorin, pues lo demas del grano está ya igualado y del tamaño que debe tener; y para ello usan de una máquina semejante á los cedazos de las taonas, cuya descricion seria confusa sin el auxilio de la lámina, y por lo tanto lo suspendemos para tratar de ella en un apéndice. En nuestra fábrica de Murcia no solamente sirve esta operacion para quitarle el polvorin, sino para dividir la pólvora en suertes de cañon, fusil, caza y polvorin, para lo que segun lo indicamos en el párrafo 70 usan de cribas cuyos agugeros son de las dimensiones señaladas en el §. 58, resultando de aqui que de una misma jornada salen las 4 clases espresadas. Esta operacion la hacen á mano segun acabamos de decir sin que se hayan establecido los tornatamizes de que habla el artículo 31 de nuestra ordenanza. En este mismo

artículo y los siguientes hasta el 34 se detalla el modo como se debe almacenar la pólvora despues de dividida en suertes; pero como en las fábricas de Francia no hay mas que de una que es la de guerra, la ponen á granel en barriles nuevos de cabida de 204 libras, metidos en otros para preservarlos mejor de la humedad: cuando no tienen barriles dobles la ponen en sacos como nosotros; y de este modo lo practican tambien con la pólvora destinada para la guerra de montaña y para la marina; usando entónces de unos barriles de cabida de solas 102 libras.

De los polvos.

78. En todas las diversas operaciones que se hacen para granear la pólvora, sea por el método de nuestras fábricas ó de las estrangeras, resultan polvos ó desperdicios, que se van recogiendo para beneficiarlos: los polvos que resultan al reducir la pasta en grano se llaman *polvorin verde*: el que se saca de los barriles ó sacos procedente de los transportes, se llama *polvorin fresco*: y el de los asoleos *polvorin seco*. Por la diversidad con que se hace el graneo en las fábricas de Francia y en la de Murcia, resultan en aquellas muchos mas polvos que en la nuestra; pues en las primeras pasa de la mitad de la jornada, cuando en la segunda apénas llegan á la 3.ª parte. En Murcia, pues, luego que tres ó cuatro jornadas dan de sí polvos para una, se elabora esta y siguen las de aquellos hasta que con los polvos segundos y los producidos nuevamente primeros se juntan polvos para otra jornada: los que produce esta con los que siguen de ingredientes, forman otra; y asi sucesivamente de modo que todas las jornadas de

polvos tienen á lo ménos $\frac{2}{3}$ de los primeros útiles, y únicamente las últimas labores ó jornadas contienen una parte muy pequeña de polvo débil; y aun para sacar de los polvos una pólvora tan buena como de los ingredientes, se pensó en 1807 humedecer la pasta con agua saturada con una sesta parte de salitre ó mas si se contemplase necesario; pero no se ha practicado.

79. En Francia se usa poco mas ó ménos del mismo método; cuando hay suficientes polvos para una jornada, mezclan $\frac{1}{3}$ de polvorin seco con $\frac{2}{3}$ del verde; y en cada mortero de 40 libras humedecen la mezcla con 3 por $\frac{0}{0}$ de agua ó algo mas ó ménos segun su grado de sequedad; y la trituracion solo dura 3 horas sin pasar la pasta de un mortero á otro; y segun Renaud, resulta una pólvora igual ó superior á la 1.ª, y en consecuencia la mezclan con ella. En el graneo apénas hay merma alguna, lo que se compensa con la grande que tubo en la 1.ª operacion: y asi en la pólvora de guerra no se abona de merma á los encargados de la fabricacion mas que un centésimo. La pólvora de guerra fabricada segun describe Renaud, es de un azul de pizarra que tira algo al negro: su grano es duro, igual, anguloso, de un tamaño que puede pasar por el oido de un fusil, que viene á ser de una línea escasa: sirve indistintamente para el fusil y piezas de artillería, y está despojada enteramente de polvo.

Pólvora fina ó de caza francesa.

80. Nuestra pólvora fina ó de caza se hace en la fábrica de Murcia de la misma jornada que las de cañon y fusil (77), sin diferenciarse mas que en el

tamaño del grano: lo que no sucede en las fábricas de Francia, en las que se construye con diversa dósis de ingredientes y de intento: su composicion consta de 78 partes de salitre, 10 de azufre y 12 de carbon. El salitre y azufre se pulverizan separadamente como para la pólvora de guerra; pero con el carbon no se hace mas que despedazarlo con la mano, y separar los tizos y materias estrañas. Su trituracion se hace tambien en los morteros con la misma cantidad de composicion (64) y durante las mismas 14 horas, humedeciéndola con 11 á 12 por $\frac{0}{0}$ de agua segun la estacion: despues se saca de los morteros, y se tiene en los cubos 6 á 7 dias ántes de granearla.

Graneo.

81. Esta operacion se egecuta como en la pólvora de guerra (70), con sola la diferencia que los agugeros de la *rompedera* y *graneador* son mas pequeños, y se le deja el grano fino porque le da mejor vista, pues el separarlo de la pólvora de guerra es por evitar el contrabando. La pasta no produce mas que la 4.ª parte de grano, y la operacion es mas larga que para la pólvora de guerra, pues en un dia no se granean mas que 400 libras de pasta, resultando 50 en grano y 350 en polvo. En invierno suele tardarse dos dias, y dar ménos producto.

Pabon y asoleo.

82. El objeto del pabon es evitar que produzca polvo y ensucie las manos, dar mas dureza al grano, y un lustre que es mas agradable á la vista; pero como si estuviese muy húmeda se apelmazarian los granos y no tomarian lustre; y si

muy seca se romperian las esquinas y reducirian á polvo, es preciso que tenga una humedad media, y para ello despues de graneada se pone á asolear regularmente medio dia en verano ántes de llevarla al pabon. Este se da en dos toneles semejantes al descrito en la lámina 1.ª (65) con la diferencia que las portezuelas de medio pie en cuadro en lugar de estar en la superficie cilíndrica, lo están en los costados, y se cierran con tapones. En estos toneles se echan 150 libras de pólvora: se arregla el agua de modo que dén 12 á 14 vueltas por minuto, y al cabo de 8 á 9 horas sale la pólvora bien pabonada. Despues se cierne en un graneador de guerra (70) solamente para quitarle el grano mayor, y se guarda hasta lograr un dia claro y sereno para asolearla, pues ha manifestado la esperiencia que si está algo nublado, pierde la pólvora parte de su actividad en el asoleo, y suele mermar de 7 á 8 por %. En seguida la vuelven á pasar por un *igualador en fino*, y por último la ciernen en un cedazo de estameña, dándole un movimiento oscilatorio, que hace echar la pólvora al alto y quitar el polvo.

Polvos.

83. La pólvora de caza da hasta tres cuartas partes de polvos, y para granearlos se echan 20 libras de ellos en cada mortero, humedeciéndolos con 3 á 4 por % de agua: se baten por espacio de 4 horas, en cuyo intervalo se pasa la mezcla dos veces de un mortero á otro, y despues se granea y hacen las mismas operaciones que con la composicion primordial; los polvos que se recogen sucesivamente se llaman 1.os, 2.os, 3.os, 4.os y 5.os; y son mejores los que están mas trabajados. La pólvora que resulta de los polvos se

mezcla con la 1.ª, y apénas tiene merma, y no se abona á los fabricantes mas que un uno por $\frac{0}{0}$.

84. La pólvora fina se pone en barriles de 102 libras, y se lleva á los almacenes para venderla á los particulares. La prueba de esta pólvora no se hace con el morterete sinó con probeta; y la que se usa en Francia con preferencia es la de resorte de Regnier.

Pólvora superfina.

85. La pólvora superfina se fabrica con los polvos 4.° y 5.° de la fina (83): con ellos se hacen iguales manipulaciones que con los 1.os, 2.os y 3.os, escepto que se granean en cribas de agugeros mas pequeños que los de la fina: su merma no puede esceder de un uno por $\frac{0}{0}$, y se empaqueta en papeles de una libra para venderla á los particulares.

Pólvora imperial.

86. Solamente se fabrica pólvora imperial en Essone: para ello en unos molinos de cilindro se comprimen por espacio de 3 horas los mejores polvos de la pólvora superfina, y resulta una especie de galleta ó tortas duras, que se dejan secar 8 ó 9 dias: despues se granea con las mismas cribas que la pólvora superfina; y en seguida se pabona, seca y limpia como ella. Una de las ventajas de esta pólvora es no ensuciar las armas.

Pólvora de mina.

87. La pólvora de mina se hace con los ingredientes de calidad inferior que hubiese en la fábrica;

su composicion es como digimos (55) de 65 partes de salitre, 20 de azufre y 15 de carbon. Los ingredientes se pulverizan y tratan como para la composicion de la pólvora de guerra, y solamente se trituran en los morteros de 6 á 7 horas. Las cribas con que se granea son de una piel mas fuerte que los graneadores de guerra, y sus agugeros mayores, á fin que el grano de esta pólvora no pueda servir para usarla en las armas de fuego, la merma no debe pasar de los ¾ de un centésimo.

Pólvora de comercio.

88. La composicion de la pólvora de comercio es (55) de 60 partes de salitre, 20 de azufre y 18 de carbon de encina: sus manipulaciones iguales á las de la pólvora de mina, solamente que el grano es algo mayor que el de la fina, y se pabona tambien como esta: tiene igual merma que la anterior, y se vende regularmente á los buques corsarios.

Beneficio de las barreduras.

89. Las barreduras de los talleres de una fábrica de pólvora pueden dividirse en 3 clases, 1.ª las que resultan de las pólvoras finas, superfinas é imperiales, las cuales despues de pasarse por tamiz, si son de buena calidad pueden mezclarse con los polvos de la pólvora de guerra: 2.ª las de la pólvora de guerra que pueden mezclarse con los polvos de la pólvora de mina; y 3.ª finalmente las de las pólvoras de mina y comercio, y las que no pueden mezclarse con estos polvos, de las cuales se hace legía para estraerles y recoger el salitre.

90. Habiendo tratado de los métodos comunes de fabricar la pólvora, y de las especies mas usuales de ella, pasarémos á esponer dos métodos que se han intentado introducir en nuestro tiempo, con el objeto de abreviar y perfeccionar esta operacion; y terminarémos este número indicando algunas otras composiciones detonantes, de iguales ó mayores efectos que los de la pólvora comun.

Método de fabricar la pólvora por medio de toneles, platillos y prensas.

91. Los químicos franceses Carni y Chaptal conociendo que los métodos comunes de fabricar la pólvora, eran demasiado lentos para el grande consumo que se hacia en la guerra de la revolucion de Francia, y bien persuadidos que el mayor enemigo de este misto es la humedad, idearon abreviar y perfeccionar su fabricacion, empleando en ella la menor cantidad de agua posible. Su invencion se puso en práctica á principios de la revolucion en la fábrica de la Unidad; y si hubiésemos de dar entero crédito á Chaptal en todo lo que dice sobre esta fábrica en la 3.ª edicion de sus elementos de química, publicados en 1796, los efectos sobrepujaron á sus esperanzas. Las operaciones para fabricar la pólvora por este método se reducen: 1.° á moler y tamizar separadamente los ingredientes: 2.° á hacer la mezcla y una division mas perfecta en toneles por medio de balines de metal: 3.° á dar á la mezcla ó composicion despues de bien molida la consistencia necesaria por medio de una corta cantidad de agua y una prensa.

92. La pulverizacion de los materiales se egecu-

ta en dos muelas verticales de metal de campana, de 4 á 6 mil libras de peso cada una, que dan vueltas en una canal del mismo metal, en el que se pone el material, y con la misma máquina se mueven 6 cedazos que tamizan el material conforme se va sacando de debajo de las muelas. Es necesario que el azufre quede reducido á polvo finísimo, y asi los cedazos en que se tamiza deberán ser muy tupidos. El salitre y el carbon basta pasarlos por telas de cáñamo algo tupidas; pero ambos deben estar muy secos ántes de llevarlos á moler, para lo que se ponen en una estufa á la temperatura de 40 á 50 grados del termómetro de Reaumur, bien estendidos sobre bastidores, removiéndolos continuamente hasta reducirlos á arena menuda y muy seca: en los paises calurosos puede hacerse esta operacion al sol.

93. Molidos bien los ingredientes se mezclan en las proporciones oportunas, y se echa la mezcla en toneles de 32 pulgadas de largo y 22 de diámetro, los cuales son de encina bien gruesa, y por la parte interior tienen 6 listones tambien de encina de 15 líneas de salida, y de 12 á 13 de ancho. En uno de los hondones tienen una abertura de cerca de 6 pulgadas en cuadro, con una portezuela para introducir y sacar el material. Estos toneles están enfilados por un ege de hierro guarnecido de madera, que sale por los dos estremos y descansa en un cavallete sobre el cual gira libremente. A uno de los estremos del ege está ajustada una linterna con 22 husos, y engrana en una rueda dentada horizontal de 18 pies de diámetro, la que tiene 216 dientes, y mueve 18 linternas ó faroles. Para esta operacion se emplean 4 caballos que dan vueltas en el piso del edificio en que están los toneles; y cada uno de estos contiene

75 libras de composicion y 80 de metal de campanas en balines de cuatro líneas de diámetro. Cada tonel da 35 á 40 vueltas por minuto; y en hora y media ó dos horas de trabajo se consigue hacer perfectamente la mezcla. Se reconoce que está bien hecha si estendida con un cuchillo de cobre sobre una tabla bien lisa y puesta al sol, no se advierte desigualdad en el color, ni un átomo brillante, ni resistencia en la presion.

94. Para dar á la composicion la consistencia necesaria y poderse granear, se tienen unos platos rectangulares de nogal de 16 pulgadas de largo y un pie de ancho, cuyos costados están guarnecidos de listones de 5 á 6 líneas de altura y del mismo ancho: los ángulos interiores de estos listones y los bordes de la parte inferior de los platos están dispuestos de modo que pueden encajonarse ó entrar cómodamente unos en otros. Se pone sobre el plato un pedazo de angeo mojado: sobre este se echa una capa de la composicion, y se cubre esta con otro angeo mojado, encima se coloca otro plato dispuesto de la misma forma, y asi sucesivamente hasta 25 platos unos sobre otros, cubriendo el último con una tabla que ajuste sobre él como cada plato con el que tiene debajo, y en esta disposicion se ponen en una prensa fuerte, con lo que se forma una pasta dura, que se desmenuza entre las manos, y se deja secar ántes de llevarla á granear.

95. El graneo y demas operaciones se egecutan por el método ordinario, y bastan 3 á 4 horas de buen sol para secarse perfectamente. No da la pasta mas que 30 á 40 por ⅝ de grano.

96. Este es el método revolucionario de fabricar pólvora tan ponderado por su autor; y pre-

sentado como preferible á los que se conocian hasta el dia por todos los químicos que han escrito posteriormente sobre el asunto. No obstante el autor de este tratado lo impugnó en 1800 en su arte de fabricar pólvora; y su opinion la vemos confirmada por Renaud en su memoria, quien despues de describir esta maniobra concluye diciendo que ha sido abandonada en Francia por las contras siguientes: 1.° el solo coste de las prensas inventadas para formar la pasta era muy crecido, y habia que multiplicarlas en gran número: 2.° las capas de la composicion contiguas á las telas mojadas recibian demasiada humedad quedando secas las del centro: 3.° dichas telas se impregnaban de salitre, y lo robaban á la pólvora: 4.° la fuerza de la prensa aglomeraba algunas partes de la composicion, y apénas podian granearse; 5.° la compresion no era igual en todas las prensas; 6.° en el graneo resultaban muchos granos de poca ó ninguna consistencia.

Fabricacion de la pólvora redonda de Champy.

97. Las teorías en que estaba fundado el método que acabamos de describir, eran demasiado alagüeñas para que alguno no tentase ver si podia vencer los ostáculos y contras que se habian presentado en la práctica; y asi siguiendo Champy los mismos principios estableció su fábrica en Essone y Vouges. El procedimiento de este fabricante es el siguiente: los ingredientes se trituran y tamizan separadamente por medio de muelas y cedazos como en el método anterior (91); y lo mismo sucede en la trituracion y mezcla (93). Se saca esta del tonel, y se humedece con 15 por ⁰⁄₀ de agua con la mayor igualdad posible: pues

dice Renaud que de esta buena reparticion de humedad depende la perfeccion del graneo, y para ello se pasa sucesivamente la composicion por dos cribas de piel. La compresion y graneo se hacen por solo el movimiento de rotacion del tonel en que se echa la mezcla ya humedecida; y en ménos de media hora se convierte casi toda en granos redondos sin necesidad de ningun obrero; los que se separan en clases segun su tamaño por el método ordinario: en las paredes interiores del tonel queda pegada 3 á 4 por 100 de la pasta; y esta es la única merma que tiene esta operacion; la que recogida despues de hecho el graneo se mezcla con la composicion siguiente. Despues del graneo se tiene enjugando á cubierto por espacio de tres dias, y en seguida se pone á asolear por otros dos.

98. La pólvora fabricada de esta suerte tiene segun Renaud todas las ventajas de la pólvora de Suiza: sus alcances son mayores: tiene mucha consistencia, pues habiendo puesto por partes iguales en 4 toneles 200 libras de esta polvora, y estando rodando 14 horas consecutivas á 20 vueltas por minuto, dieron 20 veces ménos pólvorin que la pólvora comun espuesta al mismo esperimento: tiene la ventaja de producir mas grano que la de Suiza y que todas las pólvoras angulosas, y de exigir ménos tiempo y operarios para su fabricacion: su maniobra está exenta de los accidentes que ocurren con frecuencia en los molinos de mazos, y aunque tarda mas tiempo en asolearse, lo remedia en gran parte Champy con la ingeniosa invencion de sus estufas. A pesar de estas ventajas teme Renaud, que esta pólvora se altere ántes que la comun, fundándose en las razones siguientes. La mucha agua con que es preciso hume-

decer la mezcla para tomar cuerpo y granearse no puede evaporarse sin muchos inconvenientes. 1.° Esta agua disuelve parte del salitre, y desde que comienza á evaporarse cuando se pone á enjugar aparece en puntos brillantes en la superficie de los granos: 2.° esta eflorescencia es mayor en el asoleo particularmente si se hace este sin enjugar bien la pólvora, ó lo que es lo mismo cuando le ataca repentinamente un calor muy subido: este salitre cristalizado se desprende de los granos al separarlos en suertes, y asi se ha recogido polvorin que contenia de 85 á 86 por ⅌ de esta sal con detrimento de la demas del grano: 3.° el salitre que pasa á cristalizarse en la superficie esterior del grano, es preciso que al atravesarlo lo deje muy poroso, y por lo mismo espuesto á alterarse con facilidad: 4.° la grande cantidad de agua que se echa en la mezcla hace tambien que las cribas de piel por donde se pasa ántes de echarla en los toneles, se maltraten á poco tiempo; inconveniente que no se ha podido evitar usando de las cribas de madera de la Alsacia, pues el polvorin se deposita entre la hebra de la madera y obstruye los agugeros con prontitud, sin que para limpiarlos alcance el cepillo; y la alternativa de sequedad, y humedad les hace perder su forma: 5.° en fin esta pólvora redonda como digimos de la de Suiza, tiene el grande inconveniente de no prender bien en la cazoleta de las armas de fuego. Concluye Renaud diciendo que el coste que tendria la construccion de las máquinas propias para este nuevo método de fabricar la pólvora, junto á los inconvenientes espresados han impedido que se haya adoptado en Francia hasta que el tiempo corrija sus defectos y confirme sus ventajas. Considerando nosotros que

desde 1811, en que Renaud imprimió su memoria ha transcurrido bastante tiempo para poderse haber esperimentado las ventajas de esta fábrica, pedimos informes á Paris sobre el asunto, y acaban de contestarnos que de resultas de los últimos acontecimientos de aquel pais, se ha espatriado el citado Champy, y ha vendido su secreto á los Prusianos: que el gobierno frances ha guardado el mayor sigilo sobre este invento; y que trata de restablecer la fábrica de Essone, lo que da á entender se halla persuadido de las ventajas de esta pólvora: añadiendo por último que despues de las propiedades manifiestas de atraer ménos la humedad y su mas fácil transporte, respecto á la angulosa, se sabe tambien que en las pruebas con el morterete dio mayores alcances que esta última; é iguales habiendo hecho las pruebas con piezas de los varios calibres de ordenanza.

Pólvora muriática.

99. Entre las composiciones detonantes que vamos á indicar merece la preferencia la que se hace con *muriato sobreoxigenado de potasa*, ó lo que es lo mismo con la sal neutra compuesta de potasa y del ácido muriático sobrecargado de oxígeno. Segun los esperimentos del químico Proust esta sal cede su oxígeno á cualquiera cuerpo combustible con mucha mas facilidad que el salitre, y la produccion de gases en la combustion es mucho mayor que con aquel, pues llega á cuadruplicarla: por eso la pólvora hecha con él es sin comparacion mas fuerte y poderosa que la comun ó fabricada con salitre; pero tiene la contra que al triturar la mezcla, como el azufre es un cuerpo eléctrico (29), y dicha sal cede con tanta facilidad

su oxígeno, al menor frotamiento hay electricidad y combustion: asi es que cuando los químicos Bertollet y Pelletier intentaron los primeros esperimentos con este misto, ocurrieron accidentes funestos y hasta la muerte de algunas personas.

100. Esta sal no se halla formada naturalmente, y es preciso hacerlo por el arte, pasando sobre potasa cáustica el gas que se desprende de una redoma, en que se mezcla ácido marino con manganeso, para cuyo desprendimiento basta auxiliarle con un poco de calor; pero es de advertir que el producto de esta operacion no es todo muriato oxígenado de potasa, sino que para $\frac{1}{6}$ de esta sal se forman al mismo tiempo $\frac{5}{6}$ de *muriato de potasa sencillo*: por lo que resulta de un precio bastante subido. Esta circunstancia junta con el manejo peligroso en la composicion de esta pólvora, la hizo abandonar para el uso de la guerra: no obstante despues han vuelto algunos otros químicos, y entre ellos Cossigny á trabajar sobre el asunto para evitar los riesgos de la fabricacion de esta pólvora; y lo ha logrado en gran parte; 1.° reduciendo separadamente los ingredientes á polvo impalpable, valiéndose para el muriato oxígenado de potasa de un mortero de mármol y una mano de madera ó de cristal con un poco de agua: 2.° disolviendo en agua hirviendo en un mortero de mármol todo el muriato sin pulverizarlo, y hecha la disolucion completa mezclándole el azufre y carbon pulverizados y tamizados: por este segundo método se evita segun dicho químico toda especie de peligro.

101. El citado Cossigny siguiendo el 2.° método que acabamos de indicar, ha mezclado 1.° $\frac{3}{8}$ de muriato, $\frac{3}{8}$ de salitre, $\frac{1}{8}$ de azufre, y $\frac{1}{8}$ de carbon, y

resultó una pólvora superior á la hecha con solo el salitre, pero inferior á la fabricada con el muriato puro, ó sin mezcla de salitre: 2.° 3 partes de salitre, 1 de muriato, 1 de azufre y 1 de carbon, produjo una detonacion muy fuerte: 3.º 3 partes de salitre, 2 de muriato, 1 de azufre y otra de carbon, dió una detonacion aun mayor que la anterior. Las proporciones mas convenientes para hacer la pólvora con solo el muriato le parecieron á este químico las siguientes: $\frac{3}{4}$ de muriato sobreoxigenado de potasa, $\frac{1}{8}$ de azufre, $\frac{1}{8}$ de carbon. El muriato sobre oxigenado de potasa pulverizado por si solo y pasado por un tamiz de seda mezclado con la pólvora ordinaria le da mucha mas fuerza, y asi cuando se quisiese aumentar el efecto de las minas, arrojar bombas muy léjos ó disparar cañones á largas distancias, podria mezclarse con la carga al tiempo de disparar $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{7}$ ó $\frac{1}{8}$ de dicha sal sin presion alguna; el muriato pulverizado podria llevarse en talegos de cuero, metidos en barriles pequeños bien apretados y llenos, y no en carros sino á lomo para evitar el sacudimiento. Aun con estas precauciones no sabemos despues si la grande esplosion que causaria en las piezas de artillería las rebentaría ó desfogonaría; por todo lo cual y su precio subido no podemos hasta nuevos esperimentos considerar esta composicion como útil para el servicio de campaña.

Pólvora fulminante.

102. Se llama pólvora fulminante una pólvora blanca compuesta de 3 partes de salitre, 2 de *tartrito ácidulo de potasa*, ó sal de tártaro y 1 de azufre. Para formarla se reducen separadamente los ingredientes á

polvos impalpables, y se trituran juntos hasta que la mezcla quede perfecta. Echando esta pólvora en una cuchara de plata ó de hierro, y esponiéndola por un cuarto de hora á un fuego suave, se inflama la mezcla y detona con mucha violencia: una ochava de esta pólvora produce el mismo ruido que un cañonazo: si se hace este esperimento con una cuchara de cobre la rompe con su esplosion, por lo que no puede usarse con las piezas de bronce. La misma composicion resulta sustituyendo á la sal de tártaro el carbonato de potasa.

Pólvora blanca y de fusion.

103. La pólvora blanca se construye con 10 partes de salitre, una de azufre y 2 de serrin de sauco, ó bien sauco reducido á polvo. Se mezclan estos ingredientes, y se trabaja la composicion por el método ordinario; pero la pólvora no sale tan fuerte como la hecha con carbon.

104. Tres partes de salitre, una de azufre y otra de serrin forman una composicion conocida con el nombre de *pólvora de fusion* de bastante uso en la docimacia, y por su medio se llega á fundir facilmente una pieza de cobre. Por lo comun se hace esta operacion dentro de una cáscara de nuez, colocando dicha pieza entre dos capas de esta pólvora y dando fuego á la capa superior: fúndese entónces el cobre sin quemarse la cáscara, porque el azufre forma con el metal un sulfureto que es muy fusible.

Plata fulminante.

105. La plata fulminante es la composicion mas terrible en la detonacion: el contacto de un cuerpo frio

basta para hacerla detonar, y asi obtenido este producto es preciso dejarle sin tocar en la vasija en que se hace, y no debe tentarse su detonacion sinó en cortísimas cantidades como la de un grano. Para hacer esta composicion se disuelve la plata pura en ácido nítrico; se precipita la plata de esta disolucion por el agua de cal: se decanta el líquido, y se deja el óxido de plata al aire hasta que esté bien seco: en este estado se le echa amoníaco con lo que se convierte en un polvo negro: se decanta el nuevo líquido, y se le pone á secar como ántes, y los polvos resultantes son los que se llama *plata fulminante*. La detonacion de este cuerpo la esplican los químicos de este modo: el oxígeno de la plata se desprende con suma facilidad por la poca afinidad que tiene con el hidrógeno del amoniaco: de esta union resulta agua evaporada repentinamente con una fuerza de espansion prodigiosa; y el azoe del amoniaco quedando al mismo tiempo libre, se desprende con violencia y aumenta el efecto de la detonacion.

Oro fulminante.

106. Los efectos del oro fulminante son ménos peligrosos y terribles que los de la plata fulminante; para prepararlo se disuelve oro puro en ácido nitro muriático ó en ácido muriático oxigenado, que son sus verdaderos disolventes: en esta disolucion amarilla se echa amoniaco, con lo que desaparece dicho color, y al cabo de algun tiempo se van desprendiendo una especie de copitos, que toman poco á poco el color amarillo y caen al fondo de la vasija; y este precipitado seco á la sombra es lo que se llama *oro fulminante*, que no es mas que óxido de oro mezclado

con amoniaco, al cual aplicándole un calor moderado detona aun que no con tanta fuerza como la plata, y cuya esplicacion es semejante á la anterior. Los cuerpos aceitosos que se combinan con el oxígeno del oro fulminante, los ácidos que se han apoderado de su álkali, y finalmente un calor dulce y continuado que volatice estos dos principios sin llegarlos á inflamar, deben privar al oro fulminante de la propiedad de detonar, y asi falta este fenómeno en varios esperimentos.

107. Por último hay varios metales como el hierro, zinc &c. &c. que reducidos á limaduras y mezclados con tres partes de salitre en polvo, le descomponen en una temperatura elevada, haciéndole detonar, y matizando su llama de diversos colores, por cuya razon usan de estos metales los polvoristas en la composicion de los fuegos artificiales.

Número III.

Reconocimiento y prueba de la pólvora.

108. La pólvora se reconoce por sus cualidades esteriores, y se prueba esperimentando su fuerza y potencia: lo 1.° puede practicarse sin inflamarla y tambien quemándola: lo 2.° se conoce por la accion de la pólvora inflamada contra los cuerpos inmediatos y que impele.

109. A pesar de la poca seguridad de los caracteres esteriores para graduar el buen ó mal estado de la pólvora, indicarémos los que hasta aora se han seguido para el efecto. Aquella cuyo grano es igual y limpio y su color de pizarra, es buena: el color mas subido y enteramente negro indica de-

masiado carbon ó mucha humedad, circunstancias que debilitan la pólvora. Tambien se considera que tiene esceso de carbon, si puesta sobre un papel blanco le tiñe y pone negro.

110. Igualmente se descubre su calidad deshaciendo algunos granos entre los dedos ó contra una tabla lisa: si se destruyen con facilidad será crecida la dósis de carbon: si se encuentran algunas partes pequeñas tan duras que resistan á la accion del dedo y le punzan, no estarán bien incorporados el azufre ni salitre.

111. Los defectos de la pólvora se reconocen tambien inflamándola sobre un papel ó tabla lisa que no sea resinosa. Si deja algun residuo ó escoria blanca, y el humo es muy denso y sube con lentitud: si la llama chispea, ó es de color azulado: si quedan cerca del parage donde se inflamó algunas partículas amarillas, ó manchas oleosas, es señal que el azufre y salitre no están bien purificados, y que la pólvora está húmeda, averiada ó mal hecha; y si en el mismo parage se encuentran escorias negras será escedente la cantidad de carbon. Por el contrario si aplicando fuego á la pólvora en la espresada disposicion se inflama súbitamente sin chispear, ni dejar escorias, ni quemar el papel ó tabla, en tal caso se considera de sobresaliente calidad. Este medio de reconocer la pólvora, que los polvoristas llaman prueba de la *estampa*, hecho con mas escrupulosidad que ellos lo egecutan, indica con bastante seguridad la calidad de la pólvora, y en cierto modo su actividad. Para esto es preciso pesar exactamente la pólvora, y dejarla caer en la estampa por un embudo suspendido siempre á igual altura, y darle fuego con un alambre que caiga perpendicularmente sobre el vér-

tice del monton, ó con una lente dando fuego por una orilla; y aun con estas precauciones, algunos granos de pólvora arrojados por la inflamacion de otros, van á quemarse á larga distancia, y aumentan en la apariencia la señal que deja la pólvora.

112. Otro medio muy semejante al anterior, y que nos parece preferible es el que llaman algunos *prueba de los diámetros*. Se reduce á formar un exágono en una tabla limpia y lisa con radios de 5 á 6 pulgadas de Castilla: en cada ángulo y en el centro se vierte un adarme de pólvora por el método que acabamos de decir (111), teniendo mucho cuidado que no quede grano alguno en los intermedios: se prende fuego al monton del centro con un alambre largo, doblada é inclinada su punta, y si todos los demas montones de la circunferencia se prendiesen velozmente, se podrá inferir que la pólvora es activa. En este caso se aumenta el radio del exágono sucesivamente hasta un grado en que ya quede algun monton sin quemarse, y notando hasta que distancia se hace la propagacion del fuego á todos los montones, y probando del mismo modo las demas pólvoras, aquella que se inflame toda á mayores distancias es sin duda la mas activa. Los radios de los exágonos que se forman para colocar montones de pólvora, se miden regularmente por partes iguales á la base de cada monton, y se dice que tal pólvora alcanza ó es de tantos diámetros, tal de tantos, &c; y por esto sin duda se llama prueba de los diámetros. Finalmente se reputa por buena una polvora, si disparando una pistola ó fusil, queda la cazoleta de color rojo, que llaman *sangre* los cazadores; lo que tambien suele notarse en las piezas de artillería. Pero por la análisis química se sabe que este

residuo rojo no es mas que azufre algo requemado, y el tal fenómeno se observa solamente cuando la pólvora está muy asoleada y en tiempo seco. Pasemos á las pruebas.

113. La prueba de la pólvora que á primera vista parece una de las comisiones mas fáciles y sencillas de nuestra profesion, presenta en la práctica fenómenos y dificultades casi insuperables, si ha de hacerse con la exactitud y escrupulosidad que corresponde, cuya verdad se irá demostrando conforme se recorran los medios que se han usado y usan en el asunto. Es un principio demostrado que la fuerza ó potencia de la pólvora procede de la gran cantidad de gases ó fluidos aeriformes que se desprenden de este misto en el acto de su inflamacion, los cuales siempre que están encerrados ó detenidos por un cuerpo cualquiera, le rompen ó impelen á largas distancias. Esta cantidad de gases no solamente proviene de la resolucion del ácido nítrico del salitre en sus dos principios oxígeno y azoe, sinó tambien de la humedad que conservan el salitre y el carbon por mas secos que parezcan, la cual vaporizada en parte por el escesivo calor, y parte descompuesta en sus dos elementos hidrógeno y oxígeno pasa al estado aeriforme. Tambien concurre á este aumento el aire atmosférico que se halla entre los instersticios ó huecos de la pólvora, el cual con el gran calor de la detonacion toma una espansibilidad mucho mayor, que la que tiene ordinariamente. Por consiguiente parece que la pólvora que diese mas gases en su inflamacion debia ser la mas potente; pero para esto es preciso que este desprendimiento de gases sea en el menor tiempo posible, y si podemos decirlo así, instantáneo, de lo que se deduce que la fuerza de la pól-

vora está en razon compuesta de la directa de los fluidos, é inversa del tiempo de su inflamacion; y asi la medida de los gases aunque sea una prueba muy útil para combinarla con otras, no manifiesta con todo rigor la fuerza absoluta de la pólvora sinó á lo mas la relativa entre dos ó mas.

114. De igual naturaleza es la análisis química, pues esta solamente descubre la pureza y proporcion de los ingredientes, y no bastan estas dos condiciones para que la pólvora sea de la mejor calidad, sino concurren otras varias circunstancias.

115. La velocidad inicial que la bala comunica á los cuerpos inmediatos, es otra de las pruebas que se han imaginado para valuar la fuerza de la pólvora. Esta velocidad inicial se aprecia por el número de pies que haria correr á los cuerpos sobre que choca en un segundo de tiempo, si continuasen siempre con la celeridad que tienen al principio de su movimiento; y aunque se han discurrido diversos medios para resolver este problema, de los que se hablará en el artículo 11 al tratar de los alcances y cargas, todavía está muy léjos de haberse conseguido, por lo delicado de los esperimentos y poca exactitud de los instrumentos usados en ellos.

116. Igualmente se reconoce la fuerza de la pólvora cargando proporcionada y competentemente un arma de fuego, y disparándola contra un blanco de tierra, plomo, ó madera que esté próximo al arma; pues no tiené duda que miéntras mayor fuese la potencia de la pólvora, será mayor la velocidad de la bala, y por consiguiente se introducirá mas en el blanco. En esta prueba llamada de inmersion se supone que los disparos se han de hacer con una misma arma, cargada con toda igualdad, con balas

iguales en peso y medida, y que los blancos sean perfectamente homogéneos; condiciones que ofrecen ya bastante dificultad para combinar. El blanco de tierra es el mas defectuoso por lo dificil de hacerle igualmente homogéneo, y compacto en todas sus partes; y aun despues de logrado esto el enjugo y asiento de las tierras abren grietas, y las balas que dan en ellas penetran doble ó triple que en otras partes. El blanco de plomo es preferible á todos por lo que pertenece á su homogeneidad; pero cuando se trata de diferencias poco notables en las cargas ó velocidades de las balas, se ocultan las diferencias de sus inmersiones, y es imposible calcularlas. Finalmente el blanco de madera se deja penetrar mucho mejor que el de plomo y tierra principalmente si es arcillosa y está apisonada; y asi las diferencias que da en las inmersiones son notables, y se pueden medir con cierto grado de exactitud y de consiguiente compararlas entre sí; pero el grande inconveniente de este blanco es su falta de homogeneidad, y para hacerle es necesario escoger trozos de madera de un mismo árbol, y que sean sanos, sin nudos ni venteaduras, y comparar solo dos ó tres tiros entre sí, procurando que las balas dén á igual distancia de la camisa ó en unas mismas fibras. Asi es que esta prueba solo puede servir para comparar la fuerza de dos cargas ó pólvoras entre sí, y no para probar una sola pólvora. Y aun sobre este punto siempre quedan dudas ó rezelos sobre la igualdad de circunstancias; pues como hay que hacer los disparos con una sola arma, es preciso limpiarla á cada uno de ellos, cargar todos con la misma igualdad &c. &c.

117. Tambien se reconoce dicha potencia ó fuerza por el efecto que causa en una bala de fusil de

ordenanza, disparada contra una muralla con 8 adarmes de pólvora á distancia de 400 pasos ó 1000 pies de Castilla. Si de resultas del choque queda hecha pedazos la bala ó aplastada como una plancha, y sucede lo mismo en 6 ú 8 disparos consecutivos, la pólvora será admisible y de buen servicio, conforme á la ordenanza de 1728 que señalaba esta por una de las pruebas de la pólvora. Desde luego se percibe que esta especie de prueba solo puede ser conducente para saber si la pólvora que se esperimenta ó reconoce es ó no de servicio, mas no para conocer su grado de fuerza; pues no habria otra señal para ello que el mayor ó menor aplastamiento de la bala, que ademas de ser muy dificil de medir, podria depender de la mayor ó menor dureza del cuerpo contra que chocase, como una piedra dura, blanda, ladrillo ó argamasa.

118. La prueba mas comun es la del morterete que tuvo orígen en Francia en 1686 siendo gran Maestre de artillería el Mariscal Humieres, la que se adoptó generalmente en toda Europa, y en España por la ordenanza de 1728; y aunque este instrumento es bien conocido de todos, pasarémos á hacer su descricion segun se halla representado de perfil y elevacion en la lámina 7. AB diámetro del ánima: CD su longitud: FG diámetro de su recámara: DE su longitud: OS, *n*N plancha ó placa: L*bn* coginete con que está unida la plancha al cuerpo del morterete. Este descansa sobre un afuste ó paralelipípedo de madera, y se sujeta á él por medio de cuatro pernos que atraviesan el afuste, y la plancha, y se aseguran por encima de esta con cabezas de tuerca: J bombeta ó globo macizo de bronce. Tiene un taladro con rosca en el punto en que se cortan las dos li-

neas marcadas en su emisferio superior; y para poderla manejar é introducir en el morterete se le pone la llave ó tornillo K. Este se halla dividido en dos partes O, y P que enroscan una en otra; y la inferior O sirve para tapar el agugero de la bombeta luego que se haya colocado en el morterete. Las dimensiones del morterete y bombeta están marcadas en el artículo 36 del reglamento 7 de 1802, y en el 37 las circunstancias de la esplanada sobre que ha de colocarse.

La figura 2.ª manifiesta la vista de frente de la plancha que es *fg*, y del coginete que es XY.

119. No entrarémos en el por menor del modo de hacer las pruebas con este instrumento por estar descritas en los artículos 39, y siguientes hasta el 44 del citado reglamento; y asi solamente harémos algunas reflexiones.

120. El morterete y bombeta tal cual se usan en el dia tienen las mismas dimensiones que las que se le dieron en Francia, y habiéndose reducido el peso de la bombeta en nuestra ordenanza artículo 41, á libras castellanas, no se ha hecho esto mismo con la pólvora con que se carga el morterete, es decir, que teniendo la bombeta 63, 9 libras castellanas de peso, que corresponden á las 60 francesas, debia cargarse el morterete con 3, 195 onzas de pólvora, cuyo esceso sobre las 3 que señala el reglamento siendo la pólvora de buena calidad, hace alargar los alcances desde 6 hasta 10 toesas.

121. Si recorremos la historia de las pruebas con este instrumento desde su invencion hasta el presente, hallarémos una diferencia notabilísima en los alcances que se exigian en distintas épocas. En 1686, es decir, cuando la invencion de este instrumento, se

exigia solamente en Francia que el globo alcanzase 50 toesas; y se admitian en los almacenes las pólvoras cuyos alcances no bajaban de 45. En España por la ordenanza de 1728 estaba mandado que el alcance con el morterete fuese al ménos de 75 toesas; y en 1798 se dispuso que no bajase de 90 en las pólvoras destinadas para el egército, y de 100 para la marina, como parece que se observaba en Francia en la misma época. Esta disposicion se confirmó en nuestra ordenanza de 1802, pero por real órden de 20 de Mayo de 1807 está mandado 1.° que para darse en las fábricas las pólvoras por de buena calidad, deban tener de alcance en la prueba del morterete 128 brazas (110 toesas próximamente), tanto para el servicio del egército como para el de la armada: 2.° que fuera de las fábricas se dén por inútiles para la guerra las pólvoras cuyo alcance no llegue á 104 brazas (90 toesas próximamente): 3.° que todas las que bagen del alcance anterior pero que lleguen á 58 brazas (50 toesas próximamente) deban emplearse en fuegos artificiales, egercicios de instruccion, salvas y otros usos semejantes, y aun para la guerra en casos urgentes con destino al cañon: 4.° que cuando los alcances no lleguen á 58 brazas (50 toesas próximamente) se estraiga el salitre por los métodos sencillos y conocidos: que las porciones necesarias en los laboratorios de mistos se destinen á este servicio; á los estancos las precisas para sus consumos; y las restantes se conduzcan á las fábricas de pólvora. Una diferencia tan notable la atribuyen algunos á la perfecion que ha adquirido la fábrica de pólvora; y otros, acaso con mas fundamento, á que habiendo estado este ramo al cargo de la real hacienda y de asentistas particulares, adulteraban la calidad de las

pólvoras para tener ganancias mas crecidas. En 1811 en que Renaud escribió su memoria, el reglamento de Francia exigia 225 metros de alcance con el morterete que vienen á ser 115 toesas y 3 pies; y asegura que la pólvora que entónces se fabricaba alcanzaba hasta 133 y 134 toesas: el peso del globo era de 60 libras y se cargaba con 92 gramas de pólvora, que equivalen á 3 onzas y 5 granos.

122. Aunque en los citados artículos de la ordenanza (83) se indican las precauciones que han de tomarse para hacer las pruebas con este instrumento, como se han omitido algunas que créemos esenciales, nos ha parecido indispensable hablar de ellas. El menor defecto en la construccion del ánima del morterete ó redondez de la bombeta hace variar notablemente los alcances, porque no coincidiendo las bombetas en todos los puntos del ánima del morterete, el fluido aeriforme se escapa por la parte defectuosa, y el globo no es igualmente compelido por todas sus partes. En nuestras fundiciones es casi imposible desempeñar perfectamente estos dos puntos, y asi se nota comunmente que una misma pólvora, probada á un mismo tiempo, pero en distintos morteretes de unas mismas dimensiones da alcances desiguales. Por esta razon conviene no contentarse con hacer la prueba en un solo morterete sino con dos á un mismo tiempo, cargando el uno con una pólvora, y el otro con la que se ha de comparar con ella: limpias las ánimas y lavados los globos se hace otro disparo trocando las pólvoras en los morteretes, y asi sucesivamente hasta cuatro ó mas disparos.

123. Las dimensiones que se señalan en el artículo 36 del reglamento para el globo y morterete, nos parece que deben seguirse con todo rigor, y créemos

que el diámetro de la bombeta en bajando de 7 pulgadas y 2 puntos debe desecharse, sin admitir la rebaja que permite el artículo 39 del mismo reglamento.

124. Es tambien de la mayor importancia que la pólvora que se va á probar esté pesada con toda exactitud, para que los resultados en los alcances no sean falibles. Las pruebas deben hacerse en dias serenos de 10 á 12 de la mañana en invierno, de 8 á 10 en primavera y otoño, y al salir el sol en verano; aunque tambien convendrá repetirlas en otras horas y con algunas variaciones de la atmósfera, para que se vea lo que esta influye en los alcances, á cuyo fin se haran observaciones con el hígrómetro, barómetro y termómetro.

125. El nivel del terreno en que se hacen las pruebas particularmente en los puntos de la esplanada y el parage de la caida de los globos, es sumamente esencial, pues si este último está mas alto, marcará menores los alcances, y al contrario si está mas bajo. Tambien conviene que la puntería vaya lo mas recta que se pueda á la bandera, pues de ser los tiros muy torcidos puede haber equivocacion en la medida, y mas si para ello se nombran sugetos de poca inteligencia y escrupulosidad.

126. El artículo 45 del reglamento citado previene que para todas las fábricas se haga una sola pólvora llamada de *regla*, para probar los morteretes nuevos que se lleven á ellas; y aun la misma ordenanza prefija las dósis de los ingredientes que deben entrar en su fabricacion, el modo de elaborarla &c. Nosotros juzgamos escusada dicha pólvora, pues la comparacion de los nuevos morteretes con los antiguos de la fábrica, puede hacerse aun mejor

con la pólvora comun; y asi para la comparacion de estos morteretes preferimos el tener en la fábrica una bombeta perfectamente esférica, del peso y diámetro señalado en la ordenanza, sin mas uso que introducirla en el ánima de los nuevos morteretes, y observar si ajusta ó no exactamente. El autor de este tratado recomienda tambien esta pólvora de regla para comparar con sus alcances los de las demas pólvoras que se fabriquen. Esta comparacion puede hacerse con alguna exactitud en una sola fábrica y con un mismo morterete; pero transportada á otra y usada en distinto morterete no será nunca exacta. Es muy propio que en todas las fábricas haya una pólvora de esta especie, es decir, una pólvora esquisita que manifieste hasta donde ha llegado la perfecion del arte; pero en un asunto en que todavía falta tanto, y acaso es imposible llegar al último término de comparacion, parece ridículo atar, digámoslo asi, las manos al fabricante, para que no salga de las reglas prescritas en una ordenanza. Sabemos que en Julio de 1807 se elaboró en la fábrica de Murcia una pólvora de regla con 56 partes de salitre, $9\frac{1}{2}$ de carbon, $7\frac{1}{2}$ de azufre, 8 cuartillos de agua y $53\frac{1}{2}$ horas de trituracion; y hecha la prueba en el mes siguiente de Agosto en 15 disparos, con un morterete que se tenia por defectuoso, el alcance medio fue de 135 toesas, que es el mayor que se ha conocido en aquella fábrica, aunque estamos muy léjos de creer que indique la potencia absoluta de este misto.

127. Para terminar este punto insertaremos dos tablas que formó Lombard, para comparar los alcances de las piezas de batalla con los que las mismas pólvoras tuvieron en el morterete desde 100 hasta

125 toesas; pues aunque no deben considerarse estos esperimentos enteramente exactos, siempre dan por aproximacion algunas reglas oportunas para el uso de la pólvora en campaña.

Tabla de los alcances de punto en blanco de las piezas de batalla de á 12, 8 y 4, cargadas con 4, 2½ y 1½ libras de pólvora respectivamente, siendo los alcances de esta en el mismo morterete desde 100 hasta 125 toesas.

Alcances de la pólvora en el morterete.		Alcances de punto en blanco.		
		12	8	4
	Toesas.	Toesas.	Toesas.	Toesas.
Pólvora de---	100-----	238	228	224
	105-----	247	237	233
	110-----	257	246	242
	115-----	266	255	250
	120-----	276	264	259
	125-----	285	273	267

Tabla en que se manifiestan las elevaciones que deben darse á las piezas de á 12, 8 y 4 segun la distancia á que se hallan los blancos, y la catidad de la pólvora que se emplée.

Distancia del blanco.	Alcance de la pólvora en el morterete.	Elevaciones para los calibres de		
		12.	8.	4.
Toesas.		Grad.	Grad.	Grad.
250	Pólvora de 100 toesas.	2	2	2
300		5	5	5
350		9	9	9
400		14	14	14
300	Pólvora de 110 toesas.	3	3	4
350		7	7	7
400		14	13	12
450		16	15	15
300	Pólvora de 120 toesas.	2	2	3
350		6	6	6
400		10	10	9
450		14	14	13
500		18	18	17
300	Pólvora de 125 toesas.	1	1	2
350		4	4	5
400		8	8	8
450		12	12	11
500		15	15	14

128. La 2.ª prueba es la de la *probeta*. Se cono-

cen tres especies: la una se reduce á un morterete de la cabida de un dedal, con dos pies derechos á los lados de uno de sus diámetros, con dientes de sierra por los costados que miran al morterito: este se cubre despues de contener la pólvora con un sombrero sólido tambien de bronce, con dos orejas, guarnecidas de muelles que abrazan los pies derechos, por los que corre precisamente saltando de diente en diente y cuyas caras oblicuas miran hácia abajo, y las orizontales hácia arriba: tapado el morterito y dándole fuego por un fogon sumamente pequeño, hace elevar el sombrero, y pasar por mas ó ménos dientes segun su fuerza.

129. La otra especie de *probeta* es semejante á un pistolete (lámina 7.ª figura 3.ª), que tiene una rueda dentada y graduada *g*, oprimida por un muelle *i*, y puesta verticalmente sobre el cañon ó recipiente *d*, que contiene una determinada cantidad de pólvora. El impulso de esta cuando se inflama, choca á la plancha *f*, con que se tapa perfectamente el recipiente *d*, y está fija á la rueda *g*, y venciendo la resistencia del muelle *i*, hace girar la rueda mas ó ménos segun su potencia. El rastrillo y culata están representados en c: la caja de la probeta en *ab*, y *h* es el montante en que gira el ege de la rueda *g*, y este ege debe estar á igual altura que la boca del recipiente *d*. Por poco que se reflexione se conocerá lo inútil de este instrumento y del anterior cuando se trata de exactitud, y de apreciar diferencias no muy notables: los muelles pierden toda su fuerza con el uso, y mas con el orin que inmediatamente los cuatre y desgasta bañados por los fluidos de la pólvora. Añádese á esto, que en las probetas dichas se queman muy cortas cantidades

de pólvora; y entónces la diferencia del grano y del carbon influyen en gran manera. Son, pues, instrumentos inexactos, que solo pueden servir para medir diferencias notables en las potencias de las pólvoras igualmente graneadas, y que tengan unas mismas dósis de salitre, azufre y carbon.

130. La 3.ª especie de probeta es la inventada por el Caballero de Arcy que goza de la mayor reputacion, considerándola como el medio mas seguro y espedito de probar la pólvora, pero que no carece de defectos como luego se dirá, y está representada en las figuras 1.ª y 2.ª de la lámina 9: la 1.ª es un perfil en la misma direccion del cañon, y la 2.ª en sentido opuesto. Redúcese á un cañon pequeño de bronce ó hierro A del calibre de un fusil, suspendido de una barra tambien de hierro BS, con la que su ege forma un ángulo recto: la barra debe tener en el estremo opuesto al del cañon una cruceta *dd* de brazos iguales, con direccion transversal á la del ege del cañon formando ángulos rectos con la barra: dichos brazos están acerados y en forma de prisma triangular, cuya arista inferior descansa sobre las lunetas *f* atravesadas y fijas con tornillos en dos barritas DC, que forman ángulos mucho mas abiertos ó de muchos mas grados que los del prisma que descansa sobre ellas. El cañon con la barra y la cruceta forman un verdadero péndulo, que quedará vertical siempre que las lunetas *f* sobre que ha de oscilar estén en un mismo plano horizontal. A este efecto dichas barritas DC están fijas á un marco de hierro HG (fig. 3.ª), sobrepuesto á otro de madera X (fig. 4.ª), y aseguradas á él con tornillos, uno de los cuales se representa en V, y por medio de ellos se puede bajar y subir suavemente dicho mar-

co por el lado que se necesite para ponerle de nivel. En la prolongacion de la espresada arista de la barrita DD debe estar el centro de un limbo ó cuadrante graduado de laton 1, 2 (fig. 1.ª), perpendicular al marco de hierro y asegurado á él, y paralelo á las oscilaciones del péndulo. Si en la barra BS que sostiene al cañon se pone un brazo *g* (fig. 2.ª), de suficiente longitud para llegar á un índice ó mano *hi* (figuras 1.ª y 2.ª) que tenga el limbo, al retroceder el cañon, el índice movido por el tal brazo marcará en el cuadrante los grados del arco que describe el péndulo. Dicho índice se mueve sobre su ege, colocado en el centro del cuadrante como manifiesta la fig. 5, en la cual está tambien representada la plomada *mn*, para poner el cuadrante en situacion vertical. El marco X de madera (fig. 4.ª) en que está empotrado el de hierro HG (fig. 3.ª), está sostenido por cuatro pies derechos que salen de otro marco inferior y mas robusto tambien de madera, sobre que apoya toda la máquina formando un potro ó armazon en figura de pirámide truncada QOMP. La fig. 6 representa la barra BS, y el cañon A de las figuras 1.ª y 2.ª vistos en perspectiva, para manifestar la forma de la barrita *dd* y la palanca *g*: ambas son triangulares, y la primera acaba en punta para disminuir todo lo posible los rozamientos. Es sensible que ni Arcy en la citada obra, ni otro autor que sepamos, haya dado las dimensiones de esta máquina, que tampoco se pueden colegir de la lámina que la representa por estar en perspectiva é inexacta.

131. Para usar esta probeta se pone el cañon casi vertical, y se deja caer en él la cantidad de pólvora que se crea conveniente, para que su retroceso no sea muy pequeño ni muy fuerte, pro-

curando reunirla en el fondo de la recámara, y no atacarla ni golpearla: se pone en seguida suavemente el péndulo en las lunetas, y cuando está en reposo se le dá fuego con un estopin delgado: el cañon retrocede, y moviéndose el índice del cuadrante por medio de la barrita *g*, marca los grados que ha retrocedido, y por ellos se aprecia la fuerza de la pólvora.

132. A poco que se reflexione se ve que el movimiento del índice ó puntero que marca el grado de retroceso, podrá hacer equívoca esta prueba, respecto á que si está flojo marcará mas ó ménos de lo que oscile el péndulo por que impelido por este andará mas que él, ó porque despues se bajará por su peso á buscar la vertical: y si el tornillo con que se fija el péndulo, oprime bastante al índice para que no tenga libertad en su movimiento, será imposible uniformar esta presion para que sea constante, y mas cuando el calor, frio y uso la pueden hacer variar mucho. Para evitar estos inconvenientes se ha simplificado y perfecionado esta probeta con solo quitarle el brazo *g* y el índice del cuadrante. Con este fin se prolongó la barra del péndulo sobre su cruceta algo mas que el radio del limbo, haciendo que de su estremo saliese un brazo curvo vertical al limbo y rasante á el por su estremo: de modo que puesta harina sobre la periferia del limbo, este brazo de la barra la arrastra ó barre por toda la parte del limbo por donde pasa, dejando asi marcados con la harina los grados de la primera y mayor oscilacion. La descricion y uso de esta nueva probeta son las mismas que las de la anterior, y se halla en el artículo 38 del reglamento 7 de la ordenanza de 1802; y cuando se abra la lámina correspondiente se hablará con mas estension en un apéndice.

133. Renaud en su citada memoria de 1811 dice que en Francia se prefiere para estos esperimentos la probeta de *resorte* de Regnier; pero ni la describe ni prefija el modo de usarla. Nosotros no hemos visto mas que una copia de un borrador que existe en nuestro Museo militar de Madrid, de una que usaba el químico D. Luis Proust en las lecciones que dió en la Corte. Este diseño se sacó al tiempo que daba dichas lecciones y desde bastante distancia, por lo que está sin escala ni descricion alguna, del modo que la usaba aquel profesor; pero aunque no sea mas que por el dictado que lleva de resorte nos hace temer adolezca de los mismos defectos que todas las de su clase.

134. De los esperimentos hechos con este instrumento resulta que el número de grados marcados por el retroceso está en razon inversa de la magnitud del grano de la pólvora que se esperimenta; es decir, que si se hacen cuatro disparos con igual cantidad de una misma pólvora, pero dividida en suertes de cañon, fusil, caza y superfina, esta última marcará mas grados de retroceso, luego le seguirá la de caza, despues la de fusil, y por último la de cañon; y tambien sucederá que el polvorin de una pólvora marcará mas grados que igual cantidad de otra graneada para fusil ó cañon. Luego la prueba de este instrumento no sirve para calificar una pólvora, sinó para comparar la fuerza de dos ó mas, y para esto es necesario usarlas con una perfecta igualdad en el grano.

135. Este fenómeno parece que no puede depender de otra causa sinó de que cuanto mas fina es la pólvora se quema con mas aceleracion y en mayor cantidad. En efecto, si en frente del cañon se

coloca como á distancia de dos ó tres pies un perol ú otra vasija equivalente, con la boca enfrente de la del cañon, y se hacen cuatro disparos, 1.° con polvorin, 2.° con igual cantidad de pólvora de caza, 3.° con igual cantidad de fusil, y 4.° con la de cañon, y siempre de la misma pólvora, se observará que esta última arrojará dentro del perol muchos granos sin quemar: la de fusil mas que la de caza, y finalmente en el disparo hecho con el polvorin apénas se recogerá grano alguno. Lo mismo se ha esperimentado haciendo los disparos con el fusil y cañon; y variados los esperimentos con pólvora sola, con pólvora y taco, y con polvora, taco, y bala, se ha visto que en el 1.er disparo salian muchos granos sin inflamarse, ménos en el 2.° y ninguno ó poquísimos en el 3.° De estos esperimentos y los anteriores deducimos con el autor de este tratado, 1.° que cuanto mas menudo sea el grano de la pólvora, se inflama mejor y mas rápidamente en cargas pequeñas: 2.° que la pólvora se inflama mas ó ménos completamente en la recámara y ánima de las piezas, segun la mayor ó menor resistencia que encuentra para estenderse los fluidos que produce. En la 1.a edicion de este tratado se anuncia que en Inglaterra se habia inventado una máquina sumamente sencilla y exacta, con la que tres ó cuatro hombres podian probar en una mañana hasta 500 barriles de pólvora; pero á pesar del tiempo que ha transcurrido desde aquella época, no hemos visto en ninguna obra la descricion de la tal máquina, ni adquirido mas noticia que la que da el autor.

136. De todo lo dicho en este número se infiere que no solamente no hay hasta aora conocida ninguna prueba para apreciar la fuerza absoluta de

la pólvora con alguna exactitud, sinó que tampoco la hay para valuar la potencia relativa de dos ó mas pólvoras con toda precision; pero tomadas las precauciones que se han indicado, se conseguirán unos resultados bastante aproximados para conducirnos en la práctica de la guerra; y en un asunto tan complicado se debe renunciar á una exactitud tan rigurosa como la que cabe en las operaciones de fisica y quimica, hechas en pequeño y con aparatos é instrumentos delicados, cuales se encuentran en un laboratorio ó gabinete de máquinas.

Número IV.

Recomposicion de la pólvora deteriorada.

137. Cuando la pólvora es de materiales escogidos, fabricada con todo cuidado, y bien conservada, no se descompone, ni altera á no ser por un accidente; y hacerla de este modo seria el único medio de escusar sus recomposiciones. Mas si los ingredientes no están bien purificados, bien incorporados ó en las debidas proporciones, el tiempo solo basta para deteriorar las pólvoras, cuanto mas sus transportes y la humedad que en este caso atraerán con suma eficacia, por bien resguardadas que se tengan.

138. En el número anterior, hablando del reconocimiento de la pólvora, indicamos algunas señales esteriores por las que se podia formar algun concepto de su buena ó mala calidad; y refiriéndonos á ellas añadirémos las siguientes: 1.ª es de mala calidad la pólvora que está reducida á polvo, y los granos que restan son negros y se hallan aterronados: 2.ª lo es tambien cuando blanquea y brilla su superfi-

cie, ó cuando los granos están agrupados, principalmente en el centro de los barriles: 3.ª en fin si principia á hacerse terrones aunque conserve su propio color de pizarra.

139. Por solas estas señales prescriben algunos autores que las pólvoras de la 1.ª y 2.ª clase deben rehacerse de nuevo, y que basta asolear la de la 3.ª para ponerla en estado de servicio. Pero teniendo nosotros por muy equivocos estos indicios para un fallo de esta naturaleza, proponemos lo siguiente. Siempre que una pólvora por las señales indicadas ú otras cualesquiera, se cree que esté deteriorada, se asoleará una porcion de ella, y si probada despues con el morterete da los alcances que previene la ordenanza, es señal que no tenia otro defecto que la humedad, y que por consiguiente no necesita de mas operacion: mas si despues de bien asoleada no tiene los alcances de ordenanza, es prueba que hay vicio en los ingredientes, ó en su fabricacion, y es preciso desecharla por inútil para la guerra, y emplearla en los usos que se han prescrito anteriormente (121). Si es en gran cantidad se conducirá á los molinos para su recomposicion, y si en corta será mas económico despues de asoleada, gastarla en salvas, egercicios dotrinales y otros usos en que no importa que la pólvora haya perdido mucha parte de su fuerza.

140. Como de los tres ingredientes que componen la pólvora solamente el salitre es soluble en el agua, la falta de esta sal es la que regularmente se nota en las pólvoras averiadas; pero el paso de un rio, una fuerte avenida en un parque &c. &c. pueden hacer que el agua haya arrastrado consigo tambien parte del azufre y carbon; y para recomponer-

la en los molinos es preciso saber de antemano el defecto que tiene. Segun acabamos de decir, se atribuye generalmente á haber perdido parte de salitre, y para averiguar su cantidad, se valian nuestros fabricantes de medios poco exactos: se secaba al sol una medida determinada de esta pólvora, y comparando su peso con otra igual medida de pólvora buena de la misma especie, se le añadia de salitre lo que le faltaba de peso á la primera. Cuando los barriles estaban tarados se contentaban con volverlos á pesar, y añadir de salitre lo que les faltaba de peso. Lo grosero é inexacto de estos dos medios, asi como del que propone el autor en la 1.ª edicion §. 82, se deja conocer á primera vista, y asi deben desecharse por todo el que haya saludado la química, mayormente cuando los adelantamientos de esta ciencia han dado la mayor exactitud á la análisis de la pólvora, simplificándola en términos de que el ménos diestro puede egecutarla sin necesidad de los aparatos complicados y delicados de un laboratorio. En lugar pues de la análisis que copia el autor en el §. 86 de la primera edicion, que era la que se tenia por la mejor en tiempo de Beaumé, espondrémos dos métodos de otros dos químicos de nuestro tiempo, por ser mas exactos y sencillos.

141. Primero se hierve la pólvora que se quiere analizar con una cantidad de agua suficiente para disolver el nitro: se filtra la disolucion, y se evapora para recoger dicha sal y reconocer su cantidad y calidad: hiérvese despues con una disolucion de potasa caústica el carbon y azufre que quedaron mezclados sobre el filtro de la primera operacion, y apoderándose en este caso el alcalí del azufre, se forma un sulfureto hidrogenado que queda disuelto

en el licor, de modo que basta filtrarle para obtener el carbon sobre el filtro, despues de lo cual se aprecia la cantidad de azufre por el cálculo ó directamente por la esperiencia, precipitándole por un ácido: no obstante en este caso es siempre indispensable rectificar el pequeño error que resulta de un poco de azufre, que se volatiza con el gas hidrógeno sulfurado.

142. El segundo método que vamos á esponer nos parece aun mas sencillo y exacto. Se toma cierta cantidad de pólvora, por egemplo 100 granos, y pesada con toda exactitud se seca bien por medio del baño de arena, hecho lo cual se vuelve á pesar, y la diferencia de estos dos pesos indicará la humedad que contenia la pólvora. Notado este segundo peso, se la echa en un filtro de papel de estraza sin cola tambien bien seco, y pesado con toda escrupulosidad, despues se vierte encima agua hirviendo 5 ó 6 veces, es decir, la necesaria para disolver todo el salitre, valiendo mas escederse en esta operacion, porque el agua no puede disolver los otros dos ingredientes: el sedimento que queda en el filtro será pues el azufre y carbon que entraban en la pólvora: el filtro con este sedimento se pone á secar al sol ó en una estufa: despues se vuelve á pesar, y suponiendo que pesa 25 granos, quitada la tara del filtro, restándolos de los 100, deducirémos que 75 granos era la cantidad de salitre: se pasa despues dicho sedimento á una vasija de barro con su cobertera de lo mismo, que no ajuste muy bien, aplicándole un fuego lento y moderado, para que no se queme nada de carbon, y se sublimará el azufre en la cobertera y paredes de la vasija; y pesado el carbon restante y restado del peso total del sedimento, se tendrá la cantidad de azufre sublimado. Esta operacion quiere al-

gun tino y práctica, pues si el fuego es corto, no se sublima y separa todo el azufre, y si muy activo se quema el carbon: algunos químicos opinan que la cantidad de azufre que queda sin sublimar es $\frac{1}{42}$ de la sublimada, y con esta valuacion podrá calcularse toda la cantidad de azufre que contenia la pólvora.

143. Cuando inferimos por inducion que entraban 75 granos de salitre en la pólvora, pudimos cometer un error: en efecto, el agua que se echó en el filtro no solo se llevó consigo todo el salitre, sino las demas sales que podian estar mezcladas con él por ignorancia ó malicia del fabricante; pero aun suponiendo, que la purificacion del salitre se haya hecho de buena fe y con inteligencia, es muy dificil dejarle enteramente exento de sal marina ó comun, la que siendo en alguna cantidad considerable perjudica á la bondad de la pólvora. La averiguacion de la cantidad de sal marina contenida en el salitre podrá hacerse del modo siguiente: en la disolucion que cayó por el filtro se echa gota á gota un reactivo que llaman *nitrato de plata*, por componerse del ácido nítrico y de la plata, el cual no hará novedad en la disolucion si el salitre está enteramente puro; pero por poca sal marina que contenga resulta una nubecilla mas ó ménos grande, que vá precipitándose al fondo, formando un muriato de plata indisoluble en el agua. En este caso se continúa echando gota á gota del nitrato de plata, hasta que no resulte novedad visible en la disolucion; el polvillo que resulta en el fondo se echa en un filtro de papel, y se lava bien con agua destilada, la que como hemos dicho no debe temerse arrastre consigo nada de muriato de plata: despues de bien lavado se seca y pesa, y llamando *a* su peso, deducida la tara del filtro, y sa-

biéndose por la química que 100 partes de sal marina dan 245 de muriato de plata, se formará la proporcion $245 : a :: 100 : x = \frac{100}{245} \times a$, que es la cantidad de sal marina contenida en nuestro salitre. Si esta cantidad no escede de $\frac{1}{25}$ á $\frac{2}{25}$, es despreciable tanto por su poco efecto, como por la gran dificultad que hay en despojar al salitre de esta sal en las fábricas en grande. Aun cuando el polvorista haya usado del salitre mas purificado, si no lo empleó bien seco habria que deducir de nuestros 75 granos la humedad que contenia cuando se empleó, lo que es imposible averiguar si no se hizo de antemano.

144. En órden á las averiguaciones de las cantidades de azufre y carbon tambien pudo haber algun error por lo delicado de aquella operacion; pero lo principal es saber la verdadera cantidad de salitre, que es el ingrediente esencial y de mas precio que entra en la composicion, y sobre el cual puede por consiguiente recaer el fraude del fabricante. Algunos químicos y entre ellos Pelletier en Francia, dice que ha llegado á separar completamente el azufre del carbon, haciendo sublimar el azufre con mercurio, resultando en esta sublimacion un sulfureto de mercurio ó cinabrio. Siendo esto asi, sabido el peso del carbon y azufre que quedaron en el filtro; vuelto á pesar despues de la sublimacion, se tendrá la cantidad de carbon; y restada esta del peso total, dará la cantidad de azufre sublimado, ó el que entraba en la pólvora.

145. Conviene que los oficiales comisionados en nuestras fábricas de pólvora, se impongan corrientemente en esta operacion, pues no solamente es indispensable, como hemos dicho, para recomponer con acierto una pólvora deteriorada, sino que por su medio

se examina una pólvora estrangera: se averigua si en una fábrica se han apartado de las dósis prescritas por ordenanza: si los salitres son de ley: y en fin sin la análisis química no se pueden evacuar completamente los varios informes que se piden continuamente al cuerpo sobre pólvoras presentadas al gobierno.

146. Averiguada la falta de salitre que tiene la pólvora, se lleva á los molinos, y añadiéndole el material que le falta, se siguen con ella las operaciones ordinarias, solo que no necesita tantas horas de trituracion por estar hecha esta operacion de antemano. En nuestra fábrica de Murcia se pensó echar en los morteros un tercio de la pólvora averiada con dos de mezcla reciente, y humedecerla con agua saturada de la cantidad del salitre que faltaba á la primera, de este modo parece que debe resultar una pólvora casi igual á la de 1.ª construccion.

147. De todos modos, ántes de llevar la pólvora á los molinos, es preciso examinar con la mayor escrupulosidad si está mezclada con algunas arenillas ú otros cuerpos estraños, que podrian ocasionar una voladura. Cuando se halla en este caso, ó que ademas de la pérdida de salitre, le falta tambien azufre y carbon, no hay otro arbitrio que estraer el salitre que le queda como vamos á esponer. Si se trata solamente de algunos barriles, y se tiene á disposicion una refinería de salitre, se llena de agua la caldera, y se hace hervir: en una tina separada del fuego se echan 100 á 150 libras de la pólvora averiada, y por una canal se hace correr á ella agua hirviendo de la caldera, hasta la cantidad necesaria para que revolviendo la pólvora, se disuelva todo el salitre: despues se llena de agua la tina: se deja re-

posar dos ó tres dias: el azufre y el carbon se precipitan al fondo, y cuando la disolucion está bien clara se decanta el licor, el cual sirve para las cochuras ordinarias, ó para las disoluciones de salitre, que beneficia en razon de lo que contiene de esta sal.

148. Cuando hay una gran porcion de pólvora averiada para estraer el salitre, y no se tiene á mano una refinería, es menester poner las aguas de cochura en la fuerza necesaria para la cristalizacion. Con este objeto luego que esté disuelto el primer quintal de salitre (145), en lugar de estender la disolucion con mucha agua, se la deja reposar algunas horas para dar lugar á que se precipite la mayor cantidad de azufre y carbon. Se decanta despues el líquido, y se pone á hervir, y se hace pasar por nuevas cantidades de pólvora, hasta que el líquido marque 27 grados en el pesalicor de Lavoisier, que es el punto de cristalizacion para el salitre; no escediéndose de esta concentracion, porque sinó cristalizaria el salitre ántes de precipitarse enteramente el azufre y carbon, y se llevaria consigo algo de estas sustancias. Bastan dos dias para poner la disolucion en este estado, y entónces se hace hervir en la caldera 24 horas, y se pasa á los cristalizadores. Los cristales de salitre que se obtienen, salen por lo comun con un viso negruzco porque contienen algo de carbon, del cual se les puede privar, si se quiere, por una segunda cochura. El precipitado de azufre y carbon puede contener algo de salitre, y para beneficiarlo se pone dicho residuo en canastos de mimbre: se echan dos ó tres cubos de agua en cada uno, y el líquido que pasa se junta con las aguas en que cristalizó el salitre. Para que no arrastre el licor nada del carbon

ni azufre se pondrá dentro de la canasta una arpillera ó lienzo sobre el cual se echará dicho residuo.

149. Se dijo (138) que ántes de desechar ó no una pólvora conviene asolearla; y como esta es una de las operaciones mas frecuentes en nuestra profesion, insertarémos lo sustancial de la real instruccion de 1738, que se espidió para el efecto, y es la que rige aun en el dia.

150. Las principales circunstancias de ella son: que la pólvora se reconozca con exactitud, para que no se asolée mas tiempo que el respectivo á su estado de humedad: que se elija un terreno llano, seco, sin piedras, retirado del almacen y comercio, donde se tiendan encerados, mantas de lana, ó sábanas de lienzo fuerte, para asolear la pólvora: que en todas las avenidas de aquel parage se pongan centinelas, que no degen pasar sino á los operarios: que estos sean á satisfaccion del oficial comisionado, y no mas que los precisos; no permitiéndoles arma alguna, instrumentos de fumar, ni otro calzado que alpargatas: que se tengan prontos los barriles y sacos nuevos y recompuestos, que fueren suficientes para reemplazar los que resultaren inútiles al sacar la pólvora; é igualmente el almagre, serones, tamices, cuerdas, escobas, palas y artesas que se juzgaren necesarias; sin que en ninguno de estos utensilios haya la menor cosa de hierro: que se elijan para esta operacion dias muy serenos, haciéndola en invierno de diez á cuatro; y en verano de nueve á cinco de la tarde; y teniendo prevencion de encerados para cubrir y reservar la pólvora en caso de temporal inopinado: que no se saquen del almacen mas barriles que aquellos cuya pólvora puede asolearse en un dia, que se regula ser ciento y cincuen-

ta quintales con diez trabajadores y cuatro toneleros: que esta pólvora se estienda sobre los encerados, ó sábanas en capas poco gruesas, y se remueva con palas de hora en hora, hasta la una ó dos de la tarde, que estará seca, y se puede principiar á recoger y pasar por tamices: que cernida se ponga en artesas, en las que se tendrá bien tapada hasta otro dia, para evitar el inconveniente de que fermente, y se descomponga embarrilándola ántes de enfriarse: que cuando llegue este caso se ponga en sus sacos y barriles, dejándoles cuatro pulgadas de vacío, para que se remueva y ventée dentro de ellos: y en fin que estos barriles se rotulen con almagre anotando el peso, calidad, y fábrica de la pólvora que contenga cada uno, y despues se transporten y coloquen en el almacen.

151. Cuando los toneleros no estén empleados en abrir barriles para sacar pólvora, ó embarrilarla despues de asoleada, trabajarán en recomponer los barriles que hayan resultado descompuestos al tiempo de estraerla; para lo cual deberán tener de prevencion suficiente número de aros, ó cércoles en remojo, y aprovechar los barriles desechos, y las duelas y aros sueltos que existan en los almacenes.

152. Una de las principales circunstancias de esta maniobra es que se egecute con mucho órden y precaucion, á fin de evitar los peligrosos acidentes á que está espuesta, y la defraudacion de la pólvora dentro y fuera de los almacenes.

153. Por esto, como en dicha operacion hay por lo regular cuatro ó cinco por ciento de mermas, ademas del polvorin que resulta, se debe pesar la pólvora al tiempo de tenderla para asolearla, y tambien despues de tamizada cuando se embarrila, llevando una cuenta muy exacta por dias, tanto de

estos pesos como del polvorin que saliere (que tambien debe ponerse en los almacenes), é igualmente de los gastos que hubieren causado diariamente con espresion de jornales y materiales.

154. Concluido el asoleo se formará un estado general que comprenda con distincion las cantidades de pólvora que se hubiesen asoleado: las que hayan quedado limpias, secas y embarriladas, con espresion de su fábrica y calidad: las mermas que hayan tenido; y el polvorin que hubiere resultado.

155. Tambien se formará otro estado general en que se espresen todos los jornales gastados, los barriles nuevos que se hayan empleado, los descompuestos que se hayan aderezado, y cualesquiera otros gastos que se hubiesen causado. Ambos los intervendrá el comisario de guerra, los firmará el oficial comisionado, y certificará el gobernador conforme le conste: de ellos se darán tres copias, una al gobernador para noticia del ministro de guerra, otra al comisario para su oficio, y la tercera la dirigirá el oficial al comandante de su departamento.

156. Se ha dicho que el polvorin procedente de los asoleos debe ponerse en los almacenes, lo que se egecuta para emplearlo con utilidad del servicio. Por lo comun se crée que el polvorin se quema lentamente y sin fulminacion; que por esta causa no puede emplearse como la pólvora y que es preciso para que sea útil enviarlo á las fábricas para batirlo de nuevo.

157. Pero este parecer tiene contra sí muchas y muy exactas esperiencias recientemente hechas, por las cuales, sin embargo del dictámen contrario de muchos oficiales facultativos, y muy prácticos de Francia, se verificó que el polvorin de cualquiera

especie que sea, puede emplearse en tal estado con utilidad en las piezas de artillería, sin otra precaucion que la de aumentar alguna cosa las cargas. Por este medio todo el polvorin que exista en los almacenes, y no pueda por falta de proporcion remitirse á las fábricas para trabajarlo de nuevo, puede emplearse en tiempo de paz en salvas, y saludos, ó para algunos usos de las escuelas prácticas, y suplir en caso de guerra la falta de pólvora buena si se ha consumido.

158. De las tres clases de polvorin de que hablamos (78), como el primero está en las mismas fábricas se reduce siempre á pólvora. No asi los dos últimos, que por ser en corta cantidad, ó por evitar los gastos del transporte, ó por otros motivos, suelen quedarse olvidados é inútiles en los almacenes: su destino en los términos espresados, es una economía útil al servicio, particularmente en las salvas y saludos para cuyo arreglo se espidió la real ordenanza de 1748.

Número V.

Proporcion de los barriles ó cajones en que se ha de conservar y transportar la pólvora, y colocacion de esta en los almacenes.

159. La utilidad que resulta de que la pólvora se conserve en buen estado dentro de los almacenes, y se transporte con seguridad cuando se necesite, pende principalmente de la buena disposicion y ventaja que tengan los barriles donde se pone relativamente á ambos objetos.

160. Esta ventaja y disposicion nacen de la materia de que se fabriquen, de su respectiva capacidad, de la forma que se les dé, y de las precauciones con que se construyan, y con que se encierre la pólvora en ellos.

161. Los barriles se han de hacer de duelas formadas de corazon de roble, encina, castaño, ó haya. Las espresadas duelas se unen y aseguran entre sí con 7 aros ó cércoles por cada estremo, y uno sobre cada fondo con cinco clavijas ó tarugos de madera. Ordenanza artículo 49.

162. Algunos han proyectado hacer los barriles de cobre, tanto por su mayor duracion, como por que en ellos estaria la pólvora mejor custodiada y preservada de la humedad; pero este proyecto necesita varias esperiencias para verificar su utilidad, y certificarse de que es suficiente para recompensar el escesivo coste de dichos barriles. No obstante, como en los almacenes de los fuertes fundados dentro del agua se haya observado, que en breve tiempo se deteriora y pierde enteramente la pólvora, y aun los barriles que la encierran; seria conveniente para municionarlos poner la pólvora en unos frascos de cobre cerrados con roscas, y capaces de media arroba cada uno.

163. La magnitud de los barriles se debe determinar con atencion á la comodidad de su transporte. Por esto aunque en otro tiempo contenia cada uno ocho arrobas de pólvora, al presente solo puede encerrar cuatro: ninguna acémila es capaz de llevar dos barriles con cuatro quintales, y es dificil cargarla con uno solo de dos, de modo que esté bien equilibrado el peso todo el tiempo de la

marcha, y no la ofenda; lo que se consigue cargándola con dos barriles de quintal cada uno.

164. Las proporciones mas usadas y regulares para que dichos barriles contengan justamente un quintal de pólvora son: su altura 24 pulgadas; el diámetro mayor ó del vientre 15 á 16; el menor ó de los estremos de 13 á 14; y el espesor ó grueso de las duelas de 5 á 6 líneas. Ordenanza del cuerpo artículo 49.

165. Estas proporciones manifiestan que la forma de dichos barriles es la misma que la de las botas y toneles usuales, la cual es ventajosa para su colocacion en los almacenes, y para su fácil manejo y transporte; pero está espuesta al inconveniente de que con el tiempo se separen las duelas y dén paso á la humedad, que descompone y deteriora la pólvora principalmente en las marchas.

166. Por tanto se ha pensado que seria mejor encerrarla en cajones, pues siendo cada lado de ellos una tabla entera, y estando bien acopladas y ensambladas sus junturas se evitaria mucho mejor la humedad, tanto en los almacenes, como en los transportes. Este pensamiento tiene en contra: que como la tapa de los cajones es forzoso sea uno de sus lados mayores, y que esté suelta sin visagras, seria demasiado grande, y muy dificil ponerla de modo que quedase bien ajustado su cierro, y tan asegurado y firme como en los barriles: ademas que en los almacenes se apilarian estos cajones sentándolos de cuadro unos sobre otros por sus bases; y no quedaria huelgo entre ellos para ventilarse, y evitar los daños que causa la humedad en las maderas de mucha superficie, cuando se ajustan entre sí sin dar

cabida al aire. La esperiencia sola es la que puede determinar estos asuntos con acierto.

167. Ella ha manifestado que el mejor medio de construir los barriles es asegurar bien sus fondos, y ajustar las duelas con siete aros en cada estremo, y uno en cada fondo ó testera, afirmado con cinco clavijas ó tarugos de madera (161). Igualmente se cercolan con un aro sobre cada testera, cuatro á cada estremo, y tres á cada lado del diámetro mayor.

168. Antes de poner la pólvora en barriles se echa regularmente en sacos de lienzo crudo, y bien tupido, capaces de un quintal, y despues de bien atados se ponen dentro de los barriles; pero como el lienzo conserva y atrae la humedad por su naturaleza, se pudre, y es causa de que la pólvora fermente, se descomponga y destruya; por esto se ha preferido en Francia el uso del doble barril, poniendo la pólvora á granel en sus respectivos barriles, y estos dentro de otros que llaman capas (77): uso que evita el inconveniente de los sacos; pero no el de que con el tiempo se desunan las duelas de ambos barriles, facilitando la entrada de la humedad y salida de la pólvora, que se siembra por el suelo en sus remociones, y causa funestos accidentes. Como el peso del doble barril unido al de la pólvora pasa de once arrobas, carga demasiada para una acémila, usan para la guerra de campaña del barril sencillo (77).

169. Los cajones bien construidos estarian exentos de estos perjuicios, y mucho mas si se revistiesen ó aforrasen con plomo: en tierra no seria conveniente practicarlo por el mucho peso y coste; pero si en el mar donde es precisa mayor precaucion, y

se ha esperimentado que esta es muy útil para preservar los cartuchos y la pólvora. Empacada nuestra pólvora en los barriles se rotulan sus fondos, poniendo en el uno la letra inicial de la fábrica de donde procede, y á continuacion una de las letras iniciales C, F, R, segun la clase de cañon, fusil ó refina que contengan; y debajo el mes y año de su elaboracion para ir gastándola sin dejarla envegecer; y en el otro fondo se pondrá el alcance que tuvo en la prueba: con arreglo al artículo 50 del reglamento 7.° del cuerpo.

170. En Inglaterra se empaca la pólvora en simples barriles; pero sólidos, bien construidos y fortalecidos con aros de cobre: en ellos está precavida la pólvora de los accidentes del simple barril nuestro, y de que la humedad del saco en que la ponemos la deteriore: la única objecion que se puede oponer á este uso, es la de su mucho costo, que se desvanecerá á vista de la duracion de los barriles ingleses, que despues de vacíos se pueden transportar varias veces á las fábricas para volver á servir; de poderse economizar el saco; y de estar la pólvora mas precavida de las injurias del tiempo, y de accidentes.

171. La conservacion de la pólvora no solo pende de las precauciones con que se ponga en los barriles ó cajones; sino tambien de las que se tomen para resguardarla en los almacenes y transportes.

172. Los almacenes AA lám. 8 fig. 1.ª son unos edificios construidos con solidez, y del modo mas conducente al resguardo de la pólvora: á este efecto se situan al medio dia ó levante retirados del comercio: se cubren por lo regular de bóvedas á prueba de bomba: se hacen en el espesor de sus muros varios respiraderos G por donde pueda entrar el aire, y no

otro cuerpo directamente, porque tienen un dado en medio: se les deja una sola puerta H, y una ventana K, ambas con puertas de encina dobles, gruesas y bien ensambladas, cubiertas esteriormente con planchas de cobre, é interiormente con pieles crudas de buey: se rodean con una cerca de mampostería BB coronada de una estacada, cuya puerta L con su cancel MM esté á otro costado que la del almacen: EF indica la capacidad interior del almacen: el pavimento de este es un entarimado D sostenido con cuartones fuertes, elevados dos pies sobre el terreno: la parte de la derecha de este piso manifiesta el modo como se hace este entarimado: E son unos zócalos de piedra en que descansan los cuartones Q: sobre estos se colocan y aseguran con clavijas de madera los cabrios R, en que asientan y enclavijan las tablas que forman el piso. Las paredes se revisten ó forran interiormente hasta siete pies de altura, con tableros D fig. 2.ª, cuatro ó seis pulgadas distantes de ellas: y tanto los huecos que estos degen, como el del entarimado se llenan de carbon, sarmientos, ú otra materia que impida la comunicacion de la humedad del terreno con la pólvora. Esta fig. 2.ª es el perfil y elevacion del almacen, cortado por las lineas 1, 2; 2, 3; 3, 4; y 4, 5 de la figura anterior, en la que *ab* representa el espesor de la montea y macizo de la bóveda, y las demas partes están indicadas con las mismas letras de la fig. 1.ª La fig. 3.ª es otro perfil cortado por la linea 6,7 de la fig. 1.ª y la 4.ª una elevacion del almacen visto por la parte 8,9 tambien de la fig. 1.ª

173. En el entarimado se ponen los polines necesarios para colocar la primer hilada de barriles. Estos se apilan regularmente á cuatro de altura, y

cuatro, cinco, seis, ó mas de base conforme la estension del almacen; pero con la precaucion de dejar un espacio de cuatro pies, para maniobrar en los estremos y en medio del almacen; é igualmente pie y medio para pasar por los costados, y aun si pudiese ser por entre las pilas de barriles.

174. Los que formen los costados de dichas pilas deben estar retenidos con piquetes ó estacas altas, y fijas de firme en el entarimado. Como se ven representados en las figuras 1.ª, 2.ª y 3.ª El entarimado ha de barrerse con cuidado siempre que se haga alguna remocion de barriles; y para esta ó cualquiera otra maniobra se han de observar con los operarios y asistentes las mismas precauciones que en los asoleos.

175. La propia vigilancia deberá tenerse cuando se abran los respiraderos y ventanas de los almacenes para ventilarlos, lo que no se egecuta sino en tiempo seco y sereno, singularmente en los dias de Junio, Julio y Agosto, desde las diez de la mañana hasta las cuatro de la tarde.

176. Igual modo debe observarse en cuanto sea posible en los almacenes pequeños, ó repuestos de pólvora, ya sean estables como en la plazas, ya provisionales como en campaña. En los castillos y ciudadelas, que por lo comun son elevados, seria conveniente construir en lugares oportunos, como por egemplo bajo el terraplen de un baluarte, dos ó mas repuestos subterráneos de figura peróide con dos aberturas, una en la parte superior para entrar la pólvora, y otra en la inferior para estraerla. En ellos cabría en igual espacio mucha mayor cantidad de pólvora que en los almacenes regulares, se conservaria seca y en buen estado largo tiempo,

á causa de la circulacion del aire, y quedarian enteramente seguros y á prueba de bomba con las precauciones ordinarias.

177. Los Ingleses guarnecen sus almacenes de pólvora de fuertes estantes en los que acomodan los barriles sin sobrecargarlos: tambien á media vara del pavimento ponen un enrejado de madera, que forma el piso. Con estos arbitrios consiguen tener la pólvora mas precavida de la humedad, colocar mas cantidad en un almacen y con mas órden, remover los barriles mas facilmente, no maltratarlos, y obtener una limpieza muy apetecible; porque de haber polvorin sembrado en el pavimento puede resultar una voladura.

178. Siendo tan terrible y funesto el incendio ó voladura de un almacen de pólvora, y habiendo acontecido algunas veces por haber caido alguna centella; parece oportuno y muy propio de este lugar, dar noticia del modo de precaver semejantes desgracias, guarneciendo los almacenes de *conductores* ó *para-rayos*: invencion moderna debida á los progresos de la fisica y á las observaciones del célebre doctor Franklin. Antes de esponer la construcion de estos preservativos, se dará una nocion concisa de los principios sobre que se han inventado, y por los que se arregla su construcion.

179. La observacion y esperiencia han hallado que en el rayo ó centella, y el fuego eléctrico se encuentran estas mismas propiedades: 1.ª ser luminosos: 2.ª tener el mismo color la luz: 3.ª moverse serpenteando ó haciendo contínuas curvas: 4.ª la rapidez del movimiento: 5.ª la facilidad de dejarse conducir por los metales; esto es, de seguir la direccion de ellos: 6.ª el ruido ó chasquido de su

fulminacion: 7.ª la de subsistir en el agua y aun en el hielo: 8.ª la de romper los cuerpos por donde pasan: 9.ª de matar los animales: 10.ª de fundir los metales: 11.ª de incendiar las sustancias inflamables: 12.ª su olor á azufre. En vista de todas estas propiedades comunes y demas descubrimientos modernos, está demostrado que el rayo no es mas que fuego eléctrico, y teniendo este la particular propiedad de ser atraido, y aun despedido insensiblemente por los cuerpos metálicos puntiagudos, era de creer que sucediese lo mismo al rayo: efectivamente la esperiencia ha manifestado ser sólida esta congetura; y que realmente las barras terminadas en punta se cargan de fuego eléctrico en tiempo de tempestad. En vista de esto un para-rayo se reduce á una barra terminada en punta y bastante elevada, que por sí misma, ó por una cadena de metal, conduzca el fuego eléctrico hasta donde haya agua, ó mucha humedad. Mas como un almacen de pólvora sea digno de las mayores precauciones, nunca serán demasiadas las que se tomen para asegurarlo de una voladura de parte de los rayos ó centellas; y asi la construcion de sus para-rayos necesita de proligidad, y exige otros requisitos: veánse pues cuales deban ser estos.

180. El para-rayos de un almacen de pólvora se compondrá de una barra de hierro de 12 á 18 líneas de grueso. Se coloca regularmente en el sitio de la veleta ó aun lado de ella; pero en este caso debe quitarse aquella, y que la barra sobresalga 15 á 20 pies de la mayor ala del edificio, suponiendo que este no esté dominado; pues entónces deberá ser la altura de la barra mas considerable. Para que el herrumbre no consuma la punta, que será mejor mién-

tras mas sutil, serán las últimas seis pulgadas de cobre; y para mayor seguridad se formará el vértice con un grano de plata, ó mejor, dorado porque asi resiste mas sin fundirse al fuego eléctrico y tiene mayor afinidad con él. Si la barra no es de una sola pieza se unirán sus segmentos con cortes hechos á cola de milano, ó con espigas, interponiendo unas hojas de plomo, para que el contacto sea mas inmediato, y no se pierda su continuidad; y sus uniones se afirmarán con abrazaderas de hierro. Del pie de esta barra saldrá otra del mismo ó algo menor grueso por encima del tejado y que sobresalga de él 2 á 3 pies, y formando alli codo se introducirá verticalmente hasta una profundidad en que se encuentre agua ó bastante humedad. La parte de la barra que caiga sobre el tejado no necesita de estar aislada como se creia, pues la esperiencia ha acreditado que sin este requisito el fluído eléctrico correrá por toda ella hasta perderse en el pozo. Pero sí conviene que toda ella sea redonda y esté pintada al óleo para preservarla del herrumbre, y que la parte que se introduzca en el agua ó humedad, esté cubierta con un tubo de plomo para el mismo efecto.

181. Si el para-rayo ó para-rayos se situan fuera del edificio ó almacen, en cuyo caso las barras pueden ser rectas hasta parar en el pozo, se enlazarán al pie de la veleta del almacen cuatro cadenetas, que bajando por los cuatro costados ó ángulos, vayan á terminarse al pie de dichas barras: el grueso de aquellas ha de ser el del dedo pequeño; y han de estar pintadas al óleo siendo de hierro. Algunos autores aconsejan que en lugar de eslabones se compongan de una especie de trenza ó soga hechas de alambres; tambien advierten que será mas acertado

hacerlas de laton, para que no estén espuestas á destruirse por el herrumbre: la primera advertencia nos parece mas esencial, porque la soga ó trenza conserva la continuidad del metal, y ademas no se está espuesto á que saltando un eslabon se pierda enteramente.

182. No se ha averiguado todavía, y acaso es inaveriguable, hasta que distancia se estiende la virtud atractiva de la punta de un para-rayo; pues esto depende de la mejor construcion y posicion de este, su magnitud y elevacion, y de lo mas ó ménos cargada que se halle la nube, su estension &c. circunstancias que varían en todas las tronadas. Asi que ha habido diversidad de opiniones sobre si conviene ó no colocar una sola ó muchas puntas en cada edificio. Brison con algunos otros fisicos prefieren una sola punta, diciendo que se ha observado que de este modo se descarga mejor la nube que si se hiciese parcialmente con dos ó mas; y que atrayendo cada una de ellas igual porcion de electricidad y equilibradas sus fuerzas, ha sucedido caer el rayo en el intermedio de una y otra: concluyendo de aqui que solamente deben multiplicarse las puntas en los edificios de mucha estension. Otros autores son de dictámen contrario, y considerando que no están de mas ninguna precaucion ni gasto para libertarse de un efecto tan terrible como el del rayo, aconsejan se pongan dos ó mas puntas en cada edificio, comunicándose una á otra con barillas de hierro ó trencillas de alambre, con lo que se evita el inconveniente que acabamos de citar de poder caer el rayo entre una y otra. Finalmente para que el para-rayo pueda atraer el fluído eléctrico en todos sentidos, aun de aquellas nubes muy bajas, y que se hallan de costado, se ha imaginado hacerle de cinco

puntas, una vertical, y las otras cuatro bastante mas abajo en forma de cruz, formando con aquella un ángulo de 60 grados. Los que quieran enterarse á fondo de esta materia podrán ver las obras de Franclin, Milord Mahon, Ingenhouzs, Barbier, Haüy, Brisson, Sigaud de la Fond y otros: nosotros concluirémos dando la descricion del para-rayo mas moderno que conocemos, y que se halla establecido en la fábrica de pólvora de Villafeliche, en los almacenes de pólvora de Palma en Mallorca y en los de Guadarranque en el campo de Gibraltar.

183. Este para-rayos, llamado á la italiana y construido con todas las precauciones imaginables, se halla representado en la lámina 10. La figura 1.ª representa el plano del almacen de pólvora, en el que se manifiesta á vista de pájaro la colocacion de los para-rayos, de los alambres de hierro para la direcion del fuego eléctrico, y la situacion de los pozos en que se sumerge: *a* tres para-rayos colocados verticalmente sobre el caballete del tejado, representados en elevacion en las figuras 2.ª y 3.ª, y marcados con las mismas letras para mayor inteligencia: se situan como á 30 varas de distancia, ó sobre las esquinas del edificio segun la magnitud y conguracion de este: *b* torna puntas que sostienen los para-rayos asegurados en encarceladuras de mampostería *c*: *d* trenzas de alambre de hierro como de dos líneas de grueso, las cuales enlazan entre sí las puntas de los para-rayos, y la comunicacion de ellas con el agua de los pozos *e*: *f* canales de madera enterrados para el paso de las trenzas de alambre: *h* losas que cubren las bocas de los pozos: *i* cerca del almacen, la cual no se representa en las figuras 2.ª y 3.ª por evitar confusion. Figura 2.ª elevacion del almacen y perfil del terreno

por la línea 1, 2 de la figura 1.ª, en la que todas sus partes están representadas con las mismas letras que en la figura 1.ª: *g* ganchos ó anillas de hierro fijas en el fondo de los pozos para afianzar en ellas las trenzas de alambre: *j*, *k* línea de nivel ú horizontal. Figura 3.ª elevacion y perfil por la línea 3, 4, 5, 6, 7, 8 de la figura 1.ª cuyas partes correspondientes á las espresadas en las figuras 1.ª y 2.ª se anotan en esta con las mismas letras. Figura 4.ª elevacion del para-rayos y perfil del estacon á que se adapta: *a* perfil del árbol ó estacon del para-rayos de 9 á 12 pies de alto y de 3 á 4 pulgadas de grueso: *b* barra cónica de hierro de un pie de largo y una pulgada de grueso con la espiga *c*, que se acomoda á una escopleadura hecha al estremo del árbol: *d* parte dorada de la punta del para-rayos para atraer el fuego eléctrico: *e* filete ó tope sobre el que se entorchan las trenzas de alambre *h*: *f* perfil del recipiente de vidrio para dejar aislada la barra, como cuerpo idioeléctrico: *g* resina ó lacre con que se cubre la parte superior del estacon y del recipiente para mayor firmeza y precaucion; por igual razon se pone tambien lacre entre el recipiente y espiga.

184. Pasemos en fin á indicar las precauciones con que se debe transportar la pólvora. Y son: que cada diez bagages marchen separadamente á distancias de doscientos pasos: que cada carga lleve su manta, y sobre ella un encerado que cubra bien los barriles, para precaverlos de los chispazos de las herraduras: que al tiempo de cargar y descargar se observe la misma diligencia y cuidado que en la marcha: que el parage donde se descargue se reconozca ántes, para elegir otro en caso que no sea apropósito: que los soldados que acompañen el convoy usen solo de arma

blanca para lo que ocurra; llevando sin piedras las de fuego: que tanto estos como los bagageros no fumen, ni lleven los instrumentos necesarios para ello: que al pasar por las ciudades y poblaciones se tome el camino mas seguro y retirado del comercio: evitando con particularidad las calles donde hubiese herreros, ú otros oficios semejantes: y últimamente que vaya en el convoy el correspondiente número de bagages de respeto, para que en caso de inutilizarse alguno de los empleados no se dege abandonada su carga.

Número VI.

De la inflamacion y fuerza de la pólvora.

185. Espuestas las nociones concernientes á la fábrica, conservacion, reconocimiento, y transporte de la pólvora, procederemos á espresar cual sea el mecanismo de su inflamacion: si esta es sucesiva, ó se puede tomar por instantánea: en que consiste su fuerza; y como se puede apreciar, y calcular. No es nuestra intencion tratar estas materias con toda la proligidad y estension con que se hallan en algunos autores modernos; porque seria alargarnos demasiado é introducirnos como han hecho muchos, en cuestiones metafisicas tan agenas del asunto. Asi que despues de los hechos que por incidencia tenemos ya sentados en los números anteriores, pasarémos á esponer aquellos principios y fundamentos indispensables, para poder proceder con acierto y solidez en las prácticas y aplicaciones de ellos en nuestra profesion.

186. La pólvora como cualquiera otro cuerpo combustible no se inflama igualmente con todos gra-

dos de fuego, sino que necesita uno determinado, y mayor cuanto mas enrarecido esté el aire que la rodea.

187. Para convencerse del primer punto basta echar unos granos de pólvora sobre una brasa, y se observará, que los granos contiguos al carbon se inflaman y destruyen instantaneamente: que los granos algo distantes arrojan poco tiempo despues una corta y débil llama azul, que sucesivamente se va aclarando, hasta que en fin se destruye el grano con fulminacion: que otros granos mas distantes producen la llama azul como los precedentes, la cual se disipa sin destruirse el grano: y que en fin otros mas remotos se calientan sin inflamarse ni arder. Está pues sugeta la pólvora, como todos los demas cuerpos combustibles, á parecer roja é inflamada sin estar enteramente penetrada y destruida por el fuego. Esta destruccion que no es sensible en dos granos de diferentes diámetros, es preciso que produzca una gran diferencia en la fuerza de dos cantidades iguales de pólvora, compuestas de un mismo modo, y que solo difieran en el grueso de sus granos. Tambien se observa frecuentemente entre los cazadores que para secar de pronto sus pólvoras, calientan fuertemente una cazuela ó plato hasta no poderlo resistir la mano, y echan en ella pólvora que aunque recibe un calor muy sensible á los dedos, no por esto se inflama á no estar la vasija hecha ascua. Lo mismo sucede en los asoleos ordinarios, de suerte que para inflamarse necesita que se le aplique inmediatamente una brasa, un hierro ardiendo, en una palabra, otro combustible inflamado.

188. Para manifestar que el grado de calor preciso para inflamar la pólvora debe crecer á propor-

cion que el aire que la rodea está mas enrarecido, se ha hecho la esperiencia de quemar pólvora en un vaso neumático, y se ha observado, que el grado de fuego suficiente para inflamarla al aire libre, no es bastante cuando se ha estraido parte del aire contenido en el recipiente, y que despues de estraerlo todo lo posible, se liquida la pólvora ántes de encenderse, y que no arde ni se consume hasta despues de algunas ebulliciones, y esto cuando no se ha hecho el vacío perfecto, pues en este caso no llegaria á inflamarse, porque este estado de los cuerpos necesita de la presion de la atmósfera y del oxígeno contenido en ella.

189. De este principio se infiere: 1.° que cuantos mas disparos se hayan egecutado con una misma pieza (que por consiguiente estará mas caliente y enrarecerá mas el aire) tendrá ménos fuerza la pólvora, y será menor el alcance de los proyectiles: 2.° que será menor la fuerza de la pólvora al medio dia que por la mañana; es decir, que las variaciones de la temperatura tendrán influjo en ella: 3.° que cuanto mas redondos sean sus granos tanto mejor será: 4.° que la pólvora desecha, reducida á polvo, y atacada tendrá poca ó ninguna fuerza: 5.° en fin que atacada la pólvora con esceso, y no lo suficiente para que se reuna, tendrá ménos potencia. Estas consecuencias no son tan generales que no varíen y aun se contraríen en ciertas circunstancias. En efecto se observa que cuando la pólvora está algo húmeda, el calor de la pieza por los disparos anteriores disipa esta humedad superabundante, y haciéndose la inflamacion con mas prontitud, el segundo disparo suele arrojar el proyectil mas léjos que el primero. Igualmente si el calor de la pieza proviene del de la atmósfera, aun cuando la pólvora esté seca, como el proyectil atra-

viesa un medio mas rarefacto, tiene mayor alcance.

190. No admite duda que todo movimiento es progresivo y divisible en tiempos. Tambien és incontestable que la propagacion del fuego y fulminacion de un reguero de pólvora se egecuta en tiempos sensibles y sucesivos. Lo que se dificulta es: si una cantidad de pólvora, encerrada y oprimida en la recámara de una pieza, se inflama tan pronta é instantáneamente, que esté ya del todo destruida cuando la bala se ponga en movimiento sensible, y que por consiguiente la impela al principio de su movimiento con la mayor fuerza de que es capaz la carga.

191. Casi todos los autores antiguos y modernos de artillería son de opinion de que la inflamacion de la pólvora en las armas de fuego se efectua progresivamente, y por el espacio de toda el ánima de la pieza: de modo que segun ellos en siendo un poco considerable la carga sale parte de ella sin inflamarse. De aqui las opiniones y proyectos de proporcionar las cargas á las longitudes de las piezas, ó estas á las cargas que se reputen mas conducentes.

192. Por otra parte el célebre Benjamin Robins establece y sienta en sus *nuevos principios de artillería*, que la pólvora de una carga se inflama enteramente ántes que la bala se ponga en movimiento sensible. En medio de la contrariedad de estas opiniones en un asunto de tanta importancia é influjo en la teórica y práctica de la artillería; y de que para determinarle eran indispensables muchas y muy prolijas esperiencias, no tenemos otro arbitrio que el de esponer sencilla y sucintamente las razones en que se apoyan estas distintas opiniones.

193. La primera de la inflamacion progresiva se funda. 1.° En el principio, ya espuesto, de que es

indispensable que todo movimiento, como el de la propagacion del fuego, se egecute en tiempos, y sucesivamente, y que por lo tanto inflamada la pólvora inmediata al fondo de la recámara impelerá á la contigua al tiempo que la inflama, y esta á la bala. Este principio se confirma con la esperiencia de que en las piezas recamaradas, ó cuyos fogones están adelantados, es mayor el retroceso é impulsos de la bala; prueba de que la total inflamacion es mas pronta, porque el fuego se propaga en dos ó mas direcciones. 2.° En que cuando las cargas son muy crecidas sale parte de la pólvora sin inflamarse, y tanta mas cuanto mayor es la carga. 3.° En que aumentando las cargas crecen los alcances de las piezas hasta un cierto punto; pero que despues se mantienen en él, ó se disminuyen. 4.° En fin, en la esperiencia hecha por el citado Arcy á este efecto, valiéndose de una máquina sencilla é ingeniosa, que se reduce, lámina 9. figura 7, á un tubo de bronce, cobre, ó hierro exactamente cilíndrico de 1½ pulgadas de calibre, que tiene tres fogones, uno en medio, y los otros dos á una pulgada de él: y á un cilindro de dos pulgadas de largo que se ajusta dentro del tubo, y tiene un ánima en su ege de 4 á 5 líneas de diámetro, y un fogon en medio. Para hacer uso de esta máquina se llena de pólvora el ánima del cilindro, y se introduce en el tubo de modo, que su fogon coincida con el situado en medio del tubo. Cargado este con iguales cantidades de pólvora por una y otra boca, se observa: que si se da fuego á dichas cargas por el fogon de en medio se inflaman ambas quedando el cilindro en la situacion que tenia; como es regular, respecto á ser impelido en direcciones contrarias por fuerzas iguales. Mas si se da

fuego al tubo por uno de los fogones laterales se *nota*: que el cilindro sale con mucha violencia por la boca correspondiente al otro lado, prueba clara de que la carga inmediata á aquel fogon se inflama, é impele al cilindro, ántes que la situada al otro estremo suyo se incendie: de consiguiente la inflamacion no es instantánea. Véase aora como Robins combate estas razones que parecen terminantes: en la inteligencia que este célebre autor no dice que la inflamacion de la carga sea instantánea, sinó que se hace en tan breve tiempo, que para sus efectos se puede tomar como tal, respecto á terminarse ántes que la bala se ponga en movimiento sensible.

194. Si la inflamacion fuese progresiva, y por partes, cuando se le opusiesen á una carga mayores ostáculos, por egemplo dos ó tres balas en lugar de una; entónces se inflamaria una cantidad de pólvora mas considerable, respecto á que miéntras mas pesado sea un cuerpo, tanta mas potencia se necesita para ponerle en movimiento: así, dos ó mas balas serian arrojadas con mas fuerza que una sola. Sin embargo la esperiencia manifiesta lo contrario, pues tiradas repetidas veces dos y tres balas se ha observado, que sus velocidades están á corta diferencia en razon inversa subduplicada de sus densidades, que es en la que están las de todos los cuerpos que pone en movimiento una misma fuerza.

195. Aunque es cierto que sale del cañon de cualquiera arma de fuego parte de la pólvora de la carga sin inflamar, no lo es que dependa este efecto de no haber tenido tiempo la carga para encenderse: si esto fuese verdadero, cuando un cañon llega á arrojar parte de su carga sin inflamarse, echaria

intacta toda la pólvora con que se cargase de mas; y tambien un cañon mas corto arrojaria mucha mayor cantidad de pólvora; pero las repetidas esperiencias espuestas en la citada obra, y hechas ante un comisionado de la real Sociedad de Lóndres, manifiestan, que las cantidades de pólvora arrojadas por un cañon cargado con diversas cargas, son casi proporcionales con el peso de estas; y las arrojadas por cañones de igual calibre, pero de distintas longitudes son casi iguales: con que se infiere, que el efecto espresado no proviene de que la carga no ha tenido tiempo de inflamarse. La prueba que en dicha obra convence mas es, la de que cargado un cañon tan corto que la bala quedaba rasante á la boca, solo salió sin inflamarse una parte tan corta de la carga que era un duodécimo de ella.

196. Es preciso atribuir este efecto á otra distinta causa, que no es fácil determinar. Ufano crée que provenga de que el impulso del aire arroja parte de la carga, ántes que la llama haya podido inflamarla. Robins congetura que estos granos que salen fuera están mal triturados, y son heterogéneos respecto á los otros. La sociedad de Lóndres presume que los apaga la fuerza de la fulminacion; porque la mas de la pólvora asi arrojada se compone de segmentos de granos inflamados.

197. En el discurso de esta obra se manifestará en qué consiste que los alcances no se aumentan á proporcion de las cargas; por lo que se omiten aqui las razones que puedan eludir este argumento.

198. A las esperiencias y raciocinios con que el citado Robins confirma la proposicion de que se puede y debe tomar por instantánea la inflamacion de la carga en las armas de fuego, añadirémos las

dos siguientes, por parecernos sólidas y de algun peso.

199. Primero: si la inflamacion de la pólvora en las armas de fuego bien proporcionadas fuese sucesiva, de modo que viniese á terminarse en la boca de ellas, resultaria que el esfuerzo de la pólvora seria igual en toda el ánima, y aun mayor hácia la boca (porque en esta parte obraria toda la pólvora ya inflamada, y la que en ella se inflamase que seria la mayor parte; pues en este dato se deberia encender la carga en una progresion ascendente): de lo que se seguiria ser preciso que los gruesos ó espesores de los metales hubieran de estár en disminucion hácia la recámara; ó al ménos que hubiesen de ser iguales en toda la longitud de ánima: consecuencia absurda, contraria á la esperiencia y práctica de todas las naciones que usan y conocen la artillería, y que seria ridículo combatir.

200. Segunda: habiéndose notado por casualidad en esta escuela práctica, que cargando los cañones de á 24 y de á 16 con $4\frac{1}{2}$ y $3\frac{1}{2}$ libras de pólvora, encerradas en correspondientes cartuchos de lanilla, con un taco de heno formado con hilo de filástica, con bala del calibre, y con otro igual taco sobre la bala, se solia quedar dentro del cañon todo el primer taco, esto es, el interpuesto entre la pólvora y la bala; se pasó á reconocer en qué disposicion y situacion quedaba el espresado taco, y se halló que las mas veces quedaba desecho, y algunas entero; pero siempre conservando su propio color y testura, y solo un poco quemado ó ardiendo por la parte correspondiente al fogon; y su situacion precisamente la que tenia cargado el cañon. Este hecho que parece increible,

fue observado en diversas ocasiones por todos los oficiales de este departamento y prueba, que toda la pólvora de la carga se inflama enteramente ántes que lá bala se ponga en movimiento sensible, pues de otro modo no pudiera atravesar el taco, y mas encerrada en cartucho.

201. De todo lo espuesto debèmos deducir que aunque rigurosamente hablando, el fuego debe irse comunicando á la pólvora sucesivamente de átomo en átomo y de grano en grano, como sucede á cualquiera otro cuerpo combustible, la comunicacion del fuego en aquella es tan rápida que puede considerarse como instantánea; y asi creemos con Robins que la carga de la pólvora se inflama completamente en la recámara de las piezas, ántes que el proyectil se ponga en movimiento sensible, siempre que como hemos espuesto anteriormente, concurran estas tres circunstancias: 1.ª que la carga sea reducida y menor que la ordinaria: 2.ª que la pólvora esté bien seca y sea de buena calidad; y 3.ª que la pieza esté cargada con su bala correspondiente. Cuando la carga es grande, la fuerza y rebufo de cierta parte de pólvora ya inflamada impele y arroja fuera del arma otra parte sin inflamarse. Si la pólvora es de mala calidad ó está húmeda, basta cualquiera de estas dos circunstancias para que quede alguna parte sin inflamarse; y por último, si los fluidos elásticos que se desprenden en los primeros momentos de la inflamacion no hallan ostáculo alguno para su salida, arrastran consigo como en el primer caso, algunos granos de pólvora sin inflamarse, y los arrojan fuera de la pieza.

202. Desde la invencion de la pólvora se creyó que su fuerza consistia en el pronto desprendimiento

del aire contenido en ella; pero ignorando la naturaleza de los principios constitutivos de este misto, los mas sabios químicos y filósofos de la antigüedad no pudieron imaginarse la existencia de otro aire que el comun que respiramos; y atribuian á la pólvora la propiedad de contener dentro de sí una gran porcion de este aire, el cual enrarecido con la combustion, juntamente con el que se hallaba entre los granos ó intersticios de la pólvora y el ánima ó hueco de la pieza, producia la esplosion, y empuge del proyectil. Pero los nuevos descubrimientos en la química neumática han demostrado que esta era una de las causas acaso la mas pequeña de los efectos de la pólvora; y analizando con la mayor exactitud el producto de los fluidos aeriformes ó gases, desprendidos en su combustion, se ha hallado que se componia de otros varios aires de naturaleza muy diversa del que respiramos.

203. En efecto segun hemos indicado ya en el curso de este artículo, el principio acidificante del salitre, que es el ácido nítrico, se resuelve con facilidad en el acto de la combustion de la pólvora en sus dos elementos oxígeno y azoe, los que pasando del estado concreto y diminuto en que se hallaban al de gases, ocupan un lugar infinitamente mayor; y tirando á ponerse en libertad y equilibrio impelen cualquier cuerpo que se opone á ello. Pero no son estos los únicos gases que concurren á este efecto: el carbon como se ha dicho (41) contiene dentro de sus poros porcion de hidrógeno concretado, el que tambien toma su estado aeriforme: el mismo ingrediente por mas seco que parezca, tiene tambien algo de humedad que convirtiéndose parte en vapores y parte en sus dos principios hidrógeno y oxí-

geno aumentan tambien la cantidad de gases: igual efecto produce tambien la humedad de la pólvora y de la pieza en que se hace la combustion; y finalmente el aire atmosférico contenido dentro de la carga y dilatado mucho con el calor.

204. Para pasar el oxígeno, azoe é hidrógeno del estado concréto en que se hallan en la pólvora al de gases, necesitan una porcion de calórico, el cual se halla tambien en dicho misto en el estado de fuego latente. En efecto el oxígeno tiene tan grande afinidad con el calórico, que lo abandona con suma dificultad, y asi en el salitre, y mucho mas en el muriato oxigenado de potasa, está el oxígeno hasta un cierto punto en el estado de gas oxígeno, pero condensado y reducido á un volúmen el mas pequeño que puede ocupar; y como el calórico se dirige continuamente á reducir al oxígeno al estado de gas, basta la menor fuerza para desprenderle de sus combinaciones, y para tomar el estado de gas en un instante casi indivisible. A este tránsito repentino del estado concreto al estado aeriforme, es á lo que se le ha dado el nombre de *detonacion*, á causa de que realmente va acompañado de ruido y de estrépito, con llama y calor. El calórico, pues, puesto en libertad, no solamente sirve para dilatar los gases que se desprenden en el primer momento de la inflamacion de la pólvora, sinó que hay un sobrante que concurre tambien por su parte á la potencia de este misto, porque aunque pasa libremente al traves de los poros de todos los cuerpos, solo puede egecutarlo sucesivamente y en cierto y determinado tiempo; y cuando se desprende repentinamente una gran cantidad de él, obra en todos sentidos al modo de los demas fluidos elásticos, llevándose consigo

todo lo que se oponga á su paso. Esto es lo que se verifica cuando se inflama la pólvora en un cañon, pues aunque por sus poros penetra parte del calórico, y en efecto lo pone sensiblemente caliente, se desprende tanto á un mismo tiempo, que no hallando bastante salida por dichos poros, hace un esfuerzo en todas direcciones y es el que impele la bala y hace retroceder el cañon.

205. Esta teoría está apoyada con hechos y esperimentos por los que los químicos modernos, siguiendo las huellas del inmortal Lavoisier, han llegado á medir, analizar y pesar con bastante exactitud el cúmulo de gases que se desprenden y forman en el acto de la combustion de la pólvora. Por la análisis han hecho ver que el gas ácido carbónico era el dominante, como que su producto proviene de todo el carbon que entra en la composicion combinado con el oxígeno: que habia ademas otra porcion de gas oxígeno que no habia entrado en combinacion: encontraron igualmente todo el azoe, base del ácido nítrico; porcion de hidrógeno ya libre, ya combinado con carbono y azufre; y finalmente algo de gas ácido sulfuroso producto de una porcion de oxígeno con el azufre. Pesados todos estos gases con los residuos incombustibles, corresponden exactamente al peso de la pólvora inflamada, y por último medido el volúmen de los gases en la temperatura ordinaria, y calculando el aumento considerable que debian tomar con el calórico en el acto de la combustion, infirieron con razon que solamente á él pueden atribuirse los efectos prodigiosos de este misto.

206. Pero no se crea por esto que la pólvora en cuya inflamacion se desprenda mayor cantidad de gases debe ser la mas poderosa, esta circunstancia

debe ir acompañada de la prontitud, y digámoslo asi instantaneidad de dicho desprendimiento; y asi la potencia de la pólvora, como digimos ya, está en razon compuesta de la directa de los fluídos aeriformes que produce, y de la inversa del tiempo de su inflamacion. ¿Pero como podrán calcularse y fijarse estas dos razones, cuando ambas pueden variar y varían efectivamente por tantas circunstancias, como son la calidad y proporcion de sus ingredientes, su trituracion é incorporacion, la cantidad de agua de la pasta, su graneo, sequedad y hasta el estado de la atmósfera, y diferencias casi imperceptibles en las piezas y proyectiles, y otras circunstancias imposibles de combinar?

207. En el curso de este artículo hemos inculcado lo bastante sobre la influencia de cualquiera de estas circunstancias en la bondad ó potencia de la pólvora.

208. No nos detendrémos en probar que con ingredientes de mala calidad, y no bien depurados se pueda fabricar una buena pólvora: hemos visto ya (55) que apénas hay dos autores que estén acordes en la proporcion de estos ingredientes: todo el mundo sabe tambien que el enemigo mas poderoso de la pólvora es la humedad, y que por lo tanto esta le hace perder mas ó ménos fuerza, segun se halle mas ó ménos húmeda: la diversa trituracion en los molinos y la magnitud del grano de la pólvora, hacen variar tambien notablemente su calidad, como se ha anunciado en varias partes de este artículo, y para comprobar estos dos puntos citarémos algunos esperimentos hechos en nuestra fábrica de Murcia, por el difunto don Tomas de Morla, y que se refieren en *su arte de fábricar pólvora*.

209. Para ver si la mayor ó menor trituracion de los ingredientes contribuia á la fuerza de la pólvora, se hicieron 9 esperimentos con unos mismos ingredientes y con la igualdad posible en las demas circunstancias, escepto en la trituracion, y los resultados fueron los siguientes.

Esperimentos.	*Tiempo de trituracion.*	*Alcances.* Toesas.	Pies.
1.	Fabricada en 12 horas, removiendo la pasta cada hora-----	105---	1
2.	Fabricada en 16 horas, removiendo la pasta cada hora-----	108---	2
3.	Fabricada en 24 horas, removiendo la pasta cada dos horas--	110---	5
4.	Fabricada en 36 horas, removiendo la pasta càda 6 horas---	112---	1
5.	Fabricada en 48 horas, removiendo la pasta cada 12 horas---	114---	¼
6.	Fabricada en 60 horas, removiendo la pasta cada 12 horas --	114---	
7.	Fabricada en 72 horas, removiendo la pasta cada 12 horas---	114---	½
8.	Fabricada en 12 horas, batida con maza guarnecida de bronce, removiendo la pasta cada media hora----------	107---	1
9.	Fabricada en 12 horas, batida del mismo modo, pero sin remover la pasta----------	111---	2

210. De estos esperimentos resulta que las pólvoras ganan cuanto mas se trituren, pero esto hasta

un cierto tiempo, pasado el cual las diferencias son casi imperceptibles en el morterete. Síguese tambien que las remociones frecuentes léjos de ser útiles en estos molinos son perjudicales, y que la maza guarnecida de bronce tritura mejor la pólvora, y que la fabricada en 12 horas con dicha maza es superior á la fabricada en 24 con maza sin guarnecer.

211. A pesar de lo terminantes que parecen estos esperimentos, notamos una gran diversidad en la práctica acerca del tiempo que debe durar la trituracion de la pasta. Nuestro reglamento 7.° artículo 28 dispone que á las 24 horas de trituracion se saque la pasta de los morteros para granearla. Segun una memoria escrita por el director de la fábrica de Murcia don Luis Villaba, regularmente se trituran los ingredientes por espacio de 36 horas, y aconseja esta practica siempre que las circunstancias lo permitan, opinando que solamente en las grandes urgencias de una guerra, y cuando la pólvora se ha de usar luego que salga de la fábrica, serán suficientes las 24 horas de trituracion que prefija el reglamento. Hemos visto tambien (126) que la pólvora de regla que se fabricó en la misma fábrica de Murcia en 1807, y que dió con el morterete los alcances que hasta entónces no se habian conocido, se estuvo triturando 53½ horas; y segun se manifiesta en el *arte de fabricar pólvora*, esta operacion duraba en Granada hasta 96 horas, bien que se empleaban algunas de ellas en triturar el salitre y azufre ántes de echar el carbon. Ultimamente hemos visto (67) que la trituracion de la pasta está fijada en Francia á solas 14 horas.

212. A esta diversidad acerca del tiempo de la trituracion de la pasta, debemos añadir la que se nota en la carga ó picada de los morteros, en el peso de

los mazos, su construcion, en el movimiento mas ó ménos rápido, y altura desde la que dan sus golpes: circunstancias que contribuyen no ménos que el tiempo á la mayor ó menor perfecion de la incorporacion de los ingredientes. En nuestra fábrica de Murcia la carga de cada mortero debe ser de 79 libras de misto, segun ordenanza artículo 25; pero solamente la hacen de 73: y en Francia se ha visto (64) que apénas pasa de 20. El artículo 14 del mismo 7.° reglamento previene que cada maza debe pesar 130 libras, guarnecida con un gorron de bronce; pero en la fábrica de Murcia son solo de madera, y no pasan de 120 á 125 libras. La mayor velocidad de las mazas en dicha fábrica es de 20 á 30 golpes por minuto, cayendo de la altura de un pie poco mas ó ménos, y si hemos de créer lo que nos dice Renaud en su citada memoria, las mazas de los molinos de Francia pesan 40 libras, y sus gorrones de bronce otras 40, y dan hasta 54 golpes por minuto desde 15 pulgadas de altura.

213. Lo dicho es suficiente para hacer ver que aun en solo el ramo de la trituracion de los ingredientes hay pocos datos seguros y constantes para que de ellos pueda inferirse la potencia absoluta de la pólvora. Pasemos por último á hablar algo acerca del influjo que tiene en ella la mayor ó menor magnitud del grano.

214. Ademas de los esperimentos citados en los párrafos 132 y 133 con la probeta, fusil y cañon, con una misma calidad de pólvora, pero graneada diferentemente, para averiguar su mas pronta y total inflamacion, se hicieron tambien en Murcia otros para conocer su fuerza con el morterete respecto á la misma circunstancia de diversidad en el grano; y los

resultados, despues de repetidos muchos ensayos, fueron los siguientes.

Número de los esperimentos.	*Suertes de pólvora.*	*Alcances con el morterete.*	
		Toesas.	*Pies.*
1.	Graneada por rompederas de cañon	112	1.
2.	Graneada por rompederas de fusil	113	2.
3.	Graneada por rompederas de caza	112	2.

215. Haciendo relacion de estos esperimentos se añade que hecha la prueba con pólvora superfina, tubo una á dos toesas ménos de alcance que las de caza y cañon: de lo que se infirió que la pólvora mejor por razon de su grano, quemada en cortas cantidades, es la inferior cuando se quema en gran porcion.

216. No se hicieron pruebas de esta especie con piezas de artillería, es decir, quemando algunas libras de pólvora, clase de esperimentos que convendria mucho repetir para dar mas luces sobre el asunto; y sobre lo cual debe tenerse presente que segun refiere Renaud (58) no se usa en Francia en el dia para fusil y cañon mas que de una sola suerte ó clase; y cómo digimos en el propio lugar hemos observado en la última guerra con Francia, que el egército ingles gastaba para su fusilería una pólvora de grano tan fino ó aun mas que el de nuestra pólvora de caza.

217. Por todo lo que se ha espuesto, consideramos como defectuosos todos los medios que han empleado hasta aqui los sabios para averiguar la fuerza

absoluta de la pólvora, es decir la mayor potencia que puede adquirir este misto, fabricado de un cierto y determinado modo. Créemos tambien que la resolucion de este problema traeria pocas ó ningunas ventajas para el servicio de campaña, por lo dificultoso que miramos que aun en la misma fábrica y por los mismos operarios, se volviese á imitar esta pólvora con toda perfecion en todas sus circunstancias, cuando vemos al contrario que la pólvora de una misma jornada suele variar en sus alcances. Ademas de esto hemos notado ya que una pólvora A por egemplo, que en la probeta ó moterete dió mayores alcances que otra B, esta los dió mayores que la A en un cañon, y acaso iguales en el mortero: que generalmente la pólvora fina ó de grano menudo da mayores alcances probada en cantidades cortas, y al contrario la de grano mayor; en fin que disminuyendo la dósis de azufre resulta una pólvora muy poderosa usándola reciente, pero que á poco tiempo pierde gran parte de su actividad, y otros mil fenómenos de igual naturaleza. Contentémonos pues con saber, que los nuevos descubrimientos de la química y fisica han franqueado ya el camino para llevar el arte de fabricar este misto á un estado tal de perfecion, cual es necesario para los usos comunes de la guerra: que sus efectos son ya bastante terribles si se sabe hacer uso de este misto, y para ello dediquémonos á hacer pruebas de comparacion y relativas á las varias especies de armas de que usamos, y de lo que hemos tocado ya algo en este artículo, y se tratará con mas estension en el 11 al hablar de los alcances y cargas.

Apéndice.

218. Al concluirse la impresion de este artículo hemos recibido nueve memorias sobre la pólvora, escritas por el profesor de química L. J. Proust, é insertas en otros tantos números del diario de física, química é historia natural, que publica en Paris J. C. de la Metherie, correspondientes á los meses de Abril de 1810, Febrero, Abril, Julio y Noviembre de 1811, Marzo y Mayo de 1812 y Marzo de 1814. Este trabajo se dirige á aclarar los principales puntos sobre que versa la fabricacion de la pólvora, cuales son la eleccion del carbon, la proporcion de ingredientes y tiempo de la trituracion; concluyendo con el exámen de las pruebas que están en práctica para calificar la pólvora. Todas sus observaciones estan apoyadas en esperimentos hechos con aquella delicadeza y maestría bien conocidas en dicho autor; y corroboradas con pruebas egecutadas en grande en las principales fábricas de aquel reino, y por los sugetos mas inteligentes en la materia; por lo que recomendamos su lectura á todos los que están dedicados á este ramo, y quieran instruirse en el arte de hacer esperimentos de esta clase, en lo que no puede negarse, que despues de Lavoisier nadie ha aventajado á Proust. Hariamos muy gustosos un estracto circunstanciado de estas memorias, sino temiesemos retardar demasiado la publicacion de este tratado, cuya brevedad se nos tiene muy encargada; pero no podemos pasar en silencio algunas teorias y hechos nuevos que establece el autor, por creérlos de la mayor importancia, ya para confirmacion de lo que dejamos sentado en este artículo, y ya para ha-

cer ver la discordancia de las observaciones de Proust comparadas con las de los autores que hasta su tiempo han escrito y trabajado sobre el asunto; y asi pasarémos á indicar los principales resultados de este trabajo; y para que el lector pueda hacer mejor la comparacion con lo que llevamos establecido, citarémos los párrafos en los que se ha hablado sobre el mismo asunto, ya que no hemos podido intercalar estas observaciones en sus lugares correspondientes.

Salitre y azufre.

219. Nada habla Proust en sus memorias sobre la calidad del salitre y del azufre, por suponer que éstos dos ingredientes se deben emplear en su mayor pureza; y que en este estado son iguales á todos los demas que la naturaleza forma en todas partes; no sucediendo asi con el tercer ingrediente que es el carbon, por ser un cuerpo bastante complicado, que varía casi en todos los vegetales, y cuyo uso en la fabricacion de la pólvora es, y debe ser en este estado de composicion. Pero hablando por incidencia del salitre de España, pondera el autor el buen pie en que puso su estraccion y afino el Director don Domingo García Fernandez; haciendo bajar su precio hasta 29 reales la arroba, que es la mitad del que tenia, cuando tomó Fernandez la direccion de este ramo; y mejorando la calidad en términos que habiendo analizado el que se afinaba en la fábrica de Zaragoza, no se alteraba nada con la disolucion de plata, es decir, que no contenia nada de sal marina (143). Tambien debemos agradecer al autor la justicia que nos hace hablando de las pólvoras españolas, pues confiesa que entre la mul-

titud de ensayos y esperimentos que ha hecho con casi todas las pólvoras de Europa, ninguna ha hallado que se aventage á la que se fabricó en Manresa en Cataluña, bajo la direccion de don Domingo Martinez de Rueda, discípulo del espresado Fernandez.

220. Por lo tocante á las propiedades del azufre en el empleo de la pólvora, observa el autor que aunque se mezcle este combustible con el salitre en la proporcion de 10, 20 y hasta 30 por 100, y se le dé fuego con un hierro ardiendo, la inflamacion es muy lenta, y á veces llega á apagarse; y que para conseguir con esta mezcla una deflagracion completa, es preciso echarla en una cuchara de hierro ó en un crisol hecho ascua de antemano; y aun en este caso no hay aquella esplosion, aquel estrépito que se nota en toda combustion nitro-carbonosa. A pesar de esto cita varios esperimentos que le han hecho ver que este combustible auxilia mucho la combustion del carbon, en términos que proporcionándole la dósis conveniente, ha conseguido con el carbon mas perezoso una combustion tan rápida como con el mas ligero y mas dispuesto á encenderse: fenómeno que no se atreve á esplicar. Tambien le concede al azufre la circunstancia de hacer á la pólvora ménos atraible de la humedad, á que se pueda granear mejor, y á darle algun aumento de gases (31).

Carbon.

221. Confiesa el autor que ha estado persuadido por mucho tiempo que las partes térreas y salinas que entran en la composicion del carbon, perjudicaban á la calidad de la pólvora, á lo ménos cuando son en cantidad algo considerable (47); pero que los muchos trabajos y esperimentos que ha hecho posterior-

mente, le han dado á conocer lo contrario, siempre que en la composicion de la pólvora entre el *carbono necesario* para descomponer toda la cantidad del ácido nítrico del salitre; y que en este supuesto la eleccion de los carbones debe recaer únicamente en la mayor velocidad de su ignicion, pues la cantidad de gases, que es la otra condicion precisa para hacer poderosa una pólvora, no puede pasar de cierto y determinado término, úsese del carbon que se quiera, siempre que entre la dósis correspondiente de este combustible. Que la interposicion de estas partes estrañas coadyuven á su mas pronta inflamacion por un efecto puramente mecánico lo comprueba con una multitud de esperimentos hechos con diversos carbones de distinta densidad; haciendo ver que su inflamacion está en razon inversa de la cantidad que contienen de carbono, citando por último el diamante, que siendo un carbono puro, es el combustible que mas resiste á inflamarse (44). Esta buena disposicion del carbon para la inflamacion, no la atribuye solamente á las partes estrañas térreas y salinas que entran en su composicion, sino que siguiendo la doctrina de Guiton, contribuyen tambien á ello las porciones de los gases hidrógeno y azoe concretados en este combustible (41), pues despojados de ellos, esto es condensando mucho un carbon por medio de una larga calcinacion en una retorta, y reducido de este modo al estado de plombagina, ya se resiste mucho mas que ántes á la inflamacion. Asi que establece por regla general que la superioridad de un carbon en el uso de la pólvora no depende, como se ha creido hasta aquí, de la cantidad de carbono que contiene, sino de su cualidad, es decir, de su aptitud á obrar sobre el salitre, y escitar sus atracciones gaseosas en el menor tiempo po-

sible; prefiriendo sin embargo entre los de esta última clase aquellos que degen ménos residuo salino, pues siendo en cantidad algo considerable, al ménos ensucian y deterioran las armas en que se hace la combustion.

222. Siguiendo estos principios pasa á hacer hasta 22 esperimentos con distintos carbones, pero siempre en iguales cantidades y con la misma porcion de salitre, para averiguar el tiempo que tarda cada uno en descomponer é inflamar todo el salitre; y concluye dando la preferencia sobre todos á nuestro carbon de agramiza, comparándole particularmente con el que por ordenanza se usa en Francia, como el mas apropósito que se conocia. Este carbon es el que se hace con la planta llamada en frances *bourdaine*, poco conocida en España, y que por lo mismo le han dado nombres distintos como el de *chopera*, *cirolillo*, *frangula* y otros; y que para evitar toda equivocacion le darémos nosotros el mismo nombre frances, como lo hace Terreros en su diccionario.

223. El carbon de *agramiza*, segun estos esperimentos, tarda en descomponer al salitre la mitad del tiempo que el de bourdaine, y deja mucho ménos residuo, pues no pasa de 6 á 7 por $\frac{0}{0}$, y es todo silicea: no necesita triturarse en morteros, pues se desmenuza perfectamente entre las manos: basta arrimarle una luz para encenderse como yesca, y seguir ardiendo hasta consumirse enteramente; y en fin para hacer este carbon no es necesario descortezar la planta, como se practica con todas las demas, aunque crée el autor que este trabajo puede escusarse sin perjuicio de la pólvora, como luego se dirá.

224. Pasa despues á manifestar el modo como

se hace este carbon en Villa Rubia de la Mancha para la fábrica de pólvora de Alcazar de San Juan, segun relacion que le hizo el citado D. Domingo García Fernandez, cuya operacion se egecuta de un modo semejante al que aconseja Chaptal (49). Los que se dedican á este ramo de industria, que en el pais llaman *agramadores*, tienen abiertas á pico en piedra caliza, unas fosas de 13 á 14 pies de longitud, 8 de ancho y 2 de profundidad; en cuyo fondo, despues de bien barrido, ponen una capa de cañamiza de 3 á cuatro pulgadas de espesor, y le dan fuego por distintas partes. Cuando comienza á arder echan encima mas leña hasta sufocar la llama, que no tarda en volverse á elevar, y la apagan con otra porcion de leña, y asi continúan hasta que la fosa esté llena de brasa. Entónces uno de los agramadores la va rociando y apagando con agua, y otro va detras con un hurgon revolviendo la brasa para qué la humedad penetre hasta el fondo. Luego que está todo apagado van sacando el carbon á los bordes de la fosa, y miéntras se enfría vuelven á hacer nuevo carbon, y en seguida lo criban y almacenan. Los dos agramadores fabrican al dia 16 á 20 arrobas, y en 1806 en que se dieron estas noticias, se vendia á 32 maravedis cada una, que segun el autor es $\frac{1}{22}$ del precio que tenia en Francia el carbon de bourdaine. El producto en carbon es desde el 14 al 17 por $\frac{0}{0}$ respecto del vegetal; pero destilado con cuidado produce hasta el 22, como el de bourdaine. En Villafeliche lo hacen en eras al aire libre; y parece que antiguamente usaban para ello de tubos ó cañones de barro enterrados hasta la boca, cuyo por menor puede verse en el *tratado de caza* de D. Alonso Martinez del Espinar, impreso en Madrid en 1644, quien

recomienda este carbon sobre todos los demas para la composicion de las pólvoras finas.

225. El riego que dan á sus carbones los agramadores de la Mancha parece que es contrario á lo que dejamos sentado en este artículo (49); pero Proust no crée que esta corta cantidad de humedad pueda serle perjudicial. La esperiencia, dice, ha manifestado que teniendo todo carbon la propiedad de atraer en sumo grado la humedad, á lo ménos hasta un cierto punto, por mas bien resguardado que esté en los almacenes se apodera de ella, robándola á la atmósfera; y aun cuando para evitarlo se emplée inmediatamente de fabricado, no siendo la pólvora una combinacion química, sino una pura mezcla, y en la que por consiguiente los ingredientes conservan sus propiedades peculiares, es forzoso que al instante que se eche la mezcla en los morteros con la cantidad de agua necesaria para formar la pasta, se apodere el carbon de aquella parte que apetece con tanta ansia, hasta quedar al nivel del que estaba ya humedecido de antemano. Se dirá acaso que esta humedad hace rebajar el peso real del carbon; pero sobre que no está averiguado matemáticamente ni en las fábricas de Francia ni en las demas de Europa, la cantidad precisa de carbon para la descomposicion completa del salitre, cuando se trate de formar las dósis se debe contar con este desfalco, y el de las demas sustancias estrañas que entran en la composicion del carbon, para determinar la de este ingrediente. No se crea por esto que deben despreciarse los riesgos é inconvenientes que hemos indicado (52), cuando se hacen grandes acopios de carbon, y se tiene almacenado por mucho tiempo en parages nada á propósito, pues el autor solamente habla de la corta

humedad que reciben en la fosa los carbones de agramiza.

226. Algunos opinan que el carbon hecho en fosa es mejor que el fabricado en hornos (50), porque este último se cubre de una especie de barniz, producido por el humo que circula dentro del horno; pero como este barniz no sea otra cosa sinó carbon, tampoco lo cree inferior por esta parte. Tambien desconfia de que la escelencia que los ingleses atribuyen á sus pólvoras, proceda de la destilacion de sus carbones (50); pues hasta aora no se han hecho los esperimentos necesarios para poder decidir el asunto; y por otra parte habiendo tenido ocasion de examinar y probar muchas pólvoras inglesas, no las ha hallado de aquella fuerza estraordinaria que algunos les conceden. No se aparta por esto el autor de creer que esta práctica pueda contribuir en parte á la perfecion de la pólvora, pues es constante que siempre que se trata de ensayos delicados en un laboratorio, se usa de carbones hechos por destilacion. Ultimamente juzga el autor que no tenga tanta influencia en la perfecion del carbon destinado para la pólvora el cuidado sumo que toman en Francia en descortezar la leña, pues siendo de plantas nuevas, delgadas y ligeras, la corteza es tan sutil y en tan corta cantidad respecto al tronco, que puede influir muy poco en la calidad del carbon. La mayor ventaja que encuentra en esta práctica, es el evitar que entre las grietecillas de la corteza vaya alguna arenilla ó cuerpo estraño que en los morteros ocasione el incendio; pero como el carbon debe triturarse perfectamente y tamizarse de antemano, desaparece tambien este riesgo.

227. No contento Proust con sus ensayos

particulares, que le habian manifestado las ventajas del carbon de agramiza, sobre el de bourdaine, quiso verlas confirmadas en grande en la fábrica de Essone, para lo que hizo llevar de España carbon hecho en la Mancha, poniendo la direccion de esta maniobra y de las pruebas comparativas al cargo de Robin maestro polvorista en dicha fábrica. Las pruebas correspondieron á los ensayos en pequeño: las dos pólvoras fabricadas con toda igualdad posible tuvieron á corta diferencia iguales alcances; y aun en esta parte sobrepujó algo la construida con el carbon de agramiza; pero la ventaja mayor y mas bien conocida fue en el aorro de tiempo, pues sin necesidad de triturar separadamente en molino el carbon de agramiza, como fue preciso hacerlo con el de bourdaine, su grande divisibilidad era tan superior al de bourdaine, que en dos horas de estarse batiendo la mezcla en los morteros, adquirió la pasta la misma perfecion que en catorce con el carbon de bourdaine.

228. Un éxito de esta naturaleza no podia ménos de mover al gobierno frances á repetir los esperimentos con carbon de agramiza hecho en Francia, en las muchas provincias en que abunda este vegetal; mayormente cuando al mismo tiempo hicieron ver varios sabios que el uso de este carbon no era privativo de la España, sino que desde tiempo inmemorial le habian dado la preferencia en Portugal, Sicilia, Venecia, Malta y toda la Italia. En consecuencia se hicieron pruebas comparativas en las fábricas de Rippault, Parma, Turin, Essone y Vouges; y los resultados en todas ellas fueron tan favorables como los de Robin (227); solamente que en algunas de estas fábricas el producto del carbon no fue tan grande

como el que hemos indicado (224); pues bajó hasta el 9 por $\frac{0}{0}$; y que como echan en Francia ménos agua en los morteros que en nuestras fábricas, y la volatizacion de este carbon es tan asombrosa, se salia algo de él á los principios de la trituracion; pero ambos defectos los atribuye el autor á falta de práctica, que remediaron bien pronto en otras fábricas. Los comisionados del gobierno despues de haber dado la preferencia al carbon de agramiza en el aorro de tiempo, mejor empastamiento y graneo de la pólvora, manifestaron tambien que habian sido mayores los alcances de la probeta y morterete con la pólvora fabricada con este carbon; pero Proust tiene muy poca confianza en que estos instrumentos indiquen con seguridad las calidades de la pólvora, y especialmente la del carbon, por lo que se deja dicho ya anteriormente (220), y por lo que se añadirá al tratar de las pruebas. Parece pues que queda bien demostrada la escelencia del carbon de agramiza para la fabricacion de la pólvora; y lleno el vacio que nos quedaba (47) acerca de su naturaleza y propiedades.

229. A la par del carbon de agramiza coloca Proust el de *asfodelo* ó vulgarmente *gamon*, y aun le da la preferencia sobre el de agramiza por su mayor aptitud á encenderse, pues reducido á polvo basta que caiga sobre él un chispazo del eslabon para prender fuego y consumirse como yesca; y en este sentido se usa en Mallorca y otras partes entre la gente comun: pero esta planta no es tan abundante como el cáñamo, y por otra parte la suma levedad de este carbon, que sobrepuja bastante á la de agramiza, haria muy embarazosa su recoleccion. Sin embargo parece que alguna vez se ha usado en España, pues Ferrufino en su *práctica de artillería*, le

prefiere á *todos* los demas; y despues recomienda el de agramiza, y por último el de laurel rosa, ó de adelfa.

Proporcion de ingredientes.

230. Parece que todos los encargados de las fábricas de pólvora se han querido singularizar en la dósis de ingredientes para la composicion de este misto, segun el crecido número de recetas que nos han dejado escritas. En tiempo de Tartaglia, es decir en 1606 se conocian ya veinte y seis: hemos indicado tambien la variacion que ha habido en el asunto desde el tiempo de Collado hasta nuestros dias (54); y Proust al hacer esta misma observacion, dice que tiene á la vista 22 de estas composiciones para compararlas en sus esperimentos. No hay duda que la justa proporcion de ingredientes, supuesta su buena calidad, es uno de los requisitos esenciales para la perfeccion de este misto ¿pero se ha examinado para ello el asunto bajo el punto de vista que se debia? El autor no lo crée así, á pesar de que la materia le parece muy sencilla, pues se reduce á proporcionar la dósis necesaria de carbon para descomponer totalmente el salitre en el menor tiempo posible, y la cantidad precisa de azufre para dar á la pólvora la consistencia conveniente para su uso y transportes. Con esta mira pasa el autor á hacer sus esperimentos, y concluye de ellos que la mejor proporcion de ingredientes es la de 60 partes de salitre, 10 de carbon y otras 10 de azufre; y como cabalmente corresponde á la de 75 de salitre, 12½ de carbon y otras tantas de azufre, que es la de nuestro Collado (54 tabla número 1.° y §. 58), deduce

que la España, asi como desde tiempos muy remotos conoció la mejor calidad del carbon, fijó tambien, ya sea por estudio ó por casualidad, la mejor proporcion de los ingredientes. Segun esta doctrina la ordenanza en esta parte (reglamento 7 artic. 25) señala demasiado carbon.

231. De estos mismos esperimentos deduce otras observaciones no ménos importantes: por egemplo: 1.ª que aunque 9 partes de carbon bastan para descomponer las 60 de salitre, por mas puro que se emplée, conviene poner las 10, por el desfalco que hay que hacer en el carbon, de su humedad, partes estrañas, y su mayor ó menor riqueza en carbono: 2.ª que aunque aumentando la dósis del carbon no hay mayor cantidad de gases, porque esto químicamente lo tiene por imposible, se acelera la combustion; pero entónces se cae en el inconveniente de que la pólvora sale demasiado porosa, y por consiguiente fácil de deteriorarse: 3.ª que el carbon por sí solo, siendo de buena calidad como el de agramiza y bourdaine, puede hacer la detonacion tan rápida como con azufre; y asi se han visto pólvoras sin este ingrediente que igualaban y aun aventajaban en los alcances á las mejores construidas con tódos tres; pero estas ventajas podemos decir que son momentáneas, porque dichas pólvoras se deterioran con facilidad (57). No obstante pueden ser de un grande recurso en una plaza sitiada y otras ocasiones en las que se carece del espresado ingrediente, y se han de usar de pronto; en cuyo caso aconseja que se añada la mitad mas de carbon, y que este sea de la mejor calidad, circunstancia que como se ha dicho (220) no influye tanto cuando se fabrica la pólvora con azufre: 4.ª que como la cantidad de gases

debe ser la misma en toda detonacion con el salitre; sea retardada ó acelerada, siempre que haya la porcion necesaria de carbon para descomponer todo el ácido nitrico del salitre, de los dos elementos de la detonacion, que son el volúmen de gases, y la prontitud de su emision (113), este último es el principal; y por consiguiente puede haber pólvora floja aunque suministre tantos gases como la mas fuerte: 5.ª que á proporcion que la detonacion es mas rápida, es tambien mayor la longitud de la llama, porque el calórico separado del oxígeno se acumula en un tiempo mas corto, y obra en consecuencia con la mayor rapidez sobre el carbon sobrante, azufre y el hidrógeno del carbon, arrastrándolos por el ánima del cañon; y estos principios inflamables puestos en una temperatura muy elevada, al aproximarse á la boca del cañon se apoderan del oxígeno atmosférico, se encienden y aumentan la llama. Entónces por este desfalco del oxígeno atmosférico hay mayor vacío, y de consiguiente mayor estrépito; luego esta última circunstancia puede servir de término comparativo para graduar la fuerza de dos pólvoras, asi como la velocidad de la combustion y longitud de la llama: pruebas que considera el autor mas seguras que las que se hacen con la probeta y morterete. Con este motivo distingue dos distintas detonaciones en toda inflamacion de la pólvora: una á costa del oxígeno del salitre; y en seguida otra auxiliada del oxígeno atmosférico, aunque se suceden con tanta rapidez una á otra que se confunden en una sola. Omitimos otras observaciones bastante interesantes por la premura del tiempo.

Trituracion.

232. Nada asegura mas, dice el autor, la íntima union de la pólvora, y de toda mezcla, como la estrema division de los ingredientes; y si éstos no la tienen ántes de echarlos en el mortero, no la conseguirán con el movimiento de los mazos. Esta verdad fue bien conocida por los antiguos, y para ello cita 15 escritores desde 1529 hasta 1782, quienes recomiendan que los ingredientes de la pólvora se pulvericen y tamicen ántes de pasar á formar la pasta. Esta práctica aunque fundada, fue abandonada en Francia hasta 1780, en que la restableció Cossigny en la fábrica de la isla de Leon; añadiendo á la trituracion separada de los ingredientes su mezcla en seco por medio de toneles movidos por una rueda hidráulica. Confiesa el autor que ha visto pólvoras tan mal trituradas é incorporadas que á la simple vista se distinguian el azufre y salitre, y que á pesar de esto sus alcances no cedian á los de las mejor construidas, cuando se hacian los disparos en cantidades crecidas como en los cañones y morteros de ordenanza; pero que estos alcances no correspondian en el fusil y armas pequeñas, cuyo fenómeno esplica del modo siguiente. El ánima ó hueco de un cañon de fusil es proporcionalmente mayor que el de un cañon de á 24; y el calórico tiene en aquel un espacio mayor en que estenderse y comunica en consecuencia menor velocidad al proyectil; y asi la pólvora que es débil en esta arma, es fuerte en el cañon. Pero aun cuando se fabricase pólvora destinada unicamente para el cañon, no debe pensarse en este aorro de tiempo de trituracion, porque haciéndola con la per-

feccion debida y que por el pronto no adquiera nueva fuerza, la conserva por mucho tiempo, lo que no sucede estando mal triturada.

233. Suponiendo, pues, Proust esta operacion preparatoria de los ingredientes, pasa á hacer sus observaciones acerca de la trituracion en los morteros, que en su sentir solamente es necesaria para empastar la mezcla y darle la consistencia que se necesita para su uso, en cuyo supuesto crée que puede aorrarse mucho tiempo y gastos como se va á manifestar. Con este objeto cita hasta 31 ensayos hechos en la fabrica de Essone, con otras tantas pólvoras fabricadas con toda la igualdad posible en sus circunstancias, escépto en el tiempo de trituracion en los morteros, variándolo desde dos á 21 horas progresivamente; y las pruebas ó alcances que dieron fueron uniformes con cortísima diferencia, deduciendo de aqui que con dos horas de trabajo se consigue la misma perfeccion que con 21. Los comisionados declararon tambien que la pólvora triturada solamente dos horas tenia tanta consistencia como las que sufrieron 12 y 21 horas de trituracion; lo que es preciso que suceda asi, pues á tener diversas densidades no hubieran salido los alcances iguales, como se dirá (237) al tratarse de las pruebas. El autor observa que supuesto que los comisionados hallaron perfecta la trituracion á las 2 horas de trabajo, debian haber continuado sus esperimentos con una hora, media y 15 minutos de trituracion, para averiguar la época en que principiaba á formarse la pasta, en la que se adelantaba y por último cuando llegaba á su mayor perfeccion. Crée que una mezcla bien preparada de antemano, y con la cantidad precisa de agua, puede empastarse completamente en 60, 50 ó 40 minutos de

trituracion; y para ello ademas de los esperimentos citados hace mencion de otros dos, uno de ellos á presencia de Borda, Berthollet, Colombs, Saudray y Vauchelle comisionados por el gobierno; en los cuales una pólvora triturada solamente por espacio de 20 minutos, tuvo iguales ó mayores alcances que otra triturada por el tiempo regular: con cuyo motivo observa el autor que si en los 20 minutos adquirió esta pólvora una de sus principales propiedades, cual es la del alcance, no debe estrañarse que si se la hubiese continuado triturando dos horas, hubiera logrado tambien toda la consistencia de que es susceptible. Cuando se comparen estas ideas con lo dicho en este artículo (§. 209, 210, 211, 212) y los largos trabajos de nuestros molinos, se debe tener presente 1.° que entre nosotros no se hace la operacion preparatoria anunciada con los ingredientes: 2.° que los morteros de Francia se cargan con ménos de la tercera parte de mezcla que los nuestros (64, 212): 3.° que los mazos de aquellos son mas pesados, y están guarnecidos con gorrones de bronce (212): 4.° en fin mayor velocidad en el movimiento (67, 212), circunstancias que todas deben concurrir á abreviar este trabajo.

Pruebas.

234. El autor ocupa dos de sus memorias en dar noticia de una multitud de pruebas hechas en Francia, España y otros paises, y en hacer varias reflexiones sobre ellas, con el objeto de manifestar la poca confianza que debe haber en la probeta y morterete para calificar la potencia de la pólvora. Insertaremos en resúmen lo principal de estas observaciones.

Morterete.

235. Cita 16 esperimentos hechos últimamente en Essone por Pelletier y Riffaut, en los que habiendo construido otras tantas pólvoras con la igualdad posible, variando solamente en cada una la dósis de los ingredientes; los alcances en 40 disparos con el morterete fueron casi uniformes, pues no hubo mas diferencia que de 8 toesas, que debe reputarse como ninguna: de donde parece que se infiere que la proporcion de ingredientes no influye nada en la calidad de la pólvora, lo que es un absurdo. A lo ménos es consecuencia forzosa que el morterete en sus pruebas no se esplica nada sobre esta circunstancia tan esencial.

236. Se ha dicho ya (233) que una pólvora triturada dos horas tuvo los mismo alcances que las de 3, 4, 8, &c. hasta 21 horas de trituracion; luego porque en el morterete tenga una pólvora grandes ó cortos alcances, no podremos inferir que esto consista en estar triturada poco ó mucho tiempo.

237. De dos pólvoras de diferentes gravedades específicas, la mas ligera y porosa, y por consiguiente la mas espuesta á deteriorarse en los almacenes y transportes, da mayores alcances en el morterete que la mas densa y bien construida, sucediendo lo contrario en el cañon. Para esto concurren varias causas mecánicas, siendo las principales las dos siguientes: 1.ª como la pólvora mas densa ocupa en la recámara del morterete un espacio menor que otra muy porosa, el cilindro de los fluidos aeriformes, que en el momento de la inflamacion es un cuerpo solido, llega á perder mucha parte de su densidad, alargán-

dose ó enrareciéndose ántes de chocar contra el proyectil; y como además tiene que atravesar la coluna atmosférica que hay entre la pólvora y el globo, pierde mucha parte de su fuerza, y por consiguiente tiene mucho ménos impulso: 2.ª cuanto mas densa es una pólvora tanto mas tarda en incendiarse; y asi en el momento en que el proyectil comienza á moverse, porcion de pólvora es arrojada sin inflamarse por la esplosion de las partes inferiores, y de consiguiente hay ménos combustion debajo del proyectil. Ni uno ni otro caso se verifica en un cañon, porque ambas pólvoras están comprimidas igualmente por la bala y el taco: luego el morterete caracteriza de mejor á una pólvora porosa que á otra mas densa; y como siendo todas las demas circunstancias iguales, no puede depender dicha densidad sino de la variedad de los carbones, es evidente que las pruebas del morterete tampoco manifiestan la calidad de los carbones empleados en la fabricacion de la pólvora.

238. Acabamos de ver con que ambigüedad y contradicion se esplica el morterete con pólvoras de distinta calidad: pasemos aora á indicar lo que suele observarse haciendo las pruebas con una sola pólvora. La pólvora de una misma picada varía frecuentemente en sus alcances con una diferencia notable, por mas que se quieran igualar las circunstancias en los disparos: lo que no puede atribuirse á otra cosa que á la variacion que esperimenta esta arma y el globo con que se carga de un disparo á otro: y por consiguiente la poca confianza que debe tenerse en este instrumento.

239. Desde tiempo de Belidor se han esperimentado pólvoras que con el morterete no habian dado

mas que 60 toesas de alcance, y habiéndolas usado despues con los cañones alcanzáron hasta 2000 como las mejores; luego esta prueba en pequeño manifiesta lo contrario en los usos por mayor, y ateniéndose á lo primero debia desecharse segun ordenanza esta pólvora, siendo realmente de buena calidad.

240. Sin contar con las variaciones mas notables de la atmosfera que pueden esperimentarse de un disparo á otro, cuanto mas en diferentes dias y estaciones, observó el mismo Belidor en 1725, que una misma polvora desde la mañana en adelante, de un mismo dia al parecer invariable, iba disminuyendo sus alcances: que al medio dia eran los inferiores, y que conforme caia la tarde se iban aumentando. En 1729 se confirmó esto mismo en la Fere por una comision de oficiales de artillería: se repitió lo mismo en Essone en 1774, y en seguida se comprobó por Saint Auban á presencia del Rey y de Darci, y en fin no hay diario de pruebas en que no se note este fenómeno: luego puede darse el caso que una pólvora probada solamente al medio dia se dé por inútil, cuando probada á la mañana ó por la noche hubiera salido victoriosa.

241. La pólvora de una misma picada, pero diferentemente graneada, da alcances desiguales en el morterete, y mezclada con algo de polvorin produce mayores alcances que si se usa limpia y pavonada como la de Suiza: luego si no se atiende en las pruebas á igualar estas dos circunstancias, los resultados dejan de ser exactos.

242. Ultimamente si se reflexiona sobre las variaciones que ha prescrito el gobierno en los alcances con este instrumento desde su invencion hasta nuestros dias, se verá el poco crédito que merecen

sus resultados. Al principio, esto es, en 1686 solo se exigían 50 toesas de alcance; en 1728 se mandó que no bajasen de 75; en 1798 ya se pedian 100, y en el dia se exigen 110, y hay pólvoras que dan hasta 140 toesas (121). Es decir que hasta 1775 no hubo mas que pólvoras *detestables* si se comparan con las del dia, y en 1799 no pasaban de medianas: lo que no puede creer ninguno que haya estudiado la materia desde su origen; y está en oposicion con la historia militar antigua y moderna de la artillería, cuyos terribles efectos en sitios y batallas han sido casi iguales en todos tiempos, y si se notan al presente algunas ventajas, mas deben atribuirse al mejor servicio de esta arma, y á los adelantamientos en la táctica, que á la diversa fabricacion de la pólvora.

Probeta.

243. Iguales ó mayores anomalías y contradicciones nota Proust en las pruebas de la probeta; y como que los esperimentos se hacen con la tercera parte de pólvora que en el morterete, sus resultados son aun mas variables y poco seguros; y así estraña el autor que hallándose despreciado este instrumento desde tiempos muy remotos por todos los oficiales sensatos de artillería, sigan los gobiernos prescribiéndole como una prueba de ordenanza. Acaso se dirá que cuando estas pruebas por sí solas nada valgan, pueden ser útiles para compararlas con las del morterete; pero ¿qué seguridad se pueden tener en instrumentos tan infieles? ¿que comparaciones entre disparos hechos en armas tan diversas, y con tanta variedad en las cargas? Si se hacen las comparaciones entre unas y otras pruebas, concluye el autor, no se

hallarán regularmente mas que contradiciones; para lo cual cita muchas de ellas, en que pólvoras que dieron mayores alcances en el morterete, produjeron ménos grados de retroceso en la probeta.

244. En vista de lo espuesto en este apéndice, y de lo que dejamos dicho en el presente artículo (122 y 132) acerca de la suma dificultad de hacer exactos ambos instrumentos, y de que se conserven lo mismo por algun tiempo, nos inclinamos tambien á creer que estas pruebas en pequeño deben ir acompañadas de otras en grande hechas con el cañon, mortero y obus, para dar una decision fundada sobre la calidad de la pólvora que se quiera examinar.

ARTICULO II.

De la fundicion de las piezas de artillería de bronce.

1. En las ciencias cuyos principios son evidentes no existen diversas opiniones: por un encadenamiento de consecuencias justas, deducidas de ellos, y cuya relacion es inegable, se llega á conocer la verdad en los asuntos mas complicados y confusos. Mas no sucede así con las materias fisicas: estas envuelven cierta oscuridad nacida de la ignorancia en que estamos del modo con que obra la naturaleza, lo que da orígen á las opiniones mas absurdas y contradictorias. Para desvanecerla en parte, no hay otros medios que la observacion y la esperiencia. Comparando, y haciendo análisis de cuanto resulte, se puede llegar hasta sus primeras leyes; pero se debe conservar siempre el modo de raciocinar de los geómetras, y tener cuidado de que las esperiencias estén acordes con los razonamientos. Con este método han hecho muchas ciencias tan considerables progresos en estos últimos tiempos: y este feliz éxito debe dar nuevas fuerzas para examinar las materias, que aun no se han tratado debidamente.

2. De todas ellas, la construcion de las piezas de artillería, tanto por lo perteneciente á su fundicion, como á sus dimensiones, es tal vez la ménos cultivada, y sobre que hay ménos principios conocidos: prueba de ello es la infinita variedad de piezas que se encuentran en nuestras fundiciones, todas con diferentes dimensiones y metales, y que han sido produciones de la viveza de espíritu, y

utilidad personal de sus autores, mas bien que de los medios espresados, manejados y aplicados por un talento sólido.

3. A la verdad esta materia es de las mas dificiles y complicadas: para hacer el menor progreso en ella se necesita ser fisico, geómetra, químico y militar todo en superior grado, y ademas poder disponer de cuantiosos caudales para hacer esperimentos, pues los mas de los que se requieren son costosísimos, y solo pueden ser egecutados por la munificencia de los soberanos. Para conocer si los cañones fundidos con una nueva liga, en un horno diferente, con distinto carbon ó leña &c. son de buena calidad, no basta probar uno pequeño con algunos tiros; sinó que es indispensable hacer esperimentos con dos ó mas piezas del mayor calibre; porque no es proporcional la intension del calor producido por la pólvora con las cantidades de ella que se queman; y porque una ó dos piezas pueden por varias casualidades, (independientes de la mutacion que se va á examinar), salir buenas ó malas: asimismo la prueba debe continuarse hasta destruir las piezas, ó que su servicio sea mayor que el regular de las que les sirven de cotejo ó comparacion.

4. Los esperimentos envuelven ademas otro inconveniente: como se hacen sobre materias de que no se tienen ideas claras, y no se pueden variar y repetir por su mucho costo lo necesario para aclarar con particularidad y distincion los puntos ventilados, las mas veces no son terminantes, y solo sirven para sostener á un mismo tiempo opiniones encontradas, y que se venga á dejar victorioso, no el partido mas razonable, sinó el que tiene mas influjo y valimiento. Los gefes se cansan de

altercados, de consumir caudales para sostenerlos, y tienen que cortar dejando el asunto casi indeciso.

5. Esta es la razon por que se ha sacado tan poco fruto de los esperimentos tan numerosos que se han hecho en Europa para determinar la aligacion de las piezas; de modo que los progresos de la artillería en esta parte no son debidos ni al estudio, ni á las observaciones y esperimentos hechos en tiempo de paz; sinó á lo que se ha observado en la guerra: esta ha manifestado que los cañones muy cortos tienen poco alcance y efecto; que los muy largos son embarazosos, sin ser por esto mucho mayores sus alcances; que los recamarados no se podian cargar ni limpiar con comodidad; que estos, y los de fogones adelantados retrocedian demasiado atormentando las cureñas; que los muy reforzados, ó de escesivo calibre eran dificiles de transportar, sin compensar por sus ventajas estos defectos; que los muy aligerados eran de poca duracion; y los de corto calibre de poco efecto. Estos solos resultados son pues los que han perfecionado la artillería actual.

6. Sin embargo, jamas ha habido opiniones mas opuestas, y sostenidas con mayor teson acerca de su arreglo: se disputa sobre el modo de fundirla, de probarla, y de servirla, sobre sus dimensiones, y sobre sus cureñas y afustes. Dos partidos opuestos, el uno apasionado á las prácticas antiguas, y el otro á las modernas, sostienen con vigor una y otra opinion. Si nuestro objeto en este tratado fuera únicamente dar las nociones precisas para egecutar lo que está mandado por resoluciones superiores, prescindiriamos con mucho gusto de estos altercados,

de los cuales es muy dificil escribir sin chocar al uno ó al otro partido. Mas como nos hemos propuesto dar al mismo tiempo las nociones mas generalmente recibidas sobre los asuntos que se traten, á fin de no formar oficiales meramente prácticos, y que tomen por invencion impertinente cuanto oigan contrario al uso establecido; sinó que puedan discurrir con propiedad sobre las materias concernientes á su instituto: nos vemos obligados á tratar de estas opiniones, aunque esto será con la mayor indiferencia é imparcialidad. No conocemos los autores ó cabezas de uno ni de otro partido, y créemos que nuestros gefes estén tambien indecisos. Ademas el honor del cuerpo y el bien del servicio exigen se traten estos puntos sin preocupacion y con desinteres.

§ 7. El método que seguirémos en la distribucion de este importante artículo será pues: 1.° tratar del cobre y del estaño, de sus afinos, y aligacion, como se practican en nuestras fundiciones; dando despues algunas nociones concernientes á las propiedades que debe tener el metal de que se hagan las piezas de artillería, y sobre el modo de apreciarlas con una esposicion de sus análisis: 2.° prescribir el modo usual de formar los moldes de las piezas, con una noticia de las materias y útiles que para ello se necesitan, y de la naturaleza de las arcillas, que son la materia de que principalmente se forman: 3.° dar algunas nociones generales acerca de los hornos, describir los actuales, y espresar el modo de fundir y arreglar las piezas: 4.° indicar el modo de reconocerlas y probarlas, con algunas reflexiones sobre los medios mas adecuados de conocer su calidad: 5.° en fin, esponer con imparcialidad

las ventajas y defectos de las fundiciones en sólido y en hueco; de la práctica de poner granos al tiempo de fundir las piezas &c. Asi este artículo se compondrá de cinco números. En ellos se tratará completamente de las materias correspondientes, para cuya cabal inteligencia nos referiremos á las láminas impresas de este artículo, como se ha hecho con las del 1.°

Número I.

Del cobre y del estaño, sus afinos y liga mas oportuna para las piezas de artillería.

8. El cobre es un metal de color rojo rosáceo dotado de olor y sabor desagradable si se le frota ó calienta, bastante pesado pues su gravedad específica es de 7,788: duro y elástico pudiendo servir para instrumentos de punta y corte por medio del temple: mas dúctil que el hierro y ménos que la plata: su tenacidad es mayor que la de esta y ménos que la de aquel, pues cuando un alambre de plata de $\frac{1}{15}$ de pulgada resiste hasta 270 libras, el de cobre alcanza á $299\frac{1}{2}$, y el de hierro á 450: es en fin el mas sonoro de todos los metales. Al fuego se enrogece primero, luego se pone albo, entra en fusion ántes que el hierro y despues del oro, y finalmente se volatiza á un fuego violento. Si se le forja estando rojo se desprenden de su superficie muchas ojas que son de metal oxidado, en que se convertiria toda la cantidad de él por continuadas caldas; y asi se le bate en frio, pues por su misma naturaleza se deja reducir á planchas con mucha facilidad.

9. El cobre espuesto al aire se oscurece poco

á poco en su superficie hasta que con el tiempo toma un color verde, debido al ácido carbónico que roba de la atmósfera. El agua pura no le disuelve, pero si cargada de algun ácido; y por este motivo se encuentra en la naturaleza como en Riotinto disuelto en algunas aguas, que llaman *aguas cementicas*, y su cobre precipitado por medio del hierro *cobre de cementacion.*

10. Se disuelve en los ácidos con color verde ó azul, y sobre todo en el nítrico con mucha efervescencia por el desprendimiento del gas nitroso que se manifiesta en los vapores rojos: en el muriático no se disuelve sinó ayudado del calor, si bien ataca su óxido con mucha mas facilidad: tambien le disuelven mas ó ménos los ácidos animales y vegetales, cristalizando todas estas sales ménos la muriática. Los álcalis le precipitan de estas disoluciones en estado de óxido ó carbonato, segun sean ó no cáusticos; y el zinc y hierro en estado metálico. Tambien los álcalis pueden disolver el cobre, y sobre todo en el amoniaco forma una disolucion hermoso de color azul. Téngase presente que todas estas disoluciones son muy venenosas para la economía animal, y por lo tanto lo peligroso de las basijas de cobre sino están bien estañadas.

11. En todos los paises se hallan minas de cobre que se introduce en el comercio bajo de diferentes formas y pureza: en *torales* de cobre negro, en *rosetas*, en *panes*, en *escudos* de Suecia, en *planchas*, y en *trozos de cortaduras* de estas. El cobre negro es el que resulta de la simple fundicion del mineral, que para nada sirve sinó se afina: las rosetas son unas masas que se obtienen

fundiendo el cobre negro y refrescando la superficie del baño con agua, su fractura presenta granos que prueban no estar completamente afinado: los panes provienen regularmente de fundiciones que no han resultado bastante puras para reducirlo á planchas, su fractura empieza á presentar algunas fibras: los escudos de Suécia, vienen á ser un cobre de esta clase: las planchas se forman por medio del cilindro, y dan un cobre muy fibroso; pero que solo debe usarse en este estado, pues seria una gran falta de economía el volverle á fundir: finalmente los desperdicios y cortaduras de las planchas son de la misma especie, y solo se debe cuidar no vengan mezclados por fraude con otros trozos de metal mas barato.

12. Las minas de cobre son las que afectan mas variedad en la naturaleza, y asi las hay de diferentes clases que se conocen bajo el nombre de familias. Primera familia: el *cobre nativo* es de color rojo de cobre, pero por lo comun aparece negruzco en su superficie, ó tiene varios colores superficiales, ó está cubierto de verde de cobre. Se encuentra en masa, sembrado, superficial: muchas veces capilar, en figura de alambre, arborizado, ramoso, informe, en hojitas, en láminas y cristalizado. 2.ª El *cobre vidrioso* (óxido oscuro de cobre) tiene color gris de plomo mas claro ó mas oscuro, que tira por lo comun al negro de hierro y amarillo: á veces toma en su fractura color superficial algo azulado. Se encuentra en masa, sembrado, algunas veces superficial y cristalizado: al soplete se funde sin despedir ningun olor, y da al vidrio del bórax un bellísimo color verde de esmeralda: segun Kirvvan se compone de 80 hasta 90 por ⅌ de cobre, y de 10 á 12 de azufre con un

poco de hierro. 3.ª La *mina de cobre color de violeta* (óxido de cobre) tiene en su fractura reciente color medio entre rojo de cobre y pardo de tumbaga, pero se llena muy pronto de colores superficiales, que son: rojo oscuro, azul de violeta, azul celeste y verde. Se encuentra en masa, sembrada, superficial y algunas veces cristalizada: al soplete se funde con facilidad sin olor ni humo, comunica al bórax un hermoso color verde de esmeralda, y se compone de 40 hasta 60 por % de cobre, un poco de azufre y hierro: muchas veces se confunde con el cobre vidrioso, y por esto le llaman tambien *cobre vidrioso de color de violeta ó mina lazur.* 4.ª La *pirita de cobre* (sulfureto de cobre) es en su fractura reciente de color perfecto amarillo de laton, ya mas oscuro, ya mas pálido, que se acerca en parte al amarillo de oro, y en parte al gris de acero: en las separaciones de las gangas, suele tener colores superficiales hermosos de cola de pavo real. Por lo comun se encuentra en masa, sembrada, á veces superficial, raras veces carbonizada, especular, tuberculosa, en racimo, con impresiones; pero con mayor abundancia cristalizada: al soplete chispea y salta al principio fuertemente, despide olor de azufre, y en su fusion con el bórax da un vidrio muy hermoso. La pirita cristalizada es, segun Kirvvan, la mas pobre, pues contiene solamente de 4 á 8 por %: la pirita amarilla verdosa contiene la mayor cantidad de azufre, y desde 15 hasta 20 por % de cobre; pero hay piritas que dan hasta 30 libras de cobre, mucho azufre y mucho hierro: esta es de las minas mas comunes, y se encuentra mas ó ménos en casi todas las demas: algunas veces se halla en gangas, depósitos y camas, llamándola *mina de cobre amarillo*, que

contiene por casualidad oro ó plata. 5.ª La *mina de cobre blanco* (óxido de cobre) tiene color medio entre blanco plateado y amarillo gris. Se encuentra en masa y sembrada: al soplete despide al principio un humo blanco, que huele á arsénico, y se funde en una escoria gris negra. Segun Henkel se compone de 40 partes de cobre, con arsénico y hierro. 6.ª La *mina de cobre gris* (óxido de cobre) tiene color gris de acero, que á veces se acerca mucho al negro de hierro: algunas tienen colores superficiales de cuello de pichon ó de acero pavonado. Se encuentra en masa, sembrada, superficial, especular y cristalizada: al soplete chispea y salta mucho al principio, se funde fácilmente despidiendo su boton metálico un humo blanco fuerte sin olor particular, y que se pega al carbon con un color blanco azulado: el botoncito de color negro de hierro ó gris de acero es muy agrio, y no se une con el vidrio del bórax, no obstante que le comunica un color amarillento que se acerca algo al del jacinto. Sus partes constitutivas no se conocen todavía con exactitud, y parece que los individuos de esta mina se diferencian mucho en la proporcion de sus mezclas: una de las que analizó Klaproth contenia 31, 36 de cobre, 14, 77 de plata, 3, 30 de hierro, 34, 09 de antimonio, 15, 50 de azufre, 0, 30 de alúmina, y 4, 68 de pérdida. 7.ª La *mina de cobre negro* (óxido de cobre negruzco) tiene un color negro parduzco, que tira mas ó ménos al pardo. Se compone de partículas mates ya mas gruesas, ya mas finas, pulverulentas, que tienen algunas veces coerencia formando una masa sólida, y otras la costra en las separaciones de la pirita de cobre, y de la mina gris de cobre: al soplete despide un humo que huele á azufre, y se funde formando una es-

pecie de escoria que tiñe de verde el bórax: suele contener de 40 á 50 de cobre. 8.ª La *mina de cobre rojo* (óxido de color rojo oscuro) tiene un color rojo oscuro de cochinilla, que tira ya al gris de plomo ya al rojo de carmin. Se encuentra en masa, sembrada, y algunas veces cristalizada: al soplete se reduce esta mina con facilidad sin humo ni olor sensible, pero se transforma muy rapidamente en una especie de cobre vidrioso artificial: con el bórax hace mucha efervescencia, y le tiñe de color verde amarillento: es de las minas mas ricas, pues consta de 73 por ⅌ de cobre. 9.ª La *mina de cobre color de teja* (óxido pulverulento mezclado con ocre de hierro) es de color rojo de jacinto, que se acerca mas ó ménos al rojo parduzco y al pardo rojizo. Se encuentra en masa, sembrada, y cubriendo otros fosiles: al soplete se pone negra, y por si sola no entra en fusion, da al bórax un color verde manchado: se halla muchas veces mezclada con óxido de hierro, y varía en la cantidad de cobre. 10.ª El *azucar de cobre térreo* (carbonato de cobre) tiene por lo comun azul de esmalte, que pasa algunas veces al azul celeste. Se encuentra en masa, sembrado, y sobrepuesto á otros fosiles, otras veces tuberculoso y estalactítico; al soplete se pone negro, no entra por si solo en fusion, y con el bórax se hincha mucho tiñéndole de verde: segun Kirvvan contiene hasta 69 de cobre. 2.ª especie de esta familia: el *azufre de cobre radiado* (carbonato de cobre) tiene color azul de lapizlázuli con varios grados de intensidad. Se encuentra en masa, sembrado, no superficial, algunas veces tuberculoso, en racimos pequeños, y con abundancia cristalizado: al soplete no chispea, toma al principio un color negro de hierro, y no se funde por si solo: con el bórax hace

mucha efervescencia, le tiñe de un hermoso verde cardenillo, y deja en el fondo un botoncito de cobre puro: segun Fontana contiene hasta 75 por %. 11.ª La *malaquita fibrosa* (carbonato de cobre) tiene color verde de prado, que pasa algunas veces al verde esmeralda, verde manzana y verde cardenillo. Se encuentra en masa, superficial, tuberculosa y en cristales: con los ácidos hace efervescencia, al soplete chispea y salta mucho, se pone negra, y no entra por si sola en fusion: con el bórax hace mucha efervescencia, y le tiñe de color verde oscuro que tira algo al amarillo. 2.ª especie de esta familia: la *malaquita compacta* (carbonato) tiene color medio entre verde prado y verde cardenillo, su superficie esterior y la superficie de las partes distintas tienen algunas veces color blanco verdoso, y colores superficiales. Se encuentra en masa, sembrada, por lo comun tuberculosa y en racimos, y algunas veces tambien estalactítica y en nudos: al soplete chispea y salta con violencia; se pone negra, y no entra en fusion por si sola: tambien hace mucha efervescencia con los ácidos y con el bórax, que tiñe de verde oscuro, tirando á veces algo al amarillento. Toma un bello pulimento, y se emplea para varias cosas de adorno: se miraba antiguamente como una especie de piedra preciosa. 12.ª El *verde de cobre* (carbonato) tiene color verde perfecto de cardenillo con varios grados de intensidad. Se encuentra algunas veces en masas, y muchas cubriendo otros fosiles: al soplete se pone negro, no entra en fusion por si solo, y tiñe de verde al bórax: siempre se halla íntimamente mezclado con tierra caliza y aluminosa en mayor ó menor cantidad, y sobre todo en aquellos parages que tienen agua cementadas. 13.ª El *verde de cobre ferruginoso*

térreo (carbonato) es un fósil de color subido verde de aceituna, que se acerca muchas veces bastante al verde amarillento. Se encuentra en masa, pero con mayor abundancia sembrado, y parece una mezcla íntima de verde de cobre con óxido de hierro. 2.ª especie de esta familia: el *verde de cobre ferruginoso en escorias* (carbonato) tiene color oscuro verde de aceituna, que se acerca mas ó ménos al verde pardo oscuro. Se encuentra en masa y sembrado; pero aun se ignoran sus partes componentes, aunque parece que ademas de cobre contiene mucho hierro: se encuentra por lo comun con la familia antecedente, con la mina de cobre gris y otras, regularmente en espato pesado blanco. 14.ª La mina de cobre color de aceituna (arseniato de cobre) tiene color verde de aceituna, que pasa al verde de prado oscuro y al verde negruzco, y aunque raras veces al verde de cardenillo. Se encuentra por lo comun cristalizada, y rara vez en masa y sembrada: al soplete chispean sus cristales despidiendo humo arsenical, y se funde en una bola gris, que forma al instante un boton puro de cobre si se le trata con bórax. 15.ª El *muriato de cobre* es de un bello color verde de prado siempre que no se halla manchado de óxido de hierro, sus cristales muy pequeños tienen color de esmeralda, y los mayores verde de aceituna. Se encuentra en masa, y algunas veces cristalizado: al soplete arde desde luego con llama azul verdosa que cesa luego que el ácido muriático queda del todo disipado. Don Luis Proust que analizó esta mina, la halló compuesta de 12 partes de agua, 10 de ácido muriático, 57$\frac{3}{5}$ de cobre, 14$\frac{2}{5}$ de oxígeno concreto, 2 de óxido rojo de hierro, y 4 de sulfato calizo con un poco de arena; y crée que de esta mina puede haberse formado

muy bien la arena verde, que Dombey ha traido del Perú, y cuya análisis se halla en las memorias de la Academia de Paris del año 1786: mas este fósil solo se ha encontrado hasta aora en Chile, en Remolinos y en la Soledad.

13. Antiguamente se surtian nuestras fundiciones de cobres de Suecia con gran dispendio del Real Erario, pero en el dia con el de nuestras Américas y Rio-tinto hay no solo bastante para toda la artillería que se funde con los pertenecientes al Rey por los derechos de la estracion de sus minas; sinó que aun les quedan á los asentistas los suficientes para hacerse poderosos con los que introducen en el comercio.

14. Algunas otras minas se conocen de cobre, pero que por ser muy pobres no se benefician á ménos de no tener en sus inmediaciones abundancia de leña, y de presentarse sus vetas y filones á una altura superior á la de los barrancos que rodéen el cerro, pero que despues de haber aprovechado las aguas en el movimiento de todas las máquinas se puedan desaguar fácilmente sus pozos y galerías por el desnivel de las cañerías que vengan á morir á dichos barrancos. Finalmente las hay de *cobre-laton*, que son unas piritas cobrizas mezcladas naturalmente con la blenda del zinc, las que dan el laton por una simple fusion.

15. El beneficio de las minas de cobre es fácil cuando recae sobre los minerales que le contienen en estado de óxido ó de carbonato, en cuyo caso basta despues de haber escogido los trozos mas ricos de mena, hechos pedazos pequeños y lavados para separar las tierras y sales solubles, fundirlos entre car-

bones para obtener el cobre; pero el beneficio recae sobre los sulfuretos que son los mas comunes.

16. El ensayo de todos estos minerales se hace por dos medios: por la *via seca* mediante la fundicion del mineral solo ó con varios fundentes al fuego dentro de crisoles, ó por la *via húmeda* con la aplicacion de los reactivos.

17. Los minerales de cobre que contienen este metal en estado de óxido, ó de carbonato, como la malaquita, el cobre azul, el cobre color de teja, el cobre negro &c. fundidos en un crisol con el flujo negro, dan casi todo el cobre que contienen puro y sin pérdida por no contener azufre ni mezcla de otros metales; pues su operacion se reduce á desoxidar el metal, ó dejar elevar el ácido carbónico que se separa, y á fundir la porcion de tierra con que está mezclada, para dar lugar á la precipitacion del cobre. Tambien pueden ensayarse estos minerales por la via húmeda, tratándolos con el ácido nítrico que los disuelve completamente, precipitando el cobre por el hierro, ó bien por el carbonato de sosa, en cuyo caso 194 granos de precipitado contienen 100 partes de cobre.

18. Pero en las minas sulfurosas como las piritas de cobre, el cobre vidrioso, y el cobre gris uniéndose el azufre de ellos con el álcali del flujo se forma un sulfureto, el cual disuelve parte del cobre de la mina; por cuyo motivo no separándose todo en la fundicion del ensayo, no se puede saber su cantidad. Ademas estos minerales de cobre suelen contener otros metales, como plata, antimonio, arsénico, hierro, los cuales quedan mezclados con el cobre resultando este agrio é impuro; y en cuanto á la

plata quedándose toda ella en el cobre resultante del ensayo; si juzgásemos de la cantidad de este metal precioso por lo que resulta del ensayo posterior de este, caeriamos en error atribuyendo aquella cantidad proporcional á todo el mineral de cobre.

19. El ensayo de estas minas sulfurosas se debe practicar por la via húmeda: á este fin se hace hervir el mineral pulverizado en cinco partes de ácido sulfúrico concentrado: se evapora el líquido hasta sequedad, y se lava bien el residuo en agua caliente para disolver toda la sal resultante: de esta disolucion del cobre se separa la plata por medio de una lámina de cobre, y este se separa valiéndose de una lámina de hierro limpio, haciéndolo hervir en ella hasta que no precipite mas: el cobre precipitado se lava, se hace secar con un fuego muy lento y se pesa.

20. El beneficio de las minas de cobre es fácil y espedito cuando se verifica con sus óxidos y carbonatos, como lo es igualmente su ensayo por la via seca, pues se reduce á fundirlo entre carbones; pero recae aquel regularmente sobre minerales de cobre sulfurosos, en cuyo caso es necesario molerlo, lavarlo y calcinarlo al aire para separar todo el azufre que se pueda; despues se funde en los hornos de manga entre carbones, resultando un cobre negro impuro con azufre: se repiten y alternan estas operaciones cuatro, seis, ó mas veces, segun la naturaleza del mineral sulfuroso. El cobre aunque negro sale maleable, y entónces se funde con tres partes de plomo y se forman unos panes que se llaman de *licuacion.* Puestos estos despues sobre unas planchas de hierro en el horno, con el calor se les separa todo el plomo, el cual arrastra la plata que contenia el cobre, y se

separa despues el plomo por medio de la copela. Los panes de cobre libres de plomo y plata se funden y se afinan en hornos de reverbero, y sale el cobre puro y metálico en planchas ó chispas, ó bien despues de variado se refresca para sapararlo en rosetas.

21. En cuanto al cobre llamado de *cementacion* que se halla disuelto en el agua en estado de sulfato de cobre como sucede en Riotinto, se beneficia con facilidad introduciendo en dicha agua planchas de hierro, las cuales precipitan el cobre metálico puro de aquel sulfato disuelto por tener el hierro mas afinidad con el oxígeno y el ácido sulfúrico, formándose en este caso un sulfato de hierro.

22. El arte y ciencia del minero consiste en saber apropiar estas operaciones á la calidad del mineral, y asi es que varían en todas partes segun sus clases, por lo que describirémos un procedimiento general que pueda servir de base, advirtiendo solamente que cuando se obre con conocimiento, siempre se conseguirá el mismo cobre en su último grado de pureza, siendo una preocupacion el créer que todas las minas no sean capaces de darle de una misma calidad.

23. La primera operacion, que se practica con una mina de cobre, consiste en escogerla: 1.° separando los pedazos que tienen metal de los puramente pedragosos, y arrójar estos: 2.° apartando los que parezcan enteramente metálicos, para remitirlos al horno: 3.° acumulando los que sean una mezcla de piedra y *mena*: por esta se entiende la parte de mina, que contiene el metal, y que forma dentro de ella varias ramificaciones mas ó ménos voluminosas, profundas y estendidas. Esta mezcla de mina y piedra se criba en unos harneros de red de alambre, cu-

yos agugeros sean de una pulgada en cuadro: y la parte mas gruesa que quede en ellos sin pasar, se lava, poniéndola en cubetos que tengan por fondo una criba, cuyos agugeros sean de una línea de diámetro, y sumergiendo repetidas veces los cubetos en una tina grande, ó estanque de agua: despues de asi lavada, se tenderá sobre tablas.

24. La parte de la mena, que ha pasado por la red de los harneros, se vuelve á cribar por otros, cuyos agugeros sean de 6 á 7 líneas: y lo que no pasa por ellos se lava, y pone sobre tablas separadas, del modo ya dicho. Lo que ha pasado esta segunda vez, se vuelve á cribar por harneros, cuyos agugeros sean de tres líneas en cuadro: lo que no pase por ellos se pone en una especie de artesilla, cuyo fondo está hecho de una red muy menuda de alambre delgado: y sumergiéndola y sacándola fuera del agua de la tina, y con otros movimientos, se consigue que quedando las partes metálicas en el fondo, suban á la superficie las que no contienen metal, y asi se puedan separar.

25. De resultas de esta primera operacion se tienen pedazos gruesos de mena lavados sobre unas tablas; otros menores sobre otras tablas; el polvo que se ha precipitado en la cuba; y otras partes pedragosas que se han separado; ademas del metal puro que se haya escogido, el cual se envia desde luego al horno. Los primeros y segundos pedazos de mena se repasan, y aparta todo lo que es puramente metálico, que se envia á los hornos, y lo restante, con la parte pedragosa, se transporta á una especie de batan, (semejante á un molino de papel ó de pólvora, con la diferencia de estar los mazos herrados por sus cabezas), en donde se muelen y reducen

á partes menudas, que se lavan, (igualmente que el polvo de la cuba de la anterior operacion) en un lavadero compuesto de seis mesas un poco inclinadas, y guarnecidos sus bordes de la propia madera que las mesas para contener el mineral: cada mesa está dividida por su longitud en dos partes por medio de otra tabla que la atraviesa; de modo, que vienen á ser doce: el agua entra en ellas por medio de una canal pequeña, que nace de otra mayor, de que se surten todas, y viene á llenar un espacio triangular, que está á la cabeza de cada mesa, del cual, lleno que esté, cae el agua sobre el mineral que está contenido en un espacio cuadrado, y lo lleva todo lo largo de la mesa por debajo de una tabla que hace esta separacion, y que para dar paso al agua, y al mineral no toca al plano de la mesa: en esta se bate la mena con una especie de rasador, para que el agua lleve consigo las partes heterogéneas al salir por el otro estremo de la mesa por una abertura que forman sus bordes.

26. Las minas que se hayan de calcinar lo pueden ser al aire libre, ó en hornos sencillos, que se reducen á cuatro muros sin cubrir, con sus ventanas ó registros: en ellos se acomoda la mena en lechos alternados con otros de leña: la torrefaccion, quema, ó calcinacion dura de 24 á 36 horas, y se repite dos, tres, y hasta ocho veces, segun la calidad de la mina.

27. Sea que la mena se haya calcinado, ó no, se conduce al horno de fundicion que puede ser de varias especies; como los representados en las láminas 7, 8, 9, 10 y 11, de los que se tratará luego.

28. Estos se cargan con una mezcla de mena, carbon, y escorias, segun ciertas proporciones: las

escorias se toman de la fundicion precedente: y el carbon se aumenta mas ó ménos segun la mina: por lo comun la que se ha lavado exige mayor cantidad.

29. Lleno el horno hasta arriba de esta mezcla, se hacen andar los fuelles, y se deja siempre libre la abertura hecha bajo del muro anterior del horno. A proporcion que el metal se funde cuela en un reservatorio, ó toralera que está debajo de la abertura, y hecha en un macizo algo elevado del piso. Cuando hay en ella una cierta cantidad de metal, los obreros levantan y estraen con un instrumento de hierro, especie de pala, la parte superior que es vidriosa, ó compuesta de escorias: se continúa apartando estas superficies vidriosas, hasta que la toralera esté llena de materia metálica.

30. Ademas de esta toralera hay otra inferior, con quien tiene comunicacion; una y otra se embetunan interiormente con una mezcla de carbon y tierra fuerte ó arcilla: cuando la superior está llena, se abre la abertura, por donde se comunica con la inferior, y el metal entra en esta.

31. Luego que la toralera superior queda vacía, se vuelve á embetunar, ó cubrir de nuevo con el carbon y tierra; de modo, que esta cubierta tenga cerca de dos pulgadas de grueso, y se tapa la comunicacion con la inferior.

32. Cuando la materia contenida en esta segunda toralera se empieza á condensar, los obreros la estraen del modo siguiente, y con el órden que vamos á esplicar. Se principia quitando los lechos superiores, que son escorias: separadas estas, y luego que el metal haya criado una especie de costra, esto es, que se haya cuajado la superficie, se rocia con agua, lo que hace fijar la materia has-

ta un cierto espesor se eleva y estrae este lecho: y se continúa asi rociando, y sacando lechos de cobre hasta estraer toda la materia contenida en la toralera. Se debe tener sumo cuidado con no rociar el cobre, miéntras que no haya formado la costra superficial que se ha dicho, pues si por casualidad cae agua en él aun líquido, particularmente hácia las paredes del vaso que lo contiene, saltará con estrépito y precipitacion causando varias desgracias.

33. El producto de esta primera fundicion es una mezcla de cobre, azufre, y otras materias heterogéneas, y por lo tanto necesita para purificarse de muchas operaciones: estas se reducen á calcinar estas piedras con cinco, ocho, diez y hasta veinte fuegos, segun lo puro de ellas. Se entiende por un fuego, practicar con las piedras la misma operacion que con la mina para su torrefaccion: dos fuegos, reiterar una segunda vez esta misma operacion; y asi de los demas. Se tiene la precaucion de dar el primer fuego con un simple lecho de rajas de madera, y de aumentar la cantidad de ésta, á medida que se acreciente el número de fuegos, porque cuanto mas azufre contengan las piedras tanto mas tiempo debe durar el fuego, y se ha de proceder con mas lentitud.

34. Las piedras ya calcinadas se vuelven á fundir en el horno, igualmente que se ha dicho de la mena, con sola la diferencia de disminuir la accion de los fuelles, para que el fuego no sea tan activo: la materia corre á una segunda toralera de donde se estrae en planchas, y se obtiene un poco de cobre negro, y unas segundas piedras de cobre.

35. Estas se calcinan de nuevo con cuatro ó cin-

co fuegos, y se vuelven á fundir, con cuyas operaciones se obtiene un poco de cobre negro, y unas terceras piedras mas ricas que las precedentes. Vueltas estas á calcinar por cinco fuegos y á liquidar, producen tres cuartas partes de cobre negro, y otras piedras aun mas ricas.

36. El órden descrito seria el que se practicaria en un horno en que se trabajase por la primera vez; mas los procedimientos son muy diversos en los hornos ya corrientes, en que se funden sucesivamente todas las espresadas especies de piedras de cobre, y al fin la mena.

37. Aun cuando en la toralera inferior se reunan los productos de distintas piedras de cobre, no resultará el menor inconveniente; porque el cobre negro ganará el fondo de la toralera, y sucesivamente hasta la superficie irán siendo ménos ricas las planchas de piedra de cobre.

38. Los productos, pues, de estas diversas operaciones son escorias, piedra pobre, piedra mediana, piedra rica, y cobre negro. Todas estas piedras de cobre se conocen en la metalurgia por el nombre de *matas*.

39. El cobre negro es el estado último á que se llegan á reducir la mena y piedras, con repetidas calcinaciones y fusiones; pero ni aun asi es un metal puro, sinó que contiene algun azufre, y aun plomo, que es preciso disipar para obtener cobre de roseta, que es el necesario para las piezas de artillería. Esta operacion se llama afinar el cobre, y es la primera que se practica en nuestras fundiciones, en las que el cobre de América de que se surten, viene aun sin afinar.

40. Antiguamente se egecutaba en la copela representada en la lámina 1.ª cuya figura da á conocer las canales MG, KL, PQ que dan salida á la humedad construidas bajo la copela A y toralera B de la 2.ª, en la que se ve el plano de la fragua con el grueso de sus paredes *r* y tirantes *s* que las sugetan, y la toralera T: la figura 3.ª que es su elevacion de frente con su chimenea X, tiene su gran puerta *z*P*z* que se cubre de medio arriba con una plancha de hierro para resguardar á los bocacopelas de la accion del fuego, y al rededor de la tobera del macizo TRQ de ladrillos refractarios: finalmente en el perfil de la 4.ª se ve el macizo *dm* de ladrillos refractarios puestos de canto, el cajon *dmne* relleno de carbonilla fuertemente apisonada donde se abre la copela con una cuchilla corva, y el fuelle doble V con su balancin X.

41. Puestos los torales de cobre negro en la copela por lechos alternados de carbon, servia el fuelle para avivar la accion del fuego, suministrar oxígeno á los metales mas oxidables y revolver el baño para que las escorias subiesen con mas facilidad á su superficie: se procuraba ir separando estas á un lado y continuar echando carbon, hasta que con el hierro de ensayo, que es una barreta con su estremo de acero bruñido, se conocia estar bastantemente afinado, y entónces se pasaba con unas cucharas á la toralera, de donde se sacaban las rosetas como luego se dirá. Pero el enorme consumo de carbon y la esperiencia que ha dado á conocer el no afinarse tanto los cobres como en los reverberos, han hecho abandonar este sistema; y en la actualidad solo sirve para fundir las piezas peque-

ñas que se necesitan en las máquinas y los buges, roldanas, puentes y demas enseres de nuestras maestranzas.

42. La lámina 2.ª representa uno de éstos hornos llamados de *afino*. En el plano y perfil de las figuras 1.ª y 3.ª se ve el cenizero H, las parrillas *a*, la meseta DE cubierta del recodo curvo del hogar que dirige la llama á la caldera C, la tobera K para introducir el cañon del fuelle M, los respiraderos J, que van á parar á la chimenea y el *g* que corresponde al mirador *x* con la canal *e* por donde sale el metal á llenar las vaciaderas S, y las canales *o*, *m*, *n*: en la 2.ª que es su elevacion por su única puerta Y se representa la chimenea P, las levas N, R para levantar las compuertas de hierro que abren dicha puerta y la del hogar G por donde se introducen las rajas de leña y las cabezas de los tirantes *r* que se sujetan por los montantes *s*.

43. Para afinar el cobre se principia cubriendo el piso de la caldera con carbonilla, que es una mezcla de arcilla y carbon muy menudo suavemente humedecida, la que se apisona fuertemente y se seca con carbon encendido: se carga despues el horno con todos los torales que quepan en la caldera, y se le da fuego. Luego que se liquida el metal se hacen andar los fuelles, que solo sirven para suministrar oxígeno al baño y romper su ligazon, por lo que la coluna de aire debe chocar con mucha violencia contra su superficie y no pasar rasante á ella; é introduciendo á menudo el hierro de ensayo hasta el fondo se saca inmediatamente para meterle en agua, y si la costra que se le pega se desprende con facilidad, y manifiesta uniformemente el verdadero rojo color de cobre, se crée que está suficientemente afi-

nado. Pero sola la práctica puede dar á conocer si se ha de avivar la accion del fuego, el tiempo en que deban andar los fuelles, y su grado de afino ya sea á prueba de martinete ó de artillería que es mayor. Durante toda la operacion se le remueve con un palo verde, y se le escoria cuantas veces sea necesario.

44. Luego que por un último ensayo se conoce que el cobre se halla en el estado que se apetece, se destapa la canal, que tambien se llama *tobera*, y corre el metal á llenar las vaciaderas. Cuando haya formado una costra delgada en su superficie, se rociará con agua por medio de una escobeta hasta que tome un cierto espesor, á cuyo tiempo se levanta esta plancha con un escoplo ó punzon, y se saca con unas tenazas: sucesivamente se irá echando agua y sacando planchas hasta que se termine todo el cobre, y el asi purificado se llama de *roseta*.

45. Los adelantamientos de la química han dado á conocer otro método de afinar los cobres, fundado en la menor afinidad de este metal con el oxígeno respecto al hierro, estaño y otros metales; y en la desoxidacion de todos ellos por medio del carbon. Este método se reduce á poner el cobre en un horno de reverbero, y á calentarle poco á poco hasta que se funda. En este estado todos los cuerpos mas volátiles como el azufre, arsénico, &c. se subliman, y presentando el baño una gran superficie á la corriente del aire atmosférico, se van sucesivamente oxidando todos los metales que tienen mas afinidad con el oxígeno, subiendo á la parte superior con un aspecto térreo. Al cabo de cierto tiempo se echa sobre el baño una capa ligera de silícea molida, la que aun cuando sea pura no esperi-

mentará alteracion por el fuego, pero con el contacto de los óxidos metálicos se funde y vitrifica, y en este estado se da un fuego mas fuerte para que pueda entrar en fusion con todo cuanto nada en el baño. Cuando se ve que dicha fusion es completa, se separa esta capa, y parece la superficie del metal. En seguida se echa carbon vegetal reducido á partes menudas, que roba el oxígeno á todo el cobre con quien está en contacto, y cuando se ha quemado se remueve el baño con un palo de madera verde (llamado en nuestras fundiciones berlinga) el que al tiempo de quemarse desprende su humedad, su sabia, y demas principios capaces de transformarse en gases, que ocasionan una especie de agitacion en el metal, obligando á que suban á su superficie las partes que no habian estado en contacto con el carbon. Se echa este de nuevo, y se continúa berlingando, hasta que sacando un poco de cobre se note despues de frio que su fractura es fibrosa. Cuando se abra la lámina correspondiente se tratará de esta operacion en un apéndice con mas individualidad.

46. Hay otra especie de cobre en el comercio, que se vende bajo el nombre de cobre del Perú, y es de los mas impuros; por lo que ántes de afinarle por el método que se acaba de esponer, es preciso practicar con él las operaciones siguientes. Se le coloca en un horno de reverbero, y se le da poco fuego para que no se funda, y si solo se ablande: durante este tiempo el azufre y los metales volátiles se disipan y los demas se oxidan en la superficie de la masa. A proporcion que el cobre tenga ménos aspecto de fusibilidad, se aumenta el fuego para acelerar la oxidacion de los metales mas susceptibles

de ello, y en seguida se le hace entrar en fusion dándole mucho fuego: luego se hace uso de la silícea como en el afino anterior, y se cuela el metal en panes mas pequeños que ya tienen un primer grado de purificacion. Esta operacion se repite cuantas veces sea necesario, para dejar al cobre en estado de sufrir su último afino por el medio anterior.

47. Este método usado últimamente en Francia, dice Gaspar Monge, es el mas adecuado para libertar al cobre de su mezcla con toda clase de metales blancos, hasta del plomo que le hace sumamente agrio; asi que, un fundidor inteligente puede sacar partido de cuantos cobres se le entreguen, afinándolos hasta el grado que sea necesario para sus usos en la sociedad. Por este medio quizas convendria afinar nuestros cobres de Vera-cruz, pues se notó en la fundicion de Mallorca que daban una merma de 17 por %, cuando en los de Lima solo resultaba de 4.

48. En la fundicion de Sevilla se han fabricado en el año de 1781 dos cañones de bronces afinados en Puerto Real con carbon de tierra ú hornaguera, y se han hallado de tan buena calidad como los hechos de bronces afinados con carbon de brezo, ó pino: aunque cuando se ligaron los cobres con el estaño correspondiente, operacion en que se afinan mas, se usó de carbon de brezo. Pero careciendo de otras noticias particulares de este afino hecho con misterio, no es posible formar juicio de si efectivamente la hornaguera será útil para los afinos, y mas en vista de lo que contra su uso espresan varios autores, y entre otros Hellot, que en dos de sus notas puestas á la traducion de Schlutter, dice tomo 2.° pa-

gina 114. »Está confirmado por esperiencias hechas en »Francia, que cuando se funde la mina de cobre con »hornaguera produce mucho ménos que con carbon; »y que un horno de reverbero ingles calentado con »haya, y aun con gavillas ó leña menuda, hace pro»ducir á la mina de plomo diez por ciento mas, que »si se calienta con hornaguera, cuyo azufre destru»ye y reduce á escorias una parte de metal, cual»quiera que sea, esceptuado el oro.“ Y pag. 160. »Se ha querido introducir en 1748 en la estracion »de una mina de cobre el uso de la hornaguera, »tanto para su torrefacion, como para la fundicion »del mineral: se ponia sobre la leña en la quema ó »torrefacion de la mina, y se mezclaban nueve par»tes con una de carbon, en el horno aleman, para »la fundicion; pero aconteció lo que se debia pre»veér. El azufre de la hornaguera reunido al de la »mina destruia parte del cobre, y causó pérdidas »considerables á los mineros, que se vieron obligados »á abandonar este método, que se daba por nuevo, »aunque habia estado introducido en otra parte mas »de veinte años ántes, é igualmente abandonado.“ Sin embargo en Inglaterra se emplea frecuentemente la hornaguera en las operaciones metalúrgicas, lo que puede provenir de alguna de estas dos causas: ó de tener conocida alguna otra sustancia á que se una el azufre, evitando asi que obre contra los metales; ó de que la escasez de leña obligue á valerse de la hornaguera, no obstante el desperdicio ó merma de metal que ocasiona.

49. Finalmente los que quieran imponerse á fondo en esta materia, y saber los diversos modos que se practican para la estracion y afino del cobre, podran acudir al tratado de la *fundicion de las minas* de

Schlutter traducido al frances y añadido por el citado Hellot; y tambien á Schwedenborg *de cupro*; y entre los modernos el Diario de las minas publicado en Francia y otros. Pasemos á tratar del estaño.

50. El estaño es un metal blanco, lustroso como la plata: tiene un olor y sabor particular que se le aumenta si se le frota ó calienta: es de los mas ligeros pues su gravedad específica solo llega á 7,291, muy blanco y poco elástico, y muy dúctil y poco tenaz, sosteniendo un alambre de $\frac{1}{10}$ de pulgada á lo mas 49 libras: se deja cortar fácilmente, y al doblarse hace un ruido particular llamado *crugido de estaño*, por el que los prácticos conocen su estado de pureza mordiéndole con los dientes: es tambien muy dilatable, y por lo tanto se le puede reducir á láminas muy delgadas para el azogado de los espejos: forjado queda mas duro, pero recobra su ductilidad en el fuego. Es de los metales que entran mas fácilmente en fusion, y en este estado si está en contacto con el aire atmosférico, se apodera inmediatamente del oxígeno formando en su superficie una película, que es un verdadero óxido gris cuyo peso escede en $\frac{1}{10}$ al del metal, y de tanta dureza que sirve para pulimentar los cristales: este óxido gris, si de nuevo se le espone á la accion del fuego, absorve nueva cantidad de oxígeno, y forma el óxido blanco llamado *potea de estaño*, que se usa en los esmaltes. En fin aplicando al estaño un fuerte grado de calor se volatiza y disipa en forma de gas quemándose con llama, y se elevan vapores de óxido blanco que se condensan en forma de agujas cristalinas, llamadas *flores de estaño*.

51. Este metal no se óxida al aire sino muy dificilmente, y solo en su superficie: no se altera en el

agua, ni esta recibe de él impresion alguna dañosa. El ácido sulfúrico le disuelve con el auxilio del calor desprendiéndose en gas sulfuroso, y el agua le precipita de esta disolucion en óxido blanco: el ácido nítrico le ataca con rapidez desprendiéndose una nuve de vapores rojos de gas nitroso, formándose una disolucion que tambien se descompone con el agua: el ácido muriático concentrado y fumante disuelve bien el estaño desprendiéndose gas hidrógeno por la descomposicion del agua, y sin formar precipitado como en las disoluciones nítrica y sulfúrica; bien que por la evaporacion se obtiene el *muriato de estaño ad minimum*. Pero su mejor disolvente es el ácido nitro-muriático compuesto de dos partes de ácido nítrico y una de muriático, resultando un *muriato de estaño ad maximum* por el oxígeno que el ácido nítrico le presta abundantemente en la disolucion.

52. Todo el estaño que generalmente se encuentra en el comercio puede reducirse á cuatro clases principales: 1.ª el que se trae de la India conocido con el nombre de *Banda* y *Malaca*. Este se halla en pequeños lingotes que pesan una libra y que por su figura se les llama pequeños sombreros, y aquel en lingotes oblongos cuyo peso llega hasta cincuenta: estos estaños son los mas puros que se conocen, pues no tienen mezcla de ningun otro metal. 2.ª El que se saca inmediatamente de las que se benefician en Europa, y particularmente en Inglaterra, cuyos lingotes pesan de trescientas á cuatrocientas libras, el que suelen reducir á barritas ó pequeñas pirámides truncadas para la facilidad del tráfico: este contiene natural ó artificialmente hasta media libra de cobre por quintal, y una muy pequeña cantidad de arsénico: 3.ª el que nos viene de nuestras Américas en forma

de pirámides truncadas del peso de 200 á 250 libras, y que se afina en nuestra fundicion para formar los bronces: 4.ª en fin, el que está trabajado por los artistas, cuya liga es muy incierta; porque ademas del cobre, bismuto y zinc que naturalmente puede contener, se les permite la mezcla de 7 por ⅌ de plomo; mas ellos la estienden fraudulentamente hasta el 25 por la mayor baratura de este que disminuyendo la tenacidad del estaño, perjudica su liga con el cobre para las piezas de artillería.

53. La primera familia de sus minas es la *pirita de estaño* (sulfureto de estaño) de color gris de acero que tira al amarillo. Se encuentra en masa, y sembrada: al soplete se funde facilmente formando una bola pequeña negra, y pegándose al carbon y á las escorias el azufre con color blanco azulado, cuyo olor se percibe, aunque parece mas bien de arsénico: esta mina no se funde por si sola, sino que forma una escoria negra que tiñe el vidrio de bórax de color amarillento, y deposita luego en el carbon un grano metálico algo impuro: segun Klaproth se compone de 34 de estaño, 36 de cobre, 25 de azufre, 3 de hierro, y 2 de matriz. La 2.ª es el *estaño leñoso* (óxido de estaño) que tiene un color pardo de pelo mas ó ménos claro, y que en el primer caso se acerca mucho al gris amarillento, y á veces casi al amarillo de isabela: muchas veces existen varios de estos colores en un mismo pedazo, en listas paralelas con direcion á lo ancho, corvas y estrechas. Hasta aora solo se ha encontrado en cantos rodados pequeños, ya muy redondos, ya en forma de fragmentos astillosos de esquinas indeterminadas y un poco redondeadas, y raras veces se encuentran pedazos que muestren su figura primitiva menudo-turberculosa: al

soplete se pone al principio rojo-parduzco, chispea y salta con mucha violencia despues de bien caliente, y en el carbon no se le ha podido fundir ni solo ni con bórax, ni ha sido posible reducirle: segun el análisis de Klaproth se compone de $63\frac{1}{2}$ por $\frac{0}{0}$ de estaño, algo de arsénico, y un poco de hierro. La 3.ª es el *estaño comun ó vidrioso* (óxido de estaño) que regularmente tiene un color oscuro negro ó negro parduzco: este último pasa algunas veces al rojo sanguino, y tambien por el pardo de clavel y pardo rogizo; y al gris amarillento y al gris aumado, pasando por el pardo amarillento. Se encuentra en masa, sembrado, en pedazos de esquinas obtusas, ó en cantos rodados, y cristalizado: al soplete chispea y salta al principio, se pone pálido, y se funde por donde toca al carbon: contiene 70 ú 80 por $\frac{0}{0}$ de estaño y un poco de hierro, ignorándose las demas partes constitutivas.

54. Es aun muy dudosa la existencia del *estaño nativo* aunque Romé, Born, y Kirvvan creén que se halla en Cornuaille y en Bohemia; pero considerando que antiguamente y aun en el dia se benefician en estos parages las gangas de estaño por medio del fuego, se comprende que es muy fácil que el calor haya reducido alguna porcion de mina de estaño sembrado, y que se mire aora como estaño nativo.

55. En los métodos comunes de ensayar los minerales de estaño (que son regularmente del estaño vidrioso por ser los mas abundantes) consiste en calcinar el mineral, y despues fundirlo en un crisol con el flujo negro, de cuya fundicion sale el estaño metálico, y su peso indica el metal contenido en la mina. La calcinacion que se creia para disipar el ar-

sénico, lo es solo para atenuar y dividir los minerales de estaño que son muy duros y compactos.

56. Tambien puede praticarse este ensayo poniendo el mineral pulverizado mezclado con un poco de pez resina en una cavidad echa á un carbon compacto, tapándolo exactamente con otro, y liados con un alambre de hierro, y puestos por algunos minutos á la entrada de una fragua junto al cañon del fuelle; pues echando despues aquellos carbones en el agua se encuentra el estaño revificado. Lo mismo se consigue poniendo el mineral molido en un crisolito de carbon y colocándolo dentro de un crisol de arcilla embarrado, el cual se pone en una fragua por espacio de media hora.

57. En cuanto á su ensayo por la via húmeda, se reduce á mezclar el mineral pulverizado con ácido sulfúrico concentrado aplicándole un calor fuerte por algunas horas, despues de frio se le añade un poco de ácido muriático por cuyo medio se logra la disolucion del estaño, se le mezcla agua la que se lleva aquella disolucion y queda la tierra cuarzosa de la ganga, se precipita aquella disolucion de estaño con el carbonato de sosa; de cuyo precipitado las 131 partes contienen 100 partes de estaño metálico.

58. Pero el método mas moderno y mas exacto es el siguiente: se funde el mineral de estaño en un crisolito de plata ó platina con seis partes de potasa caústica á un fuego fuerte; la materia se disuelve en agua, la que contiene el óxido de estaño disuelto por la potasa, se le echa ácido muriático que uniéndose con la potasa precipita al estaño, y en seguida lo disuelve: el estaño se precipita despues de esta disolucion muriática por el carbonato de sosa; se di-

suelve de nuevo por el ácido muriático, y se separa de esta disolucion por medio de las láminas de zinc que precipitan el estaño en estado metálico.

59. Los trabajos metarlúrgicos de las minas de estaño son los mismos que sus ensayos por la via seca. Se tuesta el mineral para atenuarlo y se funde entre carbones en los hornos de manga, y el metal fundido y revificado se recibe en los moldes ó rieleras cuya figura toma, en que se introduce en el comercio, del cual se hacen despues unas barritas pequeñas mas cómodas para su consumo.

60. El mineral debe escogerse bien, y si es menester se saca la tierra de la ganga por medio de las lociones. El arsénico de que hablan algunos autores que se separa de las calcinaciones de los minerales de estaño debe ser acidental por la mezcla de otros minerales, pues los puros de estaño no le contienen.

61. Antes de entrar en el horno una mena de estaño es necesario separar este metal cuanto sea posible de las partes estrañas, que le harian bronco é impuro: á este fin se prepara la mena en el batan, ó molino, y lavadero, de que se dió noticia tratando de la mina de cobre. Mas no suele bastar haberla roto y lavado, sinó que tambien las mas de ellas necesitan ser calcinadas. Esta torrefacion se hace en un horno de reverbero cuadrado, cerrado por arriba con una piedra de seis pies de largo, y cuatro de ancho, en medio de la cual hay una abertura cuadrada de medio pie. Esta piedra sirve para cubrir otra semejante, que está debajo de ella á un pie de distancia, y que tiene seis pulgadas ménos de largo, á fin de dejar entrada á la llama que produce un fuego crecido de leña menuda, que se hace

dentro del horno, cuya parte anterior es muy semejante á la de un horno ordinario de cocer pan. En estando bien caliente el horno se pone dentro la mena ya lavada, que se llama en este estado *estaño negro*, introduciéndola por la abertura hecha en la piedra superior, para que caiga sobre la inferior, en la que se acomoda, hasta la altura de dos ó tres pulgadas; y se cierra la abertura para que la llama se estienda sobre toda la materia que se quiera calcinar. Durante esta operacion removerá un obrero continuamente el mineral con una especie de rastrillo ó pala, á fin que todo el arsenico se consuma enteramente, lo que se conoce por el color amarillo de la llama, y la disminucion de los vapores: porque miéntras arde la pirita arsenical de que está impregnado el estaño, la llama tiene un color azul muy vivo. Terminada esta operacion se hace caer al hogar del horno la mena, de donde se estrae mezclada con cenizas y carbon por una portezuela hecha en uno de los lados, y se pone todo á enfriar al aire por espacio de tres dias: si no se puede esperar tanto tiempo, se apaga con agua esta mezcla, que parece una argamasa. Antes de conducirla al horno de fusion es preciso volverla á moler de nuevo.

62. Algunas otras minas están mezcladas de tan grande cantidad de partes ferruginosas, que es imposible separarlas enteramente de ellas lavándolas. Véase aqui, segun Saur, el modo con que se pueden limpiar del hierro, usado en Sajonia y Boemia: se reduce la mina desde luego á pedazos de la magnitud de un huebo, despues se calcina y muele, se lava y calcina de nuevo en un horno de reverbero: hechas estas operaciones se estienden hasta 50 li-

bras de mena en una tabla, y se pasa por encima un iman, de quien se separa el hierro á medida que se cubre de él, y se continúa esta larga maniobra hasta quitar todo el hierro que se puede.

63. El horno de fusion para el estaño está representado en una lámina, juntamente con el de calcinacion, en el tomo VI. de láminas de la Enciclopedia. El pavimento de él ha de estar elevado cerca de cuatro pies, y componerse de una lápida, sobre la cual se levantan los muros laterales hechos de piedras que resistan al fuego, unidas con una mezcla de arcilla y pizarra molida: al cerrar el horno se deja por delante una abertura ó tobera de cerca de dos dedos, para que el estaño y las escorias puedan caer en una especie de poza ó cavidad, que se habrá hecho cerca de un medio pie mas abajo. Es una circunstancia precisa, que la manga de los fuelles venga á dar frente por frente de esta abertura, para que el viento arroge el metal y las escorias, y se estienda hasta la poza: á cuyo fin se hacen los bordes de esta rasantes á la abertura. Cuando cae el estaño acompañado de escorias, se quitan estas continuamente y se cuida de que se mantenga líquido para que se purifique; á cuyo fin se cubre sin intermision de polvo de carbon. En el mismo pavimento al pie de la poza se abre una fosa hecha de piedra y greda, en la cual se echa el estaño puro, que despues de haberse enfriado algo se estrae de la poza con cucharas de hierro: ó tambien se hace en el fondo de la poza una canal de comunicacion con la fosa, que se abre cuando aquella está bastante llena.

64. En la parte superior del horno se forma una cámara sublimatoria, (que es una especie de

cajon grande de madera, cubierto interiormente con una capa de greda, para que el fuego no prenda en él), con algunas ventanas para dar salida al humo: el destino de esta cámara es retener las partículas mas ligeras de las minas de estaño, que el fuego podria elevar en el aire: algunas veces se forma una segunda cámara sobre la primera. Por la parte esterior del horno se construye una escalera para subir á las cámaras, y una puerta para cargar el horno. Para guarnecerle ó prepararle no es necesario polvo de carbon: basta una mezcla hecha de greda y pizarra molida.

65. Estos hornos se cargan, como los de cobre, poniendo alternativamente camas de carbon y mena mojada, que se hace fundir con precipitacion, á fin que el estaño no tenga tiempo de calcinarse ó disiparse, pero no se ha de avivar igualmente el fuego con toda especie de mina; pues habiendo de ser el mas fuerte cuando se trate de fundir escorias, ó minas que están en gruesos pedazos, ha de disminuir á proporcion que los pedazos sean menores.

66. Tal es el método de trabajar las minas de estaño en Alemania: se ignora cual sea el practicado á punto fijo en Inglaterra, pero se sabe que los Ingleses refunden su estaño, y le dan la forma de un prisma rectangular de un pie de alto y que dividen estos prismas por su altura en tres partes: la plancha superior es la mejor, y de consiguiente bastante flexible; al estaño de esta especie se le añade un tres por ciento de cobre para darle mas cuerpo: la plancha intermedia es de un metal ménos puro y mas agrio; para corregirle se le añade un cinco por ciento de plomo, y un dos por ciento de cobre. Finalmente las planchas inferiores, que son

aun mas agrias, se ligan con diez ó mas libras de plomo; y el estaño que resulta es el que ordinariamente viene de Inglaterra: por lo que no es de ningun modo tan puro como se crée comunmente.

67. El que viene de nuestras Américas se afina en la fundicion de Sevilla en un horno bastante sencillo representado en la lámina 3.ª, cuya figura 1.ª manifiesta la base de la puerta con su declivio *a*, por donde se meten los lingotes de este metal para colocarlos sobre las parrillas EF, é introduciendo la leña por la abertura que hay debajo de YJ, á proporcion que se derrite corre á la poza H por la concavidad *abc* de la figura 3.ª y curvatura *ab*QP*dc* del cenizero representado en la 2.ª, en la que se ve la puerta MN, y los respiraderos *m* que van á parar á la chimenea L. Separadas las escorias y demas materias que sobrenadan cuando el metal está en baño en la poza, se pasa con cucharas á las canales *e* de la figura 4.ª llamadas *rieleras*. Esta operacion sirve mas bien para reducir el estaño á barras á fin de que se le pueda ligar con mas igualdad con el cobre que para afinarle, pues ninguno de los metales con que esté mezclado se le separa y si solo tierra y piedras.

68. En una fundicion de artillería es considerable la cantidad de metales que se desperdiciaria, á no estraerse y beneficiarse: 1.° el contenido en las escorias: 2.° el de las solerías de los hornos: 3.° el de las escobillas; (llámanse asi las barreduras del laboratorio de afinos, y lo que sale por las chimeneas de las copelas y hornos): 4.° en fin, el contenido en los barros ó tierras de los moldes.

69. Las escobillas, y tierras de los moldes necesitan lavarse para separar las partes metálicas; lo

que se egecuta en una mesa en forma de peto, sobre la cual pase agua corriente, que llene un caño de media pulgada: la mesa está guarnecida de un liston de madera, que forma una abertura de cuatro pulgadas en la parte mas estrecha de ella, por la cual sale el agua, para lo que se asienta la mesa con alguna inclinacion: un obrero inteligente remueve con un rasador las materias que se lavan, para que el agua lleve consigo las tierras y cuerpos estraños. Debajo de la mesa se pone una cuba para recibir las tierras y agua, y aquellas se vuelven á lavar para estraer todo el metal que puedan contener aun. Tambien se lavan estas tierras metálicas poniéndolas en artesillas que se sumergen en grandes cubas ó estanques de agua, removiendo al mismo tiempo las tierras, con lo que se llega á conseguir que disuelta la parte térrea por el agua, venga á quedar en el fondo de la artesilla todo el metal.

70. Las escorias y solerías necesitan reducirse á pedazos pequeños; á cuyo efecto se usa de un molino, cuya base y rueda son de bronce, y su construcion semejante á los de aceite: molidas que estén, se pueden lavar tambien para separar las partes metálicas.

71. Estas, provengan de cualquiera de las cuatro partes espuestas, necesitan volverse á fundir: lo que se practica en la copela, levantando sobre su fondo un muro de ladrillos sueltos de greda, para que se puedan separar con facilidad; y llenando este hueco, que debe ser proporcionado ó la capacidad de la copela, de lechos de carbon alternados con otros de metal.

72. A medida que este se liquida cae al fondo de la copela, y cuando se llena, lo que se observa

por là tobera ó por un orificio que se deja en el frente del muro ó pared provisional, se estraen por él las escorias, valiéndose del formon y en estando limpio el metal se deshace el muro, se separan el carbon y las escorias restantes que naden sobre él, y se pasa á la toralera. En un apéndice se tratará mas circunstanciadamente de todas estas operaciones, cuando se abra la lámina correspondiente al molino para moler las escorias, y el horno de copela.

73. Si el metal procede de desperdicios de cobre, se verá si está bien afinado, y en este caso se liga con estaño como despues se dirá; pero si no lo estuviese, se reducirá á rosetas para volverlo á afinar en la copela.

74. Mas si el metal proviniese de bronce se deja enfriar en la toralera, y se saca de ella en forma de un pan, que se destina para ligarlo en corta cantidad, como se dirá en el número siguiente, con cobres puros; ó para construir afustes de morteros, roldanas, piezas de mesas de barrenar, y otras máquinas.

75. Las escorias que salen de esta segunda fundicion se vuelven á fundir para aprovecharse del metal que contengan, destinándolo para los usos que se acaban de esponer; pero las producidas de estas escorias son inútiles y de ningun valor.

76. En el mismo taller de afinos se egecuta en nuestras fundiciones la liga de los metales: esta segun órdenes superiores debe ser de once libras de estaño por cada ciento de cobre; en la suposicion de que las piezas se hayan de fabricar enteramente de bronces nuevos, y del metal resultante de las anteriores fundiciones, como se dirá despues en el nú-

mero III, pues si han de entrar bronces de otras piezas usadas que hubieren de refundirse, se debe alterar la espresada proporcion del cobre y estaño para los bronces nuevos que se han de añadir.

77. Por la mucha artillería que los frànceses han destruido en la península, toda la que actualmente se fabrica en Sevilla es de piezas inútiles, cuya liga se conoce, y de mazarotas, canales, bebederos y demas desperdicios bajo las dos fórmulas siguientes.

1.ª	De artillería inútil	$\frac{2}{18}$
	De cortaduras	$\frac{5}{18}$
	De mazarotas y canales	$\frac{11}{18}$
2.ª	Cuando se eche mano de bronces nuevos ligados al 11 por %	$\frac{4}{8}$
	De cortaduras	$\frac{1}{8}$
	De mazarotas y canales	$\frac{3}{8}$

Pero téngase presense que á proporcion que se refundan los bronces, iran sucesivamente perdiendo mas estaño por la mayor facilidad que tiene este metal de oxidarse, subiendo en forma de escorias â la superficie del baño, de las canales y mazarotas; por lo que las piezas resultarán cada vez de un metal mas blando. Esto se vio prácticamente en la primera fundicion que se hizo en Mallorca de solo bronces nuevos, pues las piezas presentaron un color alatonado, cuando en las de las demas fudiciones de bronces viejos se notó cobrizo, y su mayor dureza se manifestó claramente en la barrena, torno, cortafrío y lima. Para los morteros se ha establecido la liga del 8 por %.

78. La predicha liga del cobre con el estaño se

egecuta en copela ú horno: en aquella se funden 100 ó 200 libras de cobre afinado y en rosetas, y despues de bien líquido y limpio se pasa á la toralera, y ántes que empiece á consolidarse se vierte encima con igualdad la correspondiente cantidad de estaño, que se habrá liquidado en una gran cuchara de hierro, y despues de revolver bien el baño se deja consolidar y enfriar la liga en la toralera, de la que se estrae despues el toral todo entero.

79. La liga de los metales se hace en horno si el cobre se afina en él: en este caso, cuando esté bien purificado el cobre y con un mediano grado de calor, se pone en él la cantidad de estaño correspondiente á un 11 por 100, y se remueve la liga con un palo ó berlinga, hasta que se observe estar bien hecha: entónces se destapa el horno, y el metal va á llenar unas pozas ó toraleras que se tienen preparadas.

80. Tal es el método establecido en nuestras fundiciones para la aligacion de los bronces de que se fabrican las piezas de artillería, y que estando asi dispuesto por real órden no debe de ningun modo variarse, sin haber otra en contrario. Mas como la solidez y buena calidad de las piezas de artillería dependan de la liga, eleccion, y preparacion de los metales de que se fundan, merecen estos puntos la mayor atencion; y mas cuando léjos de tenerse sobre ellos las nociones precisas para fijarlos, ofrecen, como todos los asuntos complicados de que no se tienen ideas claras, un vasto campo para los proyectos mas absurdos, que dice el esperimentado la Valliere pueden ser causa de que se introduzcan sistemas que destruyan la solidez de las piezas. Por lo tanto nos parece muy oportuno, y propio de este lu-

gar, hacer algunas reflexiones análogas á la liga de los metales y método de reconocer su calidad ántes de llegar á hacer pruebas con piezas, lo que es sumamente costoso y nada terminante muchas veces.

81. Las propiedades ó calidades precisas que debe tener el metal de que se fabriquen las piezas de artillería, son 1.ª que tenga suficiente cuerpo ó tenacidad, y aderencia entre sus partes para poder resistir con mediano espesor la fuerza de la pólvora: 2.ª que tenga bastante dureza para no surcarse ni golpearse considerablemente con el rozamiento de los proyectiles, y para no encorvarse con la balanza que hace contra los muñones, aun cuando esté muy caliente por una larga serie de tiros: 3.ª en fin, que no sea muy costoso, ni por lo precioso de él, ni por lo dificil de su trabajo. En el metal, sea simple ó compuesto, en que se hallen preferentemente estas tres circunstancias, se tendrá sin duda el mas útil y oportuno para las piezas de artillería. Mas en ninguno se han encontrado hasta aora reunidas estas tres propiedades, aunque se encuentren separadas unas en unos, y otras en otros. El oro y la plata son de mucho valor, por cuya razon nunca pueden tener lugar en las piezas de artillería: ademas, que sin ninguna mecla carecerian tambien de la 2.ª propiedad. El plomo y el estaño son metales sin cuerpo, ni dureza, y por lo tanto inservibles por si solos para este fin. El hierro, ó es colado ó forjado: el primero es poco costoso y de mucha dureza; pero quebradizo y sin suficiente cuerpo para resistir los esfuerzos de la pólvora, sin reventarse en un fuego vivo y continuado. Sin embargo se fabrican de él todo género de piezas de artillería, y tal vez con el tiempo llegará á trabajarse con tal perfecion, que adquiera

la suavidad precisa para que se formen piezas escelentes, y mejores que las de bronce. Veánse los números II y III del artículo III.

82. En el hierro forjado se hallan reunidas en superior grado las dos primeras propiedades que hemos espuesto, y como al mismo tiempo no sea costoso parece que este es el metal mas propio, y adecuado para fabricar la artillería, igualmente que las demas armas de fuego; pero, como se dirá en el citado artículo, hasta el presente no se ha encontrado método espedito y sencillo para fraguar ó soldar, y reunir las gruesas planchas que se necesitarian para una pieza de artillería de los calibres mayores; sin que estas carezcan de defectos notables.

83. Es verdad que algunos artistas hábiles han fabricado piezas de artillería de hierro forjado, que se han hallado muy buenas, particularmente las probadas en Ocaña en el año de 1774, y que existen en la Real Armería de Madrid; y aunque entre ellas no haya ninguna de los calibres superiores ó de batir, seria no obstante de mucha utilidad el establecimiento de esta fábrica para la artillería de campaña, pues asi se podria conseguir con certeza, reunir en ella consistencia y ligereza, propiedades que la harian muy preferible á la actual, y que han sido el objeto de grandes maquinistas. Mas tal vez, como es muy regular, será tan costosa y prolija la fábrica de estas piezas, que se habrá hallado mas oportuno hacerlas de bronce: asi como se fabrican preferentemente de él varias obras delicadas, por ser mucho mas costosas las de hierro forjado.

84. Sin embargo, parece deberian haberse estimulado los artistas que han fabricado dichas piezas: 1.° porque nunca seria costoso un cierto número de

ellas para la guerra de montaña: 2.° porque la esperiencia descubriria varias máquinas, y otros medios de simplificar su trabajo: 3.° en fin, porque tal vez se llegaría con el tiempo, fomentando este arte, á poder hacer piezas de batir de escelente hierro de nuestras minas, y que careciesen de los defectos que hasta aora se les han hallado.

85. A las piezas de hierro forjado (en caso que llegasen á fabricarse con la perfecion que se puede desear) se objetarian dos defectos: uno, que siendo muy ligeras saltarian de su apoyo en la culata ó cabecearian, atormentarian la cureña y esplanada, y serian sus retrocesos demasiado fuertes: y otro, que el orin, ó herrumbre aumentaria considerablemente sus calibres, y disminuiria la resistencia de sus metales. El primer defecto se podria corregir en parte, haciendo que el cañon encajase justo en fuertes muñoneras, y situado el ege de los muñones algo mas adelantado y casi á la altura del de la pieza; con cuyo medio no perderian los tiros su direccion, ni se atormentarian las cureñas y esplanadas, mas que si cargasen cañones mas pesados, respecto á que las velocidades de los retrocesos de dos piezas de diferente gravedad é igualmente cargadas estarán en razon inversa de sus gravedades ó masas, de consiguiente la fuerza ó golpe de los retrocesos, productos de las masas por las velocidades, serán iguales. Asimismo, si se sobrecarga una cureña del peso de que se aligera un cañon, los retrocesos serán iguales. El segundo defecto es mas fácil de remediar por medio de varios barnices, ó untos propios para impedir que el herrumbre ataque al hierro; ó sea forrando de cobre las piezas, como se ha proyectado y aun practicado en Francia, ó como se propondrá

en el número III del artículo siguiente, á que nos referimos.

86. Resta solo el cobre de todos los metales para poder fabricar artillería; pero aunque es mucha su tenacidad para resistir los esfuerzos de la pólvora, por su ductilidad se encorvarian las piezas en su gravitacion sobre los muñones, particularmente en un fuego vivo en que calentándose se iria progresivamente ablandando el metal; y por su poca dureza se golpearian y surcarian sus ánimas con el choque de los proyectiles.

87. No hay cosa mas fácil que dar al cobre una cierta dureza que se ha dicho le falta, y que exige la espresada segunda calidad ó propiedad que debe tener la artillería: esto se consigue mezclándole, ó ligándole con estaño; mas de esta operacion resulta que al mismo tiempo que adquiere dureza pierde de su cuerpo ó tenacidad, de suerte que siendo mucha la cantidad del estaño ó sustancia metálica con que se mezcle propia á este fin, vendrá á hacerse tan agrio y poco consistente como el hierro colado. Es necesario pues, en la liga que se ha de hacer con el cobre para fundir las piezas de artillería 1.° buscar la sustancia metálica mas adecuada para dar al cobre dureza, sin hacerle quebradizo; 2.° hallar la proporcion mas justa de la liga, para que tenga en el grado mas superior de que es capaz las dos condiciones espresadas.

88. ¿Mas se sabe cual sea el grado de dureza, que necesitan las piezas de artillería para no encorvarse y resistir el rozamiento y golpeo de los proyectiles ó móviles que arrojan? ¿Se tienen principios y datos suficientes para calcular cual deba ser la resistencia de las piezas con proporcion á sus car-

gas? Cuando se quiere hablar de buena fe, es preciso confesar, que se ignora una y otra cosa: que no se han hecho esperimentos precisos y conducentes para examinar cual es el grado de dureza que conservan las diferentes aligaciones del cobre despues de caldeadas por un determinado número de tiros: que no se tienen observaciones, y conocimientos competentes para que las fundiciones de las piezas salgan iguales; y asi se observa que las fundidas de un mismo modo al parecer y con unos propios metales, salen muy diferentes entre sí: en fin, es indispensable confesar que el arte de aligar y fundir los metales para la construcion de las piezas de artillería está en su infancia, y que las pocas verdades que se conocen relativas á él, ó por mejor decir, lo mucho que se ignora es la causa de los varios proyectos, y de las grandes altercaciones que agitan tan frecuentemente los cuerpos de artillería de la Europa.

89. Para formar un cuerpo de esperiencias capaz de poder desatar las dudas que se ofrezcan sobre esta materia, pues las teorías por sí solas vienen á ser unos sistemas vagos y erróneos, orígenes de disputas interminables; sería indispensable principiar haciendo estas esperiencias en pequeño: modo ménos dispendioso, sencillo, y que conduce al fin; pues aunque es cierto que no todas las esperiencias hechas en pequeño se verifican en grande, lo es tambien que por lo general todas las que no tienen efecto en pequeño, tampoco lo surten en grande. De resultas de estas esperiencias en pequeño se podrian egecutar otras en grande con todas las precauciones posibles para que se produgesen los mismos efectos; y llegar por este término á hallar las mas justas aligaciones del cobre, y los medios mas

adecuados de fabricar las piezas, de modo que no se alterase la aligacion.

90. En defecto de estas esperiencias que no podemos esponer, ó por que no se han hecho, ó por que no se ha conservado una noticia exacta de las muchas que en varias ocasiones se han practicado; daremos varias nociones concernientes á ellas, y que pueden ser útiles para saber apreciar y reconocer la calidad de un metal ó aligacion que se proponga como muy útil para construir artillería.

91. Las aligaciones de los metales ofrecen varios fenómenos: cuando se pesan en la balanza hidrostática se advierte que unos aumentan de volúmen; otros se compenetran y disminuyen; y otros en fin guardan el volúmen reciproco que tenian ántes de su union: Gellert, y Krafft han hecho varias esperiencias que lo comprueban así, y que serian de mucha utilidad para nuestros fundidores, si entre ellas se hallasen todas las que se podian hacer con el cobre y demas metales en distintas dósis; pero como el fin de estos autores era muy distinto, pocas de sus esperiencias nos pueden ser conducentes: sin embargo daremos noticia de las que pueden tener alguna conexion con nuestro asunto. 1.ª fundidos 644 granos de cobre con otros tantos de zinc, resultó una mezcla bastante trabada, de color de oro, y que miéntras la fusion perdió el peso de 202 granos: la densidad de esta liga era de 8,78; y siendo la del cobre puro de 8,74 es claro que mezclado el cobre con el zinc aumenta su densidad. 2.° mezclados 686 granos de cobre con 898½ de bismuto, disipó el fuego 23 granos, y la liga resultó fragil, quebradiza, y sin aumento ni diminucion en su densidad. 3.° fundidos 314 granos de cobre con 464 de ré-

gulo de antimonio han producido una liga bastante frágil, de la que el fuego habia disipado 43½ granos, y que era algo mas densa que correspondia proporcionalmente á las densidades del cobre, y del régulo. 4.° fundidos 741 granos de estaño con 684 de zinc perdieron 9 granos; y la liga algo ménos dócil que el estaño resultó ménos densa.

92. De estas cuatro esperiencias resulta: que el cobre se aliga perfectamente con el zinc, formando con él un cuerpo mas denso que lo era el mismo cobre, y al mismo tiempo consistente y tenaz: que ni lo uno ni lo otro sucede con la liga del cobre y bismuto, pues esta conserva la misma densidad que si los metales estuviesen sin mezclar, y es quebradiza: lo propio acontece con la aligacion hecha del cobre y régulo de antimonio, con la diferencia de que es algo mas pesada que si los metales estuviesen separados: en fin, que el zinc y el estaño mezclados tienen ménos densidad que separados. El citado Gellert presume en vista de sus esperiencias: 1.° que las aligaciones de los metales se hacen mas densas cuando las partes de uno de los cuerpos entran en los poros de las del otro: 2.° que son ménos densas cuando las partes de uno de ellos se alargan y aumentan los poros del otro: 3.° que conservan su densidad, cuando las partes del un cuerpo se situan al lado de las del otro: 4.° que es verosímil que las aligaciones aumenten ó disminuyan su densidad, cuando hay atraccion ó repulsion entre las partes constitutivas de los minerales durante la fusion.

93. Se puede deducir de estas esperiencias y reflexiones contraidas á nuestro objeto: que el cobre (que como dejamos dicho es el solo metal de que parece se pueden hacer buenas piezas de artillería)

no puede mezclarse á este fin sino con el zinc, por ser el único con quien aumenta su densidad, y no pierde su cuerpo, como lo comprueban las esperiencias de Musschenbroek, espuestas en el capítulo XIX. de su *ensayo de Física*: en el que se verá, que dos alambres, uno de cobre y otro de laton del grueso de $\frac{1}{16}$ de una pulgada del Rin, se rompieron, el de cobre con el peso de 299 $\frac{1}{4}$ libras, y el de laton con el de 360 libras: tambien se verá que caldeados unos cilindros de un mismo diámetro, y encolados por sus bases con grasa muy caliente, se atraían los de cobre puro con una fuerza de 800 libras; miéntras que la atraccion de los de laton era de 850 libras. De la primera esperiencia se deduce, que el laton tiene mas tenacidad que el cobre puro; y de la segunda, que es mas denso, respecto á que la atraccion es proporcional con la densidad de los cuerpos.

94. Pudiéramos añadir otras muchas esperiencias y pruebas de la buena calidad del metal que resulta ligando cobre puro con zinc, y por las cuales pareceria que sin duda el compuesto de estas dos sustancias metálicas es el material de que preferentemente se deben hacer las piezas de artillería.

95. Mas por otra parte se objetará que en muchas y repetidas ocasiones se ha visto que las piezas en que ha entrado el zinc han sido unas veces muy agrias y otras demasiado dulces; de modo, que se han encorvado á pocos disparos, y las balas ó bombas han hecho en ellas surcos tan considerables que en poco tiempo las han dejado inútiles: de lo que se ha venido á deducir que se debia proscribir el zinc de las fundiciones de artillería.

96. Pero esta determinacion, ó la opuesta de

juzgar que combinado el zinc con el cobre de cualquier modo, forma un metal apropiado para la artillería, son (como otras muchas opiniones contrarias y defendidas con teson por distintos partidos) una prueba evidente de que no se entienden, ni se saben con claridad y especificacion los principios de que se deben inferir con precision tales opiniones. Limitándonos á nuestro asunto parece que solo puede haber dado origen á dichas dos opiniones el poco conocimiento de la química y de sus operaciones, como vamos á manifestar.

97. Esta ciencia enseña: que son muy diversas por sus propiedades las especies de piedras calaminas ó matrices del zinc: que este metal cuasi nunca está puro y exento de la mezcla del plomo: que un largo fuego le volatiza ó sublima enteramente: y que el laton ó similor que está mucho tiempo en fusion viene á quedar reducido á cobre puro. Mas al mismo tiempo enseña que hay medios de mezclar el cobre con ciertas calaminas naturales ó preparadas, con las cuales se hace un metal de mucho cuerpo y suave: que por medio del azufre se puede purificar el zinc de toda mezcla de plomo: y que la práctica y ciertas reglas y observaciones son suficientes para dar al laton el grado y duracion de fuego mas propios para que no se volatice el zinc.

98. Podriamos estendernos esponiendo muy por menor los principios de estos resultados y métodos de obtenerlos; pero uno y otro se hallará en casi todos los autores químicos modernos: así solo dirémos que de dichos resultados se colige: 1.° que se puede hacer del cobre y el zinc un escelente metal para las piezas de artillería, observando ciertas reglas y precauciones; 2.° que abandonadas estas re-

sultará que el laton ó metal producido por la liga del zinc con el cobre sea muy agrio y poco trabado por la mezcla del plomo; ó que sublimado el zinc quede muy suave, y de consiguiente que las piezas fabricadas de él se encorven y surquen á pocos disparos.

99. Esta dificultad que se encuentra en usar de la liga del cobre y zinc puede ser la causa de que se haya abandonado casi generalmente el laton en las fundiciones de artillería, y de que solo se mezcle estaño con el cobre para darle dureza y llenar sus cavidades, con cuyo método se logran muy buenas piezas de artillería; pero que por las razones espuestas parece deben ser inferiores á las que resultarian de la liga del zinc, sustancia que se compenetra con el cobre, que le da mas consistencia, y que por lo tanto ocupará mejor sus intersticios. Pero á esta liga de cobre y zinc seria necesario añadirle alguna otra sustancia que le diese dureza, pues ella sola es casi tan dócil como el cobre puro; de consiguiente aunque se llegase, no encontrando dificultades insuperables, á mezclar perfectamente el cobre con la calamina en las grandes cantidades que se requieren para las piezas de artillería, no por esto se escusa el estaño, miéntras no se halle otra sustancia mineral que dé dureza al cobre ó al laton sin los inconvenientes que él.

100. A la verdad la mezcla del estaño ocasiona graves daños á las piezas: jamas se liga é incorpora íntimamente con el cobre, y manteniéndose líquido á muy corto grado de fuego se reune en gran parte en el centro de la pieza cuando se funde, se introduce en las tierras de los moldes, y se sube á la parte superior: tambien se calcina parte de él, con

el fuego preciso para la liquidacion del cobre: el calor que toman las piezas cuando hacen un fuego vivo basta para liquidarle en todo ó en parte; en cuyo caso quedando sin la dureza que se ha dicho ser tan necesaria, se tuercen y las balas las golpean é inutilizan brevemente: en fin el licor que produce la pólvora quemada, originado de los ácidos nítrico y sulfúrico que tiene el azufre, ó de la humedad que une á sus bases alcalinas, es un disolvente que penetrando hasta la superficie esterior (como se ve cuando despues de un largo fuego sudan las piezas) disuelve todo el estaño de ellas, y las deja llenas de cavidades y esponjosas.

101. Como no obstante estos inconvenientes efectivos del uso del estaño, sea indispensable valerse de él para dar dureza al cobre y al laton; es necesario saber cual sea la dósis mas adecuada con que se deben ligar estos metales, y como se egecutará mejor la mezcla de ellos, y esto es lo que precisamente se ignora: y lo que aun es peor varias de las reglas ó esperiencias que se siguen y adoptan en esta materia son erróneas; pues acontece que habiendo por egemplo hecho una fundicion en que se aligaron 15 libras de estaño con cada 100 de cobre, y resultado las piezas de mala calidad, se atribuyen sus defectos á la irregular dósis de sus metales, sin reflexionar y examinar si como puede suceder tienen su orígen en la mala calidad de ellos, en no haberse ligado bien, en el mal estado del horno, en lo poco apropiado de la leña ó carbon, en los moldes ú otra multitud de circunstancias. De lo cual se deduce ser nada terminante para cerciorarse de la calidad de una aligacion y preferirla á otra hacer un ensayo ó prueba con piezas de artillería, lo que ademas es costosísimo

102. Ante todo es necesario apreciar y medir con exactitud el grado de calor que toma una pieza de artillería despues de haber hecho tantos disparos como se exige en su servicio ordinario: lo que se podrá conseguir por medio de un termómetro, ó de algun cuerpo fácil de liquidarse, que se condensará siempre ántes de usarlo con un igual grado de frio. Sabido dicho grado de calor se deberán hacer todas las pruebas de los diferentes ensayos de ligas de metales, sea por lo que mira á sus cuerpos ó tenacidades, ó por lo respectivo á su dureza, dando al metal que se ha de probar el mismo grado de calor. La razon de esta regla se funda en que los metales y particularmente las aligaciones de ellos, tienen en distinto grado las espresadas propiedades segun estén mas ó ménos calientes.

103. Asimismo se necesita saber con anticipacion cual sea el grado de dureza que debe tener una pieza de artillería para no encorvarse por su gravitacion contra los muñones, y resistir los choques de los proyectiles que arroge sin maltratarse considerablemente: y como la teoría por sí no puede establecer sobre esta materia sino hipótesis sistemáticas (y de consiguiente erróneas por lo general) será preciso recurrir á esperimentos para determinar este punto: lo que se podrá egecutar escogiendo tres ó mas cañones de superior calibre que se sepa hayan servido mucho y que sin embargo se mantengan rectos, y no estén muy maltratados interiormente por el golpeo de las balas; y de cada uno de ellos se cortarán tres ó cuatro barretas iguales en un todo, y se harán tronchar ó doblar enteramente con separacion, afirmándolas de modo que formen

palanca, y cargando en un estremo varias pesas: con cuyo arbitrio se sabrá su resistencia y rota se examinará su grano, fibra y color; y su dureza por las impresiones en el choque de un cuerpo muy duro, que se dege caer de varias alturas determinadas.

104. Para precaver que las alteraciones del frio y calor que hayan sufrido los cuerpos de semejantes cañones, cuando han hecho fuego, no hayan dado un cierto temple á los metales ó al contrario, de modo que estos sean mas ó ménos duros que al salir de la fundicion, se cortarán tambien algunas barretas del cascabel y collarin, y se harán las mismas pruebas con ellas.

105. Pudiendo acontecer que los cañones que se escojan á este fin tengan un metal demasiado suave, que sin embargo no estén muy maltrados, por haberse cargado siempre con balas de poco viento y esféricas, y con tacos fuertes; sería conveniente hacer con ellos varios disparos seguidos, cargándolos con balas de mucho viento atacadas con heno.

106. Sabido, pues, el grado de calor que toma una pieza despues de un continuado fuego, cual se puede hacer en un sitio ó accion, y el de dureza que deben tener sus metales; se procederá á la egecucion de los ensayos. Estos se deben efectuar con metales afinados del modo mas conveniente y útil para el desempeño de una fundicion; esto es, por un método que sea bueno y que se pueda seguir sin gastos exorvitantes para todos los metales que hayan de emplearse en la fundicion. Estos ensayos se principiarán ligando con el cobre, del modo que sea mas análogo con el que se puede practicar en gran-

de, un seis, siete, diez, doce, &c. por ciento de estaño, y reduciendo las aligaciones á unas barretas exactamente iguales; en las que se reconocerá el grado de dureza de estas diferentes aligaciones, del mismo modo que se habrá hallado en las cortadas de cañones: unas y otras se esperimentarán al temple natural, y tambien con el grado de calor que adquieren las piezas despues de hacer un largo fuego. Por este medio se llegarán á conocer los diferentes grados de dureza que adquiere el cobre aligado con diversas dósis de estaño.

107. Igualmente se harán distintos ensayos, mezclando el cobre con zinc, purificado con el método que por otros ensayos se halle preferible, y haciendo tambien estos ensayos con las muchas especies de piedras calamínas que hay: y se verá cual es el método mas ventajoso de aligar el cobre con zinc, ó de hacerlo laton. Hallado que sea, se procederá por nuevos ensayos á determinar la dósis en que debe mezclarse el zinc con el cobre y estaño, y los distintos grados de dureza que les da: todo del mismo modo que se ha dicho cuando la aligacion se efectua con estaño solo. Lo mismo se podrá practicar con cualquiera otra sustançia que se crea á propósito para mejorar la artillería.

108. Halladas en todas las regulares combinaciones ó ligas del cobre con el estaño, y con este y el zinc, sus respectivas durezas; se harán alambres de un mismo grueso de todas las distintas barretas que hayan producido dichos ensayos, y se romperán todos (unos al temple natural, y otros caldeados con el grado de calor que adquiere un cañon) suspendiendo sucesivamente varias pesas á uno

de sus estremos: con lo que se conocerán sus diversos cuerpos ó tenacidades.

109. Es evidente que el metal ó bronce que tenga mas cuerpo será el mas apropiado para hacer piezas de artillería, con tal que al mismo tiempo tenga el grado de dureza que se requiere, y se ha dicho es preciso saber para dichas piezas.

110. Se ha de tener presente que los hornos ó copelas que se hallan mas adecuados para los ensayos del cobre con estaño, no lo serán tal vez para los del cobre con zinc: por lo que podrá ser indispensable hacer pruebas relativas á este punto: á cuyo efecto se podrán consultar las obras de Crámer, y Hellot.

111. Como las diversas especies de carbon y leña tengan considerable influjo en la buena calidad del metal, parece que tambien se debe examinar este punto por ensayos; pero de modo que sean practicables en grande sin notable variedad; pues que nada se conseguiria de sacar en pequeñas cantidades un metal escelente, si los medios de obtenerle no fuesen adaptables para trabajar cantidades considerables.

112. Hallada en fin la aligacion que fuese mas preferente para construir la artillería, se procurará hacer una igual en grande, y variar todas las circunstancias contrarias á su buena calidad, hasta que al fin se obtuviese un metal igual al del ensayo que se hubiese tomado por norma.

113. Esta idea que se acaba de individualizar para hallar y conocer el método mas acertado y útil de aligar y fundir los metales de que se han de hacer las piezas de artillería, siempre que se las quiera dar toda la perfecion de que son capaces, requiere

para su egecucion muchos gastos, tiempo, y ser conducida por un sugeto imparcial, versado en la química y metalurgia; por lo tanto no nos podemos lisongear de que llegue á efectuarse tan pronto con toda la generalidad que se requiere para determinar fijamente este punto. No obstante puede ser útil para varios casos particulares en que un oficial esté encargado de examinar una nueva aligacion que se proyecte sin tener que recurrir á fabricar piezas de ella y probarlas: método que como dejamos dicho es costosísimo, y nada terminante las mas veces por los muchos accidentes que pueden alterar una fundicion como hemos indicado. Por lo tanto nos ha parecido oportuno pasar á sentar las principales bases para que se puedan hacer estas tentativas en pequeño.

Naturaleza y análisis de los bronces; como igualmente de las ligas de cobre y zinc, del plomo y del estaño, y del cobre y plata.

114. El ácido nítrico cuando es de una fuerza media, como de 25 á 30 grados en el pesalicor de Baumé, corroe rápidamente el estaño sin disolverle, y depone sobre el metal la base del aire puro ó el oxígeno, que era una de sus partes constitutivas; y el estaño cargado de este nuevo principio adquiere un aumento considerable, para que se pueda deducir del de una cantidad conocida de estaño el aumento de cualquiera otra cantidad de este metal que no fuese conocida: por egemplo 100 libras de estaño de Mégico tratadas con el ácido nítrico le quitan 40 libras de oxígeno, de lo que se sigue que por la regla de proporcion se encontraria que 140 libras de estaño oxigenado son á 100 libras de estaño como x es

á un cuarto término que espresa el peso del estaño sujetado á la acion del ácido nítrico. El estaño cargado de oxígeno ó calcinado por el ácido nítrico, es un polvo blanco cristalizado ó arenoso, insoluble en el agua.

115. Luego que una cantidad dada de estaño está del todo convertida en polvos blancos por el ácido nítrico, es necesario echar la mezcla en una gran cantidad de agua destilada con el fin de debilitar bastante el ácido para hacerle deponer el poco polvo, que sin esta circunstancia guardaria en disolucion. Este polvo lavado cuidadosamente y desecado no sobre un filtro, sino en una salvilla de vidrio ó porcelana, debe colocarse por espacio de 12 ó 15 horas sobre el baño de arena de una estufa, para que pierda del todo la humedad que podria aumentar su peso y causar un error en el cálculo. Este óxido de estaño pierde con bastante facilidad una porcion de su oxígeno si se le espone á un calor un poco fuerte, entónces empieza á amarillearse y puede perder de este modo de 8 á 10 libras de las 140.

116. Para hacer uso de este método en el análisis del bronce, se echa una suficiente cantidad de ácido nítrico sobre 100 libras de este metal. El cobre, lo mismo que los demas metales si los contiene, se disuelve, escepto el estaño que se deposita en polvo blanco: se reune este, se lava y se seca. Conocido su peso, se deduce por el cálculo la verdadera cantidad de estaño que tiene en sí. Pudiendo hacer variar el peso de los estaños calcinados la desecacion mas ó ménos violenta, conviene trabajar al mismo tiempo con 100 libras de estaño puro, y colocar su producto con el de los diversos bronces

ensayados sobre una misma estufa, con el fin de igualar las circunstancias y evitar los errores que pudieran resultar de una desigual desecacion. Igualmente es necesario guardar separadamente las lavaduras cobrizas de cada polvo, atendiendo á que en el espacio de algunos dias por lo comun deponen algunas onzas por ciento de polvo blanco, que es necesario añadir al producto principal de cada polvo.

117. Tal es el método de que se ha hecho uso para conseguir los productos que se ven en la siguiente tabla. No se han puesto las fracciones de los granos, ni la cantidad de cobre que corresponde al estaño sacada de cada aligacion, porque deduciendo de las 100 libras el peso del estaño que señala la tabla se encontrará al instante.

Tabla que manifiesta el resultado de los bronces analizados.

Aligaciones.	*Peso.*	*Producto del estaño oxigenado.*		*Producto del estaño puro.*			
	libras.	libras.	onzas.	libras.	onzas	drag.	granos.
Coralito sacado de un bronce nuevo ó recien hecho-------	100.	14.	12.	10.	8.	4.	40.
Bronce de virutas de barrena-----	100.	14.	11.	10.	7.	6.	61.
Bronce de un trozo de mazarota------	100.	14.	4.	10.	2.	6.	61.
Escorias esponjosas que nadan sobre el bronce cuando están llenos los moldes------	100.	16.	6.	11.	11.	1.	10.
Metal blanco.	100.	41.	8.	29.	10.	2.	20.

118. El producto del estaño sacado del bronce nuevo prueba que el calor con que se egecuta la mezcla del cobre y del estaño, basta para destruir un medio por ciento de estaño, y es de lo que pro-

viene la harina que emblanquece el bronce al salir de la toralera. Sin embargo esta pérdida puede ser menor, atendiendo á que como sucede alguna vez encontrarse los dos metales desigualmente mezclados, el toralito puede haberse tomado en una parte de la toralera, en donde el cobre se encontrase unido á una cantidad menor de estaño. De la análisis de las virutas y de las mazarotas no se saca consecuencia alguna, porque hubiera sido necesario operar con muestras de una misma pieza, tomadas de diversos parages tanto interiores como esteriores. En cuanto á las escorias son una mezcla de bronce dividido y vuelto esponjoso por una porcion de potea de estaño, formada en la superficie de las fundiciones, de la que proviene la proporcion mas grande de estaño que manifiestan. Digo potea de estaño, porque rompiendo estas escorias la potea se separa por sí misma, y entónces se precipita sin cambiar de color en la disolucion del ácido nítrico.

119. En las proporciones del metal blanco se reconoce un efecto bien notable de la compenetracion que en ciertas aligaciones aumenta la gravedad específica en lugar que en otras las disminuye. Tambien ha reconocido Mr. Fillet que el bronce ocupa un espacio menor que el que ocupa cada uno de los otros dos metales tomados separadamente; lo que causa mas admiracion es que aumentando la proporcion del mas ligero de los dos metales se aumenta la densidad de la aligacion. Este aumento sin duda tiene sus límites, pero se ignora en que proporcion se detiene dicho aumento, ó empieza á disminuir. El metal blanco es muy frágil, su fractura es lisa y vidriosa, y se hace polvo con mucha facilidad.

120. Tales son las principales propiedades de la

aligacion blanca, que se separa de los bronces cuando encuentra salida, y que se queda en el espesor de las piezas cuando no la halla. Esta aligacion no está combinada con las partes del bronce entre las cuales se encuentra, sino que se halla diseminada y aislada como se encontraria un puñado de arena mezclada con barro. Siempre que dos sustancias cualesquiera se combinan por razon de su afinidad desaparecen sus propiedades particulares, y adquieren una propiedad comun, que frecuentemente está muy distante de ser un término medio entre las propiedades particulares de los dos cuerpos: pero constantemente es tal, que ninguno de estos vuelve á recobrar sus atributos primitivos. Asi es que en el bronce puro las propiedades particulares del cobre y del estaño de tal modo adquieren una propiedad comun, que ni el uno ni el otro en ningun caso vuelven á manifestar sus cualidades particulares.

121. En el bronce puro, quiero decir en el formado según las proporciones que corresponden á la respectiva afinidad del cobre y del estaño, este último jamas tendrá otra fusibilidad que la que es comun á esta aligacion, jamas se separará del cobre, porque en el acto mismo de la aligacion ha perdido la ligereza, fusibilidad y las otras calidades específicas que le distinguen del cobre; en una palabra, en la aligacion cada partícula de estaño no es específicamente mas ligera ni mas pesada que las del cobre: se puede aplicar esto mismo al metal blanco. El estaño y el cobre aunque unidos en proporciones diferentes pueden estar combinados de tal modo que no sea posible volverlos á separar, aunque se les aplique el calor, no permitiéndolo su grande afinidad.

122. De todo esto se sigue, que cuando se mezclan al cobre 11 por 100 de estaño se forman dos aligaciones distintas: la primera es la que se llama bronce puro, ó de otro modo el cobre saturado de estaño en la mas pequeña proporcion, ó *ad minimum*: en la segunda el cobre saturado de estaño en la mas grande proporcion, y por consiguiente *ad maximum*. Pero para simplificar las ideas, se pueden considerar estas dos aligaciones actualmente como dos metales particulares, que no tienen el uno con el otro afinidad ni tendencia alguna para formar aligacion: ellos pueden mezclarse, quiero decir, que sus partes integrantes pueden estar interpuestas mecánicamente las unas entre las otras, como lo estarian las del agua batida con grasa. Por egemplo: se pueden fundir juntos el cobalto con el plomo, el bismuto con el zinc, y hacer de modo que estos metales queden mezclados; pero se sabe que no por esto quedarán combinados, y que no perderán sus propiedades específicas de fusibilidad, ductilidad, ligereza, &c; y asi si se mantienen estas agregaciones metálicas fundidas obedeciendo cada uno de los metales á sus propiedades específicas, entónces si que recobrando sus cualidades el zinc subirá á la superficie del bismuto, y el cobalto sobre el plomo.

123. Tal es la imágen de lo que pasa en los bronces: dos aligaciones destituidas de afinidad forman su mezcla, es una agregacion mecánica y violenta de dos combinaciones distintas que gravitan hácia distintos centros, y que no quedan juntas sino en cuanto la condensacion las fuerza á permanecer en contacto.

124. De este pequeño número de indagaciones resulta: 1.° que la proporcion de 11 y aun de 10

de estaño es demasiado grande: 2.° que será necesario contraerla á un término que no resulte sino bronce puro: 3.° que no puede ser sino contrario á las ideas que se han propuesto, eligiendo para los cañones una aligacion dura, nerviosa y sólida, el mezclarla una aligacion agria, frágil, como es el metal blanco, y tan diametralmente opuesta á las propiedades que debe tener un metal para la artillería. Cual sea la proporcion del cobre y del estaño de que resulta el bronce puro, y cuales sean sus propiedades comparadas con el del bronce actual, es un problema que todavía no está resuelto.

125. El análisis del bronce de que hemos hablado supone su composicion de solo cobre y estaño; pero algunos hacen entrar el zinc en ella, y aun han pretendido formar un metal al mismo fin de solo zinc y cobre. En el dia la mezcla del zinc con el cobre solo es para la composicion del laton, de cuya mezcla resulta un metal mas duro, ménos oxidable y de color amarillo. Para saber la cantidad de zinc contenida en el laton se hace lo mismo que en el bronce, esto es, se disuelve el metal en el ácido nítrico puro de unos 25 á 30 grados: este disuelve el cobre y el zinc, y si hay estaño se queda oxidado sin disolverse, como hemos dicho en el análisis del bronce de artillería: se echa en esta disolucion nítrica potasa caústica líquida, la que precipita el óxido de cobre y zinc: se continúa echando mas potasa en esceso, la que disuelve el óxido de zinc precipitado dejando intacto el óxido de cobre, de cuya solucion se separa por el filtro, se hace secar y se pesa: el peso manifiesta el cobre contenido en la liga desfalcando un 25 por 100 por razon de su oxígeno; y lo que falta de peso para el total de la liga

analizada es el del zinc. Este puede separarse de su disolucion en la potasa por medio de un ácido que se combina con ella, y el óxido de zinc se separa echando el ácido con tiento, pues un esceso de él lo volveria á disolver, despues de precipitado y desecado; su peso, desfalcando el de su oxígeno que es de 25 por ⅌, dará el del zinc que se habia disuelto y separado del cobre.

126. El anâlisis de la liga del plomo y estaño se funda en los mismos principios que el del bronce, esto es, en la insolubilidad del estaño en el ácido nítrico, y en la solubilidad del plomo en el mismo. A este fin se echa la liga en el ácido nítrico puro, el cual disuelve el plomo y oxida el estaño sin disolverle: el peso del óxido de estaño despues de seco da el del estaño metálico de la liga desfalcando el peso de su oxígeno. El plomo disuelto puede separarse por dos medios, ó bien por la calcinacion del nitrato de plomo resultante, ó bien precipitando el óxido de plomo de dicho nitrato por el carbonato de sosa; en cuyo caso las 132 partes de carbonato de plomo precipitado corresponden á 100 del plomo que hacian parte de la liga. Si no se necesita de la exactitud de este anâlisis, bastará formar unas ligas desde el uno de plomo hasta el 30 por ⅌ de estaño puro, que se convertirán en balines; y fundiéndolos de igual diámetro del estaño que se presente al exámen, por la comparacion en el peso se sabrá con bastante aproximacion la cantidad que contenga de plomo.

127. Para conocer la cantidad de plata que pueda contener el cobre, por si merece beneficiarse, se disuelve en el ácido nítrico puro, se baña de sal comun disuelta en agua hasta que no dé mas precipi-

tado; y despues de lavado y seco este muriato de plata, se pesa: y como una onza de él contiene seis dracmas de plata, por una simple regla de proporcion se sabrá la cantidad correspondiente á la del cobre que se sujetó á la acion del ácido nítrico.

Modo de separar el cobre del metal de las campanas.

128. La cualidad principal que debe tener el bronce para las campanas es que sea sonoro, y asi debe formarse la liga de 25 á 30 por %; pero resultando un metal muy quebradizo y de poca tenacidad, no sirve para fabricar artillería sino se le añade la competente cantidad de cobre, ó se le quita estaño hasta que resulte un bronce con las dósis que previene la ordenanza. En Francia se empezó añadiendo al metal de campanas poco mas de igual peso de cobre; pero ademas del gran consumo de este, vieron que no sacaban todo el fruto posible, y asi determinaron separar el estaño, con el fin de obtener un cobre tan puro como fuese necesario para todos sus usos en la sociedad.

129. Refiriéndonos á cuanto se ha dicho sobre los afinos del cobre, es claro que si se fundiese el metal de campanas en un horno de reverbero, y se continuase dándole mucho fuego, al cabo se oxidaria el estaño, y aun parte de él se volatizaria; pero esto acarrearia el consumo de mucho combustible y tiempo, aunque este podria abreviarse haciendo que una corriente de aire producida por un fuelle auxiliase la oxidacion, cuidando de remover el baño con las berlingas.

130. Para hacerlo con mas economía, se ponen

las campanas en un horno de reverbero, cuyo crisol ó caldera tenga plana su superficie, y cuando el metal despues de rojo se empieza á ablandar, se le divide, estiende y remueve continuamente para que presentando mayor número de superficies al aire, se facilite su oxidacion. Si entran en fusion algunas partes, se las agita y divide inmediatamente con el fin de que cargándose de oxígeno vayan poco á poco perdiendo su fusibilidad; y se continúan estas operaciones, hasta que aparezca todo el metal casi en polvo de color oscuro, cuyo producto es una mezcla de óxido de estaño, óxido de cobre, y cobre que no ha tenido lugar de oxidarse; y si bien este último es capaz de entrar en fusion á su temperatura ordinaria, como está tan subdividido entre los dos óxidos no aparece líquido.

131. Concluida esta operacion, se puede hacer uso del mismo horno cargándole de nuevo con una determinada cantidad de metal de campanas, despues de haber estraido el primer producto. Se le hace entrar en fusion, é inmediatamente se echa en el baño una mitad en peso de dicho producto, procurando revolver rápidamente toda la masa para que el metal en baño le presente mayor número de puntos de contacto. Las partículas de cobre no oxidado que se hallen en el primer producto se funden con el contacto del baño del metal, se reunen y como ya han abandonado en la primera operacion una parte del estaño, aumentan la proporcion del cobre en esta segunda. Pero lo que mas contribuye á este aumento es la porcion del cobre oxidado en aquella, que abandona su oxígeno al estaño superabundante de esta, resultando simultaneamente los dos efectos

que se apetecen, á saber: aumentar el baño del metal de campanas en una cantidad de cobre puro, y privarle al mismo tiempo de parte de su estaño que sobrenada en forma de escorias. Desde luego se percibe que en esta operacion es preciso dar mucho fuego y remover continuamente el baño, para que sea mas completa la desoxidacion del cobre y oxidacion del estaño.

— 132. Si la separacion de estos dos metales se hace con el fin de obtener el cobre puro, se continúa la operacion como se acaba de esponer; pero si su objeto se dirige á fabricar artillería, no hay necesidad de depurar al cobre de todo su estaño, y lo que se hace en este caso es moldear en torales la fundicion marcando los de cada una, para que conociendo luego por un ensayo la dósis de su liga se pueda despues echar mano de la mas adecuada, á fin de que cuando se funda una determinada cantidad de campanas se complete con dichos torales la carga del horno, y resulte un bronce como previene la ordenanza.

— 133. Valiéndose de dos hornos contiguos para oxidar en el uno el metal de campanas, y en el otro efectuar el afino del cobre, la operacion será mucho mas económica; pues poniéndolos en fuego á un mismo tiempo, se podrán pasar los óxidos del 1.° sin que pierdan su calórico al 2.° que estará en baño. Pero por mucho que este se remueva, nunca todas las partes del primer producto podrán llegar á estar en contacto con su superficie, y asi en las escorias siempre quedará envuelta una porcion de óxido de cobre y de cobre puro: este se puede separar haciendo sudar dichas escorias en un pequeño horno,

de reverbero, ó simplemente lavándolas para que se deposite el cobre como mas pesado. Aun despues de esta operacion se tendrá un residuo en el que predominará el óxido de estaño, y que puesto en un horno de manga por lechos alternados de carbon, se logrará su desoxidacion y fusion dando una liga agria de diferentes metales blancos, que puede ser muy útil para un gran número de utensilios que no exigen flexibilidad.

Número II.

De la moldería.

134. A fin de no hacer confusa la esplicacion del método que se sigue en nuestras fundiciones para formar y preparar los moldes en que se han de fundir las piezas de artillería, darémos primero noticia de los ingredientes y materiales precisos para la construcion de ellos: despues de los útiles é instrumentos necesarios para las maniobras del taller de moldería: espuestas estas nociones se esplicará el modo de formar y preparar los moldes, hasta ponerlos en estado de conducirlos á la fosa. En todo lo cual nos ceñirémos á las prácticas y reglas que actualmente se siguen en nuestras fundiciones; pero últimamente se darán algunas nociones concernientes á la naturaleza de los barros.

Ingredientes y materiales para la construcion de los moldes.

135. Los barros de que se fabrican los moldes se componen de arcilla arenisca bastante crasa y

pastosa, para que se dege amasar bien por medio del agua entre sí, y con el estiércol de caballo y pelo de vaca con que se mezcla.

136. Estas arcillas, que se tendrán de prevencion en depósitos ó almacenes, se muelen y reducen á polvo con mazas de madera ó pisones sobre un pavimento firme, y se pasan por cribas de alambre, cuya malla tiene cuatro líneas de largo y tres de ancho para separarlas de las piedras, y partes heterogéneas con que pueden venir envueltas del lugar de su estracion.

137. El estiércol que se ha de mezclar con las arcillas para dar ligazon á los barros debe ser de caballos alimentados con paja y cebada, ú otra semilla; y se prepara haciéndolo pasar por una criba de alambre para separarlo de la paja con que regularmente se halla mezclado: se ha de procurar cuando se oprima y desmenuce con la mano al hacerlo pasar por la criba, que no se reduzca á partes muy menudas, á fin que sea propio para trabar las arcillas. Al mismo efecto se usa el pelo de buey ó vaca, que es un material muy adecuado para aumentar la tenacidad de los barros.

138. Estas tres materias se ponen en la *pastera*, que es una especie de banco con respaldo de 7 á 8 pies de largo, y 3 á 4 de ancho cerrado por sus lados, en la dósis de 32 arrobas de arcilla, 58 libras de estiércol y 2 de pelo bien batido y limpio, y echando 384 cuartillos de agua se la deja por espacio de dos horas para que se penetren bien: pasado este tiempo se la remueve con igualdad con un *rodillo* ó *rasador* de hierro representado en la figura 11 de la lámina 4.ª hasta que se combinen las tres materias: en seguida se sablea con el *sable* ó

cuchilla de hierro que manifiesta la figura 10; cuya operacion se reduce á cortar la pasta á golpes muy unidos formando otras tantas canales, y removerla con la *pala* de hierro representada en la figura 9, repitiéndolo ocho veces; y en fin se añaden 48 cuartillos de agua y se vuelve á batir con el rodillo para ablandar esta pasta y dejarla en la disposicion que se debe usar.

139. La dósis prescrita es con la que actualmente se fabrican los barros en la fundicion de Sevilla; pero variará segun las diferentes especies de arcillas, aunque será muy fácil por un ensayo determinar la mas adecuada, y la cantidad de agua segun sea la estacion.

140. En el taller de los barros debe haber ademas de dos, tres ó mas pasteras, y de los útiles espresados, varios cubos con asas y sin ellas, palas de hierro, tinas grandes para agua y depósito de los barros, y cazos para estraerlos de las tinas y ponerlos en unas artesas en las cuales se transportan al taller de moldería.

141. El barro así compuesto es el comun ú ordinario de los que se emplean en la moldería; pues se necesita otro fino para los primeros lechos de los moldes, llamado en nuestras fundiciones, á imitacion de las de Francia, *potea*: para hacerle se fabrican del espresado barro ordinario adobes de proporcionada magnitud en un terreno limpio, resguardado de las aguas, y espuesto al aire: despues de secos ú oreados se ponen en lugar donde sientan moderadamente la accion del fuego, como es sobre el pavimento de los hornos, en el que se dejan hasta estar del todo enjutos.

142. Estos adobes se baten y muelen con piso-

nes de madera y se pasan por cribas muy finas de alambre: del polvo que resulta se mezclan 30 arrobas con dos libras y media de pelo, y echando 36 cuartillos de agua se deja en la pastera por espacio de dos horas, en que se continúa la operacion del mismo modo que para el barro ordinario. Pasemos á dar noticia de los demas géneros que deben existir en un almacen próximo al taller de moldería, y de sus usos.

143. 1.° Yeso: este se prepara recociéndolo, y pasándolo por tamices muy finos de alambre: á fin de que no se desperdicie se muele en un molino de bronce. Este yeso se emplea para moldear las culatas de los cañones, sus muñones, los de los morteros, y otras piezas pequeñas necesarias para las máquinas. Tambien se necesita yeso comun para recibir las culatas, y fortalecer la encastracion de estas con sus moldes.

144. 2.° Jabon de piedra: que sirve para untar la superficie de los husos sobre que se hacen los moldes de cañones y morteros, á fin que la trenza de esparto de que se cubren no tenga rozamiento con ellos, y así puedan sacarse con facilidad acabado el molde.

145. 3.° Cera vírgen: debe estar en panes sin mezcla de sebo ni otros cuerpos y se emplea para moldear las asas y cazoletas de las piezas, mezclada con doble cantidad de pez.

146. 4.° Cáñamo: ha de estar en rama, y ya espadado y rastrillado: sera mejor cuanto mas largos sean sus filamentos: sirve para ponerlo sobre el barro fino, á fin de dar á los moldes la trabazon y consistencia que se requiere.

147. 5.° Trenzas ó lias de esparto: son gran-

des de 12 ó 13 líneas de ancho, y pequeñas, llamadas trencillas, de cinco á seis: su aplicacion es fajar los husos á fin de proporcionar los gruesos de los modelos.

148. 6.° Hilo bramante: que se usa para atar y asegurar los cabos de las trenzas con que se envuelven los husos.

149. 7.° Sebo crudo ó en rama: sirve para engrasar los quicios de los husos de los moldes, á fin que estos puedan girar con facilidad; y para otros semejantes destinos.

150. 8.° Aceite comun: sirve para el mismo efecto que el sebo en rama, y ademas para facilitar el movimiento á las maquinas, y para las luces necesarias en la fundicion.

151. 9.° Velas de sebo: sirven para los trabajos de las fosas de los hornos, como son colocar las culatas, los cuerpos de las piezas, &c. y reconocer interiormente los moldes atándolas á un alambre.

152. 10.° Alambre: se emplea despues de recocido en asegurar y ajustar fuertemente los enganchamientos de culatas, mazarotas, y aros de los moldes: debe ser de hierro muy suave y correoso, pues de lo contrario se rompe al entorcharlo.

153. 11.° Clavos pequeños y tachuelas: su servicio es asegurar la trenza de esparto al huso en los parages donde necesite de esta sugecion.

154. 12.° Vendages de hierro para los moldes: cada uno de estos se guarnece con dos herrages, que se componen de un cierto número de planchas y fajas ó aros de hierro que los sujetan y fortalecen á fin de que tengan la solidez que se requiere, para que puedan resistir todos los movimientos que se egecutan con ellos hasta colocarlos en las fosas; que tole-

ren el fuego fuerte con que se caldean y recuecen y la presion y calor del bronce líquido que entra en ellos para la formacion de las piezas. El número de planchas y fajas pende de la magnitud de cada pieza, y tambien del método de colocarlas con conocimiento.

155. 13.° Cenizas desaladas: se usan para cerrar las grietas que se hayan abierto en los moldes interiormente: lo que se egecuta haciendo una pasta bastante rala con estas cenizas y agua, y bañando con ella por medio de una brocha la superficie interior del molde. Las cenizas se desalan poniéndolas en una cuba, y echando encima cantidad de agua, que se vierte por inclinacion despues de haberse saturado de sal, y que estén reposadas las cenizas: maniobra que se repite hasta que estas no suelten mas sales. Si se quieren separar estas cenizas de las partes térreas que contengan, se remueven en cantidad de agua despues de desaladas, y se vierte el líquido que resulte en otra tina ó cuba ántes que se reposen las cenizas; por cuyo medio queda la parte térrea en la primera cuba. En defecto de estas cenizas se usará de las que hayan servido para legías.

156. 14.° Paja de centeno: despues del espresado baño de cenizas se desecan los moldes quemando dentro cantidad de paja larga de centeno, y en su defecto de trigo ó cebada.

Utiles para el taller de moldería.

157. Los útiles é instrumentos necesarios en un taller de moldería son de dos clases: los unos propios para la formacion de los moldes, y los otros para egecutar con ellos cuantas maniobras sean pre-

cisas hasta ponerlos en disposicion de recibir el metal.

158. Los de la primer clase se reducen: 1.° á mazos de mano que sirven para golpear la trenza de esparto, y ajustarla á los husos: 2.° compases curvos para examinar y proporcionar los diferentes gruesos de los moldes: 3.° niveles de peso, y reglas de varias figuras para la colocacion de muñones, asas, &c: 4.° tenazas grandes y pequeñas para oprimir las fajas de hierro: 5.° martillo para el mismo fin: 6.° torcedores de hierro de puntas vueltas para entorchar el alambre con que se aseguran las espresadas fajas: 7.° clavos largos para afirmar los muñones, asas, &c.

159. Los de la segunda clase son: 1.° cábrias grandes con que se sacan los moldes con sus husos de los caballetes en que se forman: 2.° carro con varales y juego delantero (semejante al carro fuerte, aunque mas pequeño y sin tanto herrage) sobre que se cargan los moldes para estraerles los husos y trenzas: 3.° cuchillos de hierro, ó machetes para cortar los estremos del molde hasta escuadrarlo como conviene: 4.° formones para el mismo fin y arreglar las encastraciones de la mazarota y muñones: 5.° azuelas ó piquetas de albañiles para el mismo efecto, y formacion de la canal que se abre en la fosa para dirigir el metal desde el horno á los moldes: 6.° compases rectos para hacer con exactitud el rebajo de la mazarota para su encastracion con el molde de la pieza: 7.° barrenas grandes y pequeñas para taladrar los muñones de yeso del molde y otros fines: 8.° reglas de madera para escuadrar los moldes de cañones, morteros, mazarotas, culatas, &c. y para situar verticalmente los

moldes en la fosa, sirviéndose de los niveles de peso: 9.° pinceles grandes, ó brochas para bañar interiormente los moldes con cenizas despues de recocidos: 10.° canastones de bronce para contener los moldes de las culatas: 11.° tapaderas de hierro, madera, ó lienzo ordinario para impedir que caiga polvo dentro del molde despues de bañado con las cenizas: 12.° zapapicos y azadas para sacar la tierra de los depósitos del horno y terraplenar la fosa: 13.° espuertas terreras para conducir dicha tierra: 14.° pisones de hierro con mangos de madera para comprimirla dentro de la fosa: 15.° paletas para la formacion y revoco de la canal que se hace en la fosa: 16.° escobillas, y fuelle para limpiar enteramente esta canal.

Taller de moldería y método de formar los moldes.

160. El taller en que se han de fabricar los moldes necesarios para una fundicion ha de estar próximo á sus hornos para aorrar jornales inútiles, y evitar se maltraten al transportarlos á las fosas: asimismo debe ser suficientemente espacioso para que se egecuten todas las maniobras con libertad, y estén con bastante separacion todos los juegos de husos que sean precisos para los moldes de cuantas piezas se puedan fundir á un tiempo en los hornos.

161. El número de juegos de husos que se pueden emplear ó necesitar á un tiempo en el taller de molderia, es respectivo al de los hornos que haya en la fundicion; y para hallar esta proporcion es preciso tener presente: 1.° que los hornos pueden ser grandes de la capacidad de 600 quintales de bronce; medianos de 400 quintales; chicos de 300; y peque-

fio de 160, 2.° que para cada horno grande se necesitan cuatro juegos de husos de cañones de á 24, morteros de plancha ó pedreros de 15 pulgadas: para cada mediano otros cuatro juegos de cañones de á 16 ó morteros de á 12: y para el chico seis juegos de usos de cañones aligerados de á 12 ó morteros de á 9 pulgadas: 3.° que como los cañones aligerados de 8 y 4, y los morteros y obuses de á 7 pulgadas se funden en este horno chico, se necesitan ocho juegos de husos de cañones de á 8 ó de morteros y obuses de á 7, y doce juegos de cañones de á 4: 4.° que los morteretes de probar pólvora, pedreros de barca, petardos, &c. se funden en el horno chico, ó se adicionan á las fundiciones de las piezas gruesas; y en uno y otro caso es menester examinar por sus pesos el número de las que pueden salir de una determinada cantidad de metal, para saber el de juegos de husos que se necesiten armar en el taller para ellas.

162. Cada juego de husos (lám. 4.ª fig. 2.ª) se compone de dos A,A totalmente iguales situados paralela y encontradamente en dos caballetes de madera horizontales *b*,*d*, sobre los que giran al rededor de sus eges, que tambien deben estar en situacion horizontal, en mortajas D,E (figura 5.ª) por medio de manivelas que encajan en sus cabezas representadas en la figura 13.

163. La figura 1.ª manifiesta el del cañon de á 24, y los de las demas piezas tienen sus dimensiones proporcionadas á sus calibres, como manifiesta la tabla siguiente, con la diferencia que los de corta longitud terminan á continuacion de su

estremo menor en un sólido cilíndrico para moldear.

Tabla de las principales dimensiones de los husos que sirven para construir los moldes de los cuerpos de las piezas de artillería.

Cañones.	*Diámetro de la base mayor.*			*Idem de la menor.*			*Longitud.*		
	pies	pulg.	lín.	pies.	pulg.	lín.	pies.	pulg.	lín.
24	1	4	6	-----	9	2	13	1	----
16	1	1	10	-----	8	6	12	-----	6
12 largos.	1	1	-----	-----	7	3	11	9	----
12 cortos.	-----	10	6	-----	6	-----	8	5	----
8 largos.	-----	11	-----	-----	7	-----	10	6	----
8 cortos.	-----	10	-----	-----	5	7	8	4	----
4 largos.	-----	8	11	-----	5	6	9	-----	----
4 cortos.	-----	7	6	-----	4	2	6	11	----
Morteros cónicos.									
14	1	6	-----	-----	9	2	8	3	6
12	1	4	2	-----	6	9	8	-----	3
7	-----	8	-----	-----	4	3	5	-----	----
Obuses.									
9	1	3	6	-----	11	-----	9	-----	----
7	-----	9	-----	-----	7	-----	6	6	3
Morterete de probar pólvora.	-----	8	-----	-----	3	5	6	2	-----

164. En los caballetes hay á proporcionada dis-

tancia de las mortajas unas encastraciones *e g h* (figura 2.ª) en donde se afirman y sientan las terrajas ó plantillas que manifiesta la figura 7.ª: estas son unos tablones AB que tienen uno de sus lados guarnecido de la plancha de hierro CD, cuyo borde *xz* es de acero templado y representa el perfil inverso de la pieza, y ademas los rebajos H,L que sirven para formar los encages con que se une el molde del cuerpo del cañon á los de la cuñata y mazarota.

165. Al perfil de la terraja, empezando desde el punto *b'*, se le va dando línea y media mas de longitud por cada pie de la pieza en los cañones de á 24, 16 y 12 largos, y una en todas las demas; y asi resulta la parte escedente *oo'* repartida progresivamente entre las molduras *c'*, *d'*, *e'*, *m'*, *n'*. Esta práctica se funda en que miéntras se mantiene líquido el metal en el molde por su enorme peso gravita hácia *b'*, y como los barros sufren alguna contracion por el mucho calor resulta que al tiempo de consolidarse ya han bajado á su debido lugar dichas molduras.

166. La operacion primera que se egecuta en él moldeo es la de meter las manivelas en el dado K*l* de la cabeza del uso (figura 3.ª) y colocar los suplementos Y, que son unas cuñas que se ajustan al rededor y llegan hasta *rr* para acrro de trenza en los cañones de á 24, 16 y 12 largos: en seguida se coloca la terraja en las encastraciones de los caballetes, de suerte que se halle en el mismo plano horizontal que pasa por el ege del huso, y promediándola por sus puntos *s'*, *n'* figura 7.ª de modo que disten exactamente de dicho ege los respectivos semidiámetros de las pieza, se la sugeta con cuñas.

167. En el del cañon de á 24, de que estamos hablando figura 3.ª, se ponen dos peones en las manivelas, que lo hacen girar para que cuatro operarios le dén con jabon, y puedan divididos desde Y hasta *r*, de *r* á *s*, de *s* á *t*, y desde *z* á *t*, revestirle á un mismo tiempo con la trenza de esparto, golpeándola fuertemente con un mazo á fin de que quede bien apretada y unidas sus vueltas hasta que esté en contacto con todos los puntos de la terraja. En seguida se separa esta tres líneas, que es lo que se da de mas radio á la pieza para poderla tornear, y poniendo el barro preparado sobre la terraja hácia la parte que mira al modelo, se restrega con el mismo toda la trenza para que agarre mejor el que sucesivamente va dejando aquella en las revoluciones del huso, á cuyo fin el operario tiene cuidado de irlo arrimando hácia su borde *xz* figura 7.ª, y cuando conoce que ya no admite mas, quita la terraja para que no se tuerza con el fuego de carbon que enciende debajo á fin de que se seque. Luego que lo está, se aparta el fuego y se vuelve á colocar la terraja exactamente en el mismo parage, y como el barro se contrae con el calor, se halla ya el modelo en disposicion de admitir la segunda mano del mismo modo que la anterior, y en seguida una tercera y una cuarta que es la última, en la que no se quita la terraja para que quede mas tersa la superficie del barro al mismo tiempo que se va secando por el fuego.

168. Miéntras que se enfria el modelo, construyen los mismos operarios los muñones y las asas: los primeros se moldean de yeso fino en matrices de lo mismo, cuyo hueco escede tres líneas la dimension de aquellos, y la de los contramuñones en

las piezas que los tienen. Dichas matrices se separan en dos mitades por su largo, y despues de untadas con jabon disuelto en aceite se coloca en su ege un cono de madera con la base mayor hácia la esterior del muñon para poderlo luego sacar: se unen estas dos mitades, y se llena todo el espacio que las queda de una lechada de yeso, el que despues de seco y estraido el cono da el muñon hueco de seis líneas de espesor, y con sus bases abiertas.

169. Las asas se moldean en matrices tambien de yeso divididas por su largo en dos mitades, que se untan con jabon desecho en agua, y que despues de unidas dejan en su interior un hueco de tres líneas mayor que aquellas. En este estado se llena cada matriz de una mezcla derretida de dos partes de pez y una de cera, se mueve en todos sentidos hasta que se consolide sobre sus paredes como cosa de dos líneas, y se vierte la sobrante; con lo que queda formada el asa de este espesor y tambien hueca.

170. Despues de frio el modelo se vuelve á colocar la terraja en el mismo parage, se la echa sebo derretido sobre su borde, que los operarios arriman con cuñas de madera hácia el modelo, y por las revoluciones del uso se va bañando su superficie. Toda terraja tiene en su debido lugar dos pequeñas incisiones que marcan en el sebo los círculos que pasan por *ayb* figura 4.ª llamados *junquillos*, á fin de que el operario sepa que desde estos hácia la culata debe colocar las asas y muñones. Para las cazoletas tambien se señala otro junquillo.

171. La altura de estos con relacion al ege del modelo se determina señalando con un nivel de peso dos puntos en la parte superior del segundo cuer-

po, y tirando una recta que resultará precisamente en el mismo plano vertical que pasa por dicho ege; pero como este es rasante á la parte superior de los muñones, si se pone uno de ellos en situacion vertical de suerte que su superficie esterior esté en contacto con el junquillo *b* y línea y media mas alta que la recta que se tiró, por lo que se le ha dado de mas en su radio, es evidente que quedará en su debido lugar. Para afirmarlo en el modelo el operario introduce un clavo hasta que penetre en el huso, coloca el muñon á su alrededor, y rellena todo el hueco de una lechada de yeso.

172. El otro lo sitúa tomando exactamente con un hilo sobre la misma recta toda la circunferencia, el que dividido por su mitad dará el punto diametralmente opuesto: se vuelve aora el modelo hasta que con el nivel se conozca que queda en el parage mas alto, y marcando con el mismo otro punto, la recta que se tire se hallará en el mismo plano vertical que pasa por la primera y el ege, con lo que se podrá poner el segundo del mismo modo que el primero. En los calibres cuyo ege está cuatro líneas mas alto, despues de marcada la línea superior se la tira una paralela á la misma distancia, y se acomoda sobre ella el diámetro de la base del muñon, que debe quedar vertical y al mismo tiempo tangente por su esterior al junquillo.

173. Á fin de cerciorarse de que ambos se hallan en una misma direcion, se hace uso de la plantilla AB (lámina 5.ª figura 11.) cuyos lados AC, DE están en una misma línea, y poniéndola verticalmente sobre los muñones deben quedar aquellos en perfecto contacto con su parte superior. Aora se tiene para cada uno una volandera de yeso, cuyas pare-

des son de 18 líneas de grueso y 12 de altura, y como su agugero es igual al del muñon, se la acomoda sobre él rellenándola con dicha lechada, sirviendo despues para acomodar el plato de que se hablará mas adelante.

174. Las asas se colocan dando vuelta al modelo hasta que queden de nivel los dos muñones, y señalando con el mismo en la parte superior del segundo cuerpo la recta que pasa por el plano vertical del ege. En seguida se coge una de ellas, y su pie delantero se pone tangente al junquillo *a*, lámina 4. figura 4.ª para señalar en la recta un punto que corresponda al medio ó ege de dicho pie, y otro al de atras, se hace centro en cada uno de estos marcando hácia una misma parte dos arcos de diferentes radios, cuyas longitudes están ya notadas en la respectiva plantilla BDEF (lám. 5.ª fig. 2.ª) llamada *intermedio*, se les tira una tangente, y los pies del asa deben quedar en contacto por la parte de afuera de esta recta, y al junquillo por la de adentro. El intermedio se coloca sobre la primera línea en situacion vertical de modo que corresponda al medio de las asas, y el operario teniendo con la mano la una descansando sobre el parage que se acaba de decir, la inclina á derecha ó izquierda hasta que toque los dos lados del ángulo D que le marcan su inclinacion y su altura: en este estado derrite con un hierro caliente la pez por la parte que toca al modelo para que se pegue, y despues la asegura con dos clavos (lám. 4.ª fig.4.ª), que entrando por los agugeros hechos de antemano en su superficie penetran por el hueco de sus pies hasta el huso. Las cazoletas se ponen del mismo modo tangentes á su respectivo junquillo.

175. Bañados de sebo los muñones y las asas se empieza á formar el molde, para lo que dos operarios principian á dar con la mano la primera capa de potea de una línea de espesor, que dejan secar al aire, y sobre esta otras cuatro que sucesivamente se secan del mismo modo; y al tiempo de dar la sesta colocan á su alrededor el cáñamo de que se habló en el párrafo 146.

176. Despues que se ha secado esta última empiezan á dar con las manos la primera de barro ordinario de dos líneas de grueso, que la secan con fuego de carbon; en seguida la segunda, y dejando las asas hácia abajo arriman bastante carbon á estas y á las cazoletas para que penetrando el calor pueda derretirlas, á cuyo tiempo sacan los clavos, y reciben en agua la mezcla que se vuelve á aprovechar, tapando en seguida los agugeros de los clavos con unos taponcitos del mismo barro. Continúan dando y secando á fuego otras ocho manos, y queda el molde en disposicion de recibir el primer herrage, compuesto de bandas de hierro *a* y aros *b* que las sugetan, los cuales quedan apretados con alambre retorcido *c* por los ganchos que tienen en sus estremos, por medio del garrote segun se manifiesta en la figura 8.ª de la lámina 4.ª Los muñones tambien se fortalecen con un pequeño aro.

177. Sobre este herrage se dan siete manos de barro de cuatro líneas de espesor, que sucesivamente se secan con fuego, se pone un aro á los muñones y en cada estremo otro llamado *terrero*, sobre los que se coloca el segundo (lámina 5.ª figura 1.ª), cuyas bandas tienen en sus estremos unos ganchos para unir y afirmar el molde del cuerpo de la pieza á los de la culata y mazarota como se ve en el per-

fil representado en la fig. 3.ª y en seguida se dan dos manos de barro en cuanto lo cubra todo, restregándolas con un trapo para que resulte tersa su superficie, con lo que queda concluido el molde.

178. Todos los de las demas piezas se fabrican del mismo modo con la sola diferencia del número de manos de barro y el de las bandas y aros, como se ve en la siguiente tabla: advirtiendo que los calibres que en su primer herrage solo llevan cuatro aros, es porque sus bandas no llegan mas que hasta un pie delante de los muñones y otro tras de las asas, y que los morteros de á 7 no necesitan fortalecerse mas que con el segundo. Esta práctica es moderna, y aun quizas podrian aligerarse escogiendo un hierro muy fibroso, que dejándose forjar bien tomase con facilidad las curvaturas de los parages donde se ha de colocar, para lo que los cercos mas grandes tienen una visagra en su mitad: pero en todas las inovaciones es preciso caminar con mucho pulso.

Tabla que manifiesta el número y espesor de las manos de potea y de barro que se dan a los moldes de los cuerpos de las piezas, y el de las bandas y aros con que se fortalecen.

Cañones.	Espesor de cada mano de potea.	Número de estas.	Espesor de cada mano de barro.	Numer. de estas hata el primer herrage.	Bandas de este.	Aros del mismo.	Espesor de cada mano de barro.	Numer. de estas hasta el segund. herrage	Bandas de este.	Aros del mismo.	Manos de barro sobre este.
24.....	1 lin.	6	2 lin.	10	10	20	4 lin.	7	13	22	2
16.....	1	6	2	9	10	17	4	6	10	19	2
12 larg.	1	6	2	9	10	14	4	6	10	16	2
12 cort.	1	6	2	6	8	4	4	5	10	12	2
8 larg.	1	6	2	6	8	4	4	5	10	14	2
8 cort.	1	6	2	6	8	4	4	5	10	11	2
4 larg.	1	6	2	6	8	4	4	5	10	12	2
4 cort.	1	6	2	6	8	4	4	4	10	10	2
Morteros cónicos.											
14.....	1	6	2	10	11	9	4	7	12	10	2
12.....	1	6	2	9	11	9	4	6	12	9	2
7.....	1	6	-	...	...	...	4	8	8	9	2
Obuses.											
9.....	1	6	2	9	12	11	4	5	14	12	2
7.....	1	6	2	6	8	4	4	4	10	9	2
Morterete de probar pólvora...	1	6	2	6	7	10	4	4	7	11	2

Tabla de las dimensiones de los herrages con que se fortalecen los moldes de los cuerpos de las piezas.

Cañones.	1.° Herrage.			2.° Herrage.			Aros terreros.		
	Ancho.		Grueso.	Ancho.		Grueso.	Ancho.		Grueso.
	pulg.	lín.	lín.	pulg.	lín.	lín.	pulg.	lín.	lín.
24------	2	..	3	2	..	3	1	1	1
16------	2	..	3	2	..	3	1	1	1
12 larg.	2	..	3	2	..	3	1	1	1
12 cort.	1	3	2½	1	9	3	1	..	1
8 larg.	1	3	2½	1	9	3	1	..	1
8 cort.	1	3	2½	1	6	2	1	..	1
4 larg.	1	3	2½	1	9	3	1	..	1
4 cort.	1	3	2½	1	6	2	1	..	1
Morteros cónicos.									
14------	2	..	3	2	..	3	1	1	1
12------	2	..	3	2	..	3	1	1	1
7------	..	..	..	1	2	2½	1	..	1
Obuses.									
9------	2	..	3	2	..	3	1	1	1
7------	1	3	2½	1	6	2	1	..	1
Morterete de probar pólvora...	1	3	2½	1	2	2½			

179. Antes se moldeaban las culatas sobre unas hornillas (lám. 5. fig. 8 y 10) en las que estaban

firmes los husos KJ (fig. 4.) miéntras que las terrajas NMCEY giraban al rededor; pero aunque se economizaba combustible, no era tan espedita esta práctica como la actual.

180. En el dia los husos con sus respectivas ruedas de bronce, y situado cada juego sobre los caballetes, se revisten con la trenza de esparto hasta darles en cuanto sea posible las dimensiones de la culata; y como la terraja se ha colocado á 3 líneas mas de distancia, poniendo sobre ella la lechada de yeso comun, la va soltando sobre la trenza hasta que falten seis puntos que se da con yeso fino: despues se baña de sebo, y se le ponen las oregillas de barro que se sugetan con un clavo, las que sirven para recibir las piezas en las máquinas de cortar mazarotas y tornear.

181. Finalizado asi el modelo se empieza á formar el molde dando manos de potea y la de cáñamo como se ha dicho, que se cubren con las de barro, y se le pone el herrage compuesto de seis bandas de hierro de dos pulgadas de ancho y línea y media de grueso, con un *coadillo* que sugeta la estremidad de los barros, tres aros sobre el cono, y dos volanderas sobre la lámpara: en seguida se van añadiendo las manos de barro hasta concluirlo por medio de una terraja toda de madera, pues no se necesita de mucha exactitud para dejarlo en una pulgada ménos de diámetro que el interior del canaston de bronce (lám. 4.ª fig. 6.ª) donde debe colocarse, recibiéndole con yeso á fin de que quede con toda solidez. Se ha de tener mucho cuidado de que el encastramiento quede arreglado al del cuerpo de la pieza, para que cuando el molde de esta se

haya de poner vertical sobre el de la culata se ajusten exactamente. Cuando se abra la lámina correspondiente se dará una descricion mas circunstanciada de esta operacion.

Tabla que manifiesta el número y espesor de las manos de potea y de barro que se dan á los moldes de las culatas, y el de las bandas y aros con que se fortalecen.

Cañones.	Espesor de cada mano de potea.	Número de estas.	Espesor de cada mano de barro.	Núm. de estas hasta su único herrag.	Número de bandas	Número de aros.	Espesor de cada mano de barro sobre el herrag.	Núm. de estas hasta su conclusion.
24 ----	1 lín.	6	3	12	6	4	4 lín.	10
16-----	1	6	3	9	5	4	4	8
12 larg.	1	6	3	9	5	4	4	8
12 cort.	1	6	3	8	4	3	4	7
8 larg.	1	6	3	8	4	3	4	7
8 cort.	1	6	3	7	4	3	4	7
4 larg.	1	6	3	7	4	3	4	7
4 cort.	1	6	3	6	4	3	4	6
Obuses.								
9----	1	6	3	9	5	4	4	8
7-----	1	6	3	6	4	3	4	6

182. Llámase *mazarota* la parte escedente de metal que sacan las piezas por su parte superior, la cual es de suma importancia: primero, por que com-

prime con su peso el metal fundido del cuerpo de la pieza haciéndole mas compacto, y obligándole á que llene con mas exactitud todas las partes del molde: segundo, por que se lo suministra á proporcion que disminuye de volúmen al tiempo de enfriarse: tercero en fin, porque subiéndose á la superficie las escorias y partes heterogéneas de los metales, se observa que en los que se han fundido es mucho ménos compacta y tenaz la parte superior; por lo que saldria la caña de una pieza muy débil y defectuosa.

183. Para dar á las piezas la perfecion que ocasiona la mazarota se hace preciso añadir á sus moldes por la parte superior otros de mazarotas correspondientes á su magnitud: estos se forman sobre husos de madera del mismo modo que se ha dicho para las piezas, con sola la diferencia de bañarse los modelos con cenizas desaladas en lugar de sebo, y de tener un solo herrage en cuanto basta á fortalecerlos y poderlos unir con el del cuerpo de la respectiva pieza. Es de advertir que en los obuses y morteros cónicos se moldean á un mismo tiempo sus mazarotas unidas, y asi están marcadas en los husos y plantillas, porque no hay peligro de que se tuerzan.

Tabla que manifiesta el número y espesor de las manos de potea y de barro que se dan á los moldes de las mazarotas, y el de las bandas y aros con que se fortalecen.

Cañones.	Espesor de cada mano de potea.	Número de estas.	Espesor de cada mano de barro.	Númer. de estas hasta su único herrage.	Número de bandas.	Número de cercos.	Capas de barro despues de herradas.
12-----	1½ lin.	2	4 lin.	11	8	8	2
16-----	1½	2	4	10	7	7	2
12 larg.	1½	2	4	10	7	7	2
12 cort.	1½	2	4	8	6	6	2
8 larg.	1½	2	4	8	6	6	2
8 cort.	1½	2	4	7	6	5	2
4 larg.	1½	2	4	7	6	5	2
4 cort.	1½	2	4	6	6	4	2

184. Como los moldes de las mazarotas no necesitan mucha exactitud, tampoco se les da tantas manos de potea ni de tanto espesor como á los del cuerpo de las piezas; bien que las que la llevan unida tengan el mismo número.

Tabla de las dimensiones y peso de las mazarotas de las piezas de artillería.

Cañones.	*Diámetro de la mazarota.*			*Altura en el molde.*			*Altura desde el encastramiento.*			*Peso total.*
	pies.	pulg.	lín.	pies.	pulg.	lín.	pies.	pulg.	lín.	libras.
24 ----	1	6	4	..	8	..	4	6	3	4107
16 -----	1	3	2	..	11	6	3	4	9	2260
12 larg.	1	1	7	..	6	..	3	4	9	1612
12 cort.	1	---	3	..	4	..	2	10	11	1064
8 larg.	..	11	4	..	11	..	2	10	11	1129
8 cort.	..	10	6	..	7	..	2	10	11	864
4 larg.	..	9	11	..	6	..	2	10	11	854
4 cort.	..	9	10	..	6	..	1	11	3	522
Morteros cónicos.										
14 -----	1	3	6	4	6	..	..	---	---	2267
12 ------	1	---	8	4	4	..	..	---	---	1631
7 -----	..	5	9	2	6	..	..	---	---	190
Obuses.										
9 -----	1	4	1	4	---	..	..	---	---	2705
7 -----	..	11	9	3	2	..	..	---	---	970
Morterete de probar pólvora...	..	5	1	2	4	6	..	---	---	500

185. Aunque por las razones que hemos dicho sea forzoso fundir todas las piezas con mazarota, si

se atiende á su mucho peso, se vendrá en conocimiento del escesivo gasto que ocasionan en su construcion y manejo, y sobre todo de la necesidad de cargar los hornos con casi doble metal del que queda á las piezas despues de concluidas.

186. El mortero de plancha (lám. 6.ª) se moldea sobre un huso de madera, revistiéndole de costillas de lo mismo, que vienen á formar una figura semejante para aorro de trenza. La plancha C se compone de cuatro tablas en forma de cuñas que se ensamblan entre sí, dejando una concavidad esférica donde se acomoda la parte correspondiente de la culata, y un agugero cilíndrico por donde pasa la *rabisa* E que unida á la muletilla F moldeada dentro del canaston de bronce LPPL sirve para sugetar la pieza en las máquinas de cortar mazarotas y tornear por medio de las oregillas G, G. Finalizado el modelo del cuerpo del mortero se ponen á su alrededor en su debido lugar las cuatro tablas que forman el modelo de la plancha con su diente D, y dándola la inclinacion de 45 grados se la sugeta al cuerpo de la pieza por medio de unos pernos. En esta disposicion se empiezan á dar las manos de potea, y se concluye el molde del mismo modo que los demas. Cuando se haya de colocar en la fosa, despues de haber estraido el modelo del cuerpo de la pieza como se dirá mas adelante, se quitan los pernos que sugetan la plancha, se sacan las cuatro tablas por la parte del diente, cuyo agugero se tapa con el plato de barro V, y se construye el macizo T para sostenerla con el respiradero 2. Esta pieza se ha dejado de fundir por su dificil transporte y manejo, y solo se fabrica con plancha el

morterete de probar pólvora del mismo modo, bien que tiene unida su mazarota.

187. En todas las piezas de que hemos hablado se ve desde luego, que hay necesidad de abrirlas el ánima despues de fundidas, por lo que se llama fundicion en *sólido*; y en *hueco* á las que llevan en el centro de su molde un sólido llamado *ánima* como los morteros cónicos.

188. Estos se moldean del mismo modo que los cañones y obuses, pero la construcion de sus ánimas es la operacion mas delicada de la molderia: se hacen dos á la vez sobre caballetes de bronce, y con husos de hierro cuadrangulares de figura piramidal que tienen sus ángulos redondeados, y ochavados en su estremo menor á distancia de ocho pulgadas. La operacion primera es dar el sebo, y poner en seguida muy apretada la trenza de esparto, de seis líneas de ancho y dos de grueso, de modo que en el ochavado tenga una sola vuelta, ocho en la parte correspondiente á la *mola*, y dos en la intermedia. En esta disposicion se refriega la trenza con barro ordinario dándole una capa de dos líneas de espesor, y se le pone fuego de carbon debajo, que no se le quita hasta concluirla: se deja secar muy bien esta capa, pues de no tener este cuidado resultaria que se moveria el huso dentro del ánima y no se podria continuar la operacion, se da otra fregada del mismo barro, y progresivamente se continúa de este modo hasta que tenga siete pulgadas de diámetro; advirtiendo, que si al cuerpo del ánima se le ponen capas de barro de dos líneas de espesor, en la mola son de seis para que vaya llenando los huecos de la terraja, la qual tiene ocho líneas mas de longitud

por la parte de dicha mola, que resulta con este aumento despues de herrada.

189. Cada vez que se da una capa de barro, se presenta la terraja en los caballetes hasta dejar bien torneadas el ánima y la mola, que en este estado se hallan en disposicion de recibir su primer herrage, compuesto de cinco aros terreros de nueve lineas de ancho y una de grueso: el primero se coloca en la mola, el segundo al principio del cilindro, el tercero al fin de él, el cuarto en la base mayor del cono, el quinto un poco mas angosto y delgado que los otros en el estremo menor, y todos en las cajuelas que al intento se le hacen al ánima, de modo que lo superior del aro coincida con el plano de ella quedando como embutido en una capa de barro fino, que desde aora se empieza á usar, compuesto de tres espuertas de arcilla en crudo bien molida y pasada por tamices muy finos, la que se mezcla con una espuerta de estiércol de caballo, y otra de pelo de vaca.

190. Despues se colocan seis bandas de hierro de toda la longitud del ánima mas la altura de la mola, de una pulgada de ancho y una línea de grueso por un estremo y la mitad por el otro, que se sugetan por el lado de afuera con un codillo de dos pulgadas, rellenando sus huecos del mismo barro: luego se limpian las bandas, y se ponen doce aros de las mismas dimensiones situando uno en la mola, otro en el encastramiento, cinco en el cilindro, y los restantes en el cono, advirtiendo que los de este van disminuyendo de ancho y grueso á proporcion que se aproximan á su estremo menor, y se rellenan sus huecos del mismo modo que los de las bandas.

191. Sobre este primer herrage se principian á dar capas de barro fino de una línea de espesor, hasta que el ánima tenga diez pulgadas de diámetro, torneada con una segunda terraja de diez líneas mas de longitud por la parte que mira al plano de la mola, y aparece entónces á punto de colocar el segundo herrage compuesto de tres aros terreros, el primero en la mola, el segundo al principio del cilindro, y el tercero en su mitad; en seguida se ponen seis bandas que correspondan á los intermedios de las del primer herrage de ocho pulgadas de largo mas la altura de la mola, con el codillo que vuelve por fuera de ella para sugetarlas, y luego dos aros en la mola, uno en el encastramiento y dos en el cilindro. Este herrage, que tiene las mismas dimensiones que el primero y se coloca del mismo modo, sirve tambien para fortalecer la mola con el ánima, y poderla conducir donde convenga con toda seguridad.

192. En esta disposicion se vuelven á dar fregadas del mismo barro de una línea de espesor, y cuando le falten seis se pone la tercera y última terraja de las exactas dimensiones del ánima, para que quite con igualdad el barro sobrante; bien que dejándola con línea y media mas de diámetro que el calibre del mortero al principio del cilindro, y una al fin de él, á causa de las contraciones que sufren los barros no solo por el recocido, sino por la gran presion del metal fundido. Pero esto variará segun la calidad de las arcillas, y se debe tener muy presente en la construcion de los moldes de todas las piezas. Por último se coloca la terraja en los caballetes sugetándola fuertemente con cuñas de madera, y apoyándola sobre tres ó cuatro puntos pa-

ra que no se tuerza, y miéntras que dos peones dan vuelta al ánima, el moldista le aproxima el barro que deja secar sin quitar la terraja, cuya operacion repite diez y seis ô diez y ocho veces, hasta que por el continuo rozamiento del ánima con la terraja, la deja con una superficie tan limpia y tersa como el mármol. En un apéndice se describirá la lámina de un molde completo de mortero cónico de á 14, con el huso, terraja y demas que se necesita para formar este molde, fundir el mortero y asegurarlo en la máquina de barrenar.

Tabla para la construcion de las ánimas de los morteros cónicos de á 14, 12 y 7.

Calibres.	Núm. de vueltas de trenza de esparto en el cuerpo del ánim.	Id. en el estremo menor del huso.	Id. en el mayor.	Espesor de cada mano de barro ordinario.	Núm. de estas hasta el 1.er herrage.	Núm. de bandas.	Núm. de aros.	Espesor de cada mano de barro fino encima del 1.er herrag.	Núm. de estos.	Núm. de bandas.	Núm. de aros.	Espesor de cada mano encima del 2.º herrag.	Núm. de estas hasta concluirla.
14	2	1	8	2 lín.	14	6	17	1 lín.	18	6	8	1 lín.	13
12	2	1	6	2	12	5	15	1	12	5	8	1	13
7	2	1	4	2	6	---	---	---	---	4 *su único.*	14	1	13

193. Para las gualderas de los morteros cónicos de á 12 y 14 se tienen unos modelos exactísimos de madera divididos de alto á bajo por su largo en dos mitades, sobre los que se forman las dos medias matrices de yeso fino, dejando abierto todo el plano de su base ó superficie inferior, á las que al tiempo de secarlas lentamente con fuego de carbon, se las unta con una mezcla de aceite y trementina para que puedan servir varias veces sin descomponerse, y presentar muy tersa su superficie. Despues de secas se las baña interiormente con jabon disuelto en aceite, á fin de que no se pegue á sus paredes la lechada de partes iguales de yeso fino y comun con que se llena por su base toda la concavidad que resulta despues de unidas, y que forma el modelo que debe servir para fabricar el molde, despues de haberle añadido los cuatro muñones que se sugetan con un clavo.

194. Este se construye sentando el modelo verticalmente por su base sobre una plancha de bronce, y untándole con sebo se empiezan á dar con la mano las capas de potea de una linea de espesor hasta el número de seis, colocando en esta última el cáñamo, y sobre él dos fregadas de barro ordinario en cuanto lo cubran, todas las que se dejan secar sucesivamente al aire libre: en seguida se le dan seis manos de barro comun de tres líneas de espesor que se secan con fuego, y resultará del grueso de dos pulgadas para recibir su único herrage compuesto de ocho bandas de dos pulgadas de ancho con tres líneas de grueso, y otros tantos aros de una pulgada y tres líneas de ancho con dos líneas de grueso, advirtiendo que las de á 12 solo llevan siete aros. Todo este herrage se cubre

con dos fregadas de barro, y queda concluido el molde.

195. Los que sirven para fundir los granos de cobre que se ponen en las piezas en frio y en donde se abre el fogon, se construyen sobre husos cónicos de madera de dos pies y cinco pulgadas de longitud; siendo su base mayor de dos pulgadas y diez líneas y la menor de dos con seis. Despues de bañados con la legía de ceniza, se les da una cápa de potea de dos líneas de espesor que se seca á fuego lento de carbon, en seguida otra de una línea para poner el cáñamo, y luego que está seca se le da una fregada que lo cubra: sobre esta se ponen cuatro capas de barro ordinario de tres líneas de espesor cada una, y su herrage correspondiente compuesto de cuatro bandas de hierro de toda su longitud, una pulgada de ancho y línea y media de grueso, que tienen en una de sus estremidades un gancho para asegurar con alambre el plato de barro que ha de tapar el hueco de la base menor. Estas bandas se sugetan con cuatro ataduras del mismo alambre repartidas en todo su largo, que hacen el oficio de aros, y sobre ellos se da una mano de barro y una fregada.

196. Las ánimas de los buges de las cureñas de á 12, 8 y 4 de batalla se construyen sobre husos de hierro semejantes á los de las culatas, para lo que despues de embarnizados con un trozo de sebo en pan, se les da una capa de barro que se cubre con cáñamo, y se aproxima la terraja con el mismo que lo va soltando hasta dejarlos de siete líneas de espesor. Se sacan en este estado de los caballetes, y se pasan á una hornilla que se hace provisionalmente levantando con trozos de ladrillos unas simples paredes,

á fin de que se reconcentre mas el calor con que se secan, y en seguida se vuelven á los caballetes, donde se hierran con dos bandas de seis líneas de ancho y una de grueso por el estremo mayor, y por el menor de cuatro de ancho y nueve puntos de grueso, colocando encima en forma de espiral dos vueltas de alambre, sobre el que se da con la terraja una mano de barro hasta que tengan sus verdaderas dimensiones, y se vuelven á secar en la hornilla. Luego que lo están se pasan muy calientes á los caballetes, en donde la terraja que ya se halla colocada en su última posicion les suministra la falta del barro que se ha contraido por el calor: en seguida se vuelven á la hornilla, y despues de haber sufrido estas dos últimas operaciones por tres veces quedan las ánimas concluidas.

197. Para fabricar los moldes se tienen modelos exactos de madera ligera, que admitan bastante pulimento como el cedro, cuyo hueco interior sea igual al del ánima, los que divididos por su largo en dos mitades sirven para moldear en cajas de arena como las municiones de hierro colado, de que se tratará estensamente en el artículo siguiente. Del mismo modo se moldean los puentes, las roldanas, y todas las demas piezas pequeñas de las máquinas.

198. En la construcion de los ladrillos refractarios es preciso valerse de una arcilla que resista la accion del fuego, para lo cual todas las que no hagan efervescencia con los ácidos se muelen separadamente, y se forma de cada una amasándola con agua un prisma cuadrangular de una pulgada de lado y tres de alto que se deja secar al aire: despues se llevan todas estas muestras á una fragua, donde se procura que acaben de despedir la humedad apro-

ximándolas al fuego, y por último haciendo andar los fuelles se las coloca á la mayor intensidad del calor por espacio de quince ó veinte minutos. La arcilla que haya resistido esta prueba sin fundirse, ni aun tomar un principio de vitrificacion es la que se escoge, aunque con el tiempo llega á fundirse en las bóvedas de los hornos por combinarse con la porcion del metal que se sublima.

199. Molida en el molino de las solerías, se amasa con agua despues de bien tamizada hasta que tome cierta pastosidad para rellenar las matrices como se egecuta con los ladrillos ordinarios: luego que han adquirido bastante consistencia y que se han sacado aquellas se ponen á orear y secar á la sombra, colocándolos de canto y dándoles vuelta de tiempo en tiempo para que no se tuerzan. Despues de recocidos, como se dirá mas adelante, los operarios valiéndose de piquetas, sierras, escofinas, y restregando unos contra otros, los arreglan á las plantillas que marcan las justas dimensiones que deben tener segun el parage de los hornos á que corresponden.

200. Se han espuesto sucintamente las operaciones que se practican actualmente en nuestros talleres de moldería; pero no es este el único modo que se conoce en el dia de fabricar los moldes. Como para cada pieza hay que construir un modelo diferente, y ademas tienen que enterrarse los moldes en la fosa, cuyo trabajo exige para cada fundicion las dos operaciones de llenarla y vaciarla de tierra, se ha intentado y aun se practica en Francia en las modernas fundiciones el método siguiente. Se tiene para cada calibre un modelo exactísimo de madera muy dura, y mejor de cobre ó bronce hueco por dentro para minorar su peso, siendo de una

sola pieza la culata, cuerpo y mazarota, que termina por ambos estremos en prolongacion de su ege por dos pequeños cilindros que le sirven de apoyo, estando todo él dividido en dos mitades por un plano paralelo á los muñones que lo corta por su largo. Para formar el molde se coloca cada mitad del modelo separadamente descansando sobre los medios cilindros de sus estremos, y de modo que la superficie plana de su corte quede hácia abajo y horizontal: ademas se sitúan lateralmente dos fuertes reglones, cuya superficie superior tambien horizontal forma un mismo plano con dicho corte, y se arriman á él para empezar á colocar sobre toda la superficie convexa una ligera capa de potea, que se cubre de barro comun, haciéndole muchos agugeros con el dedo de media pulgada de profundidad, con el fin de que trabe la segunda mano que se le da despues de seca la primera, y que pueda recibir un fuerte herrage, que corresponde exactamente al de la otra mitad, el que se cubre con otra mano de barro. Se saca despues el modelo, se vuelve el molde, se le seca, y bien tapadas todas las grietas de su concavidad con potea, se le da un baño de polvo de carbon muy fino mezclado con arcilla y desleido todo en agua, para que el metal fundido no se pegue á la potea. Cada dos mitades se unen fuertemente por medio de las barras de sus herrages, se cierran sus junturas con barro, y se tiene concluido el molde que se sitúa en la fosa sin necesidad de tierra que le sugete. Este método no se ha perfecionado aun lo bastante; pero debe estudiarse cuidadosamente para adelantar la mano del artista, que proporcionará una economía muy grande. Aun será mayor la del moldeo en arena, que se ha hecho

preciso para las piezas de hierro, como se egecuta en la Cabada; mas aunque uno y otro método se esperimentaron cuando se fundia en Barcelona y no surtió el efecto que se deseaba, no por esto se debe desmayar en la empresa cuando son bien palpables sus ventajas, cuando los adelantamientos de la física y química han sido tan rápidos en estos últimos tiempos, y cuando en fin se ve que lo usan otras naciones mas ilustradas en las ciencias naturales. Pasémos aora á dar un breve resúmen de la naturaleza de las tierras precisas en nuestras fundiciones; pues la formacion de los crisoles y copelas para fundir y afinar el cobre en los hornos, la construcion de las toraleras en que se recibe este metal despues de fundido para formar las rosetas, la composicion de los ladrillos refractarios con que se revisten las calderas de los hornos, y la mezcla de las tierras que sirven en la construcion de los moldes, exigen conocimientos químicos para proceder con acierto.

201. La *cal* es una tierra simple, blanca, de sabor cáustico, soluble en 680 partes de agua, y que pierde su causticidad al aire libre atrayendo el agua y ácido carbónico de la atmósfera; en el agua se calienta mucho solidando la que absorve y dejando libre su calórico. La naturaleza la presenta con mucha abundancia en montañas enteras bajo de *carbonato*, de cuyo ácido carbónico se la despoja por la calcinacion, y en este estado de pureza mezclada con doble cantidad de arena forma la argamasa comun. Por su mucha abundancia es la que sirve para los edificios y sus caracteres son: dejarse rayar con una navaja, no dar fuego con el eslabon, ser insípida, inalterable al aire, hacer efervescencia con los

ácidos, y convertirse en cal por la accion del fuego. Tambien pertenece á esta clase el *yeso*, que es un *sulfato de cal*: se halla cristalizado en láminas especulares, y en prismas cuadrangulares, se deja rayar con la uña, y no hace efervescencia con los ácidos: calcinado pierde el agua de cristalizacion, y en este estado amasado con ella forma una argamasa bastante sólida que resiste á la accion del aire, pero cede á la del agua. El yeso que contenga un 10 á 12 por ⅌ de carbonato calizo forma una argamasa infinitamente mas sólida y apreciable, y cuando no lo tiene naturalmente se le puede añadir surtiendo el mismo efecto.

202. La *arcilla* ó *alúmina* es una tierra simple, blanca, de un sabor particular no desagradable, jabonosa al tacto, que despide un cierto olor si se le aplica el aliento, y que se pega mucho á los labios, se deja amasar con el agua, y puesta al fuego en lugar de calcinarse se contrae, adquiriendo una dureza que da chispas con el eslabon: no es soluble en el agua pero si en la potasa, y no da efervescencia con los ácidos. Sirve para la formacion de todas las vasijas de barro, y mezclada con la arena pura para la fábrica de la porcelana. La naturaleza apénas la presenta perfectamente blanca en su estado de pureza, y sí muy variada en sus colores rojo, amarillo, parduzco por los óxidos metálicos de que está impregnada, especialmente del hierro; y asi es preciso saberla escoger segun los usos á que se destine, cuidando siempre de que no se halle mezclada con la caliza, lo que se conoce cuando no hace efervescencia si se echa sobre un pedazo una gota de ácido nitrico ó sulfúrico.

203. La *arena* ó *silícea* es una tierra simple,

blanca, que se encuentra casi pura en el cristal de roca, insoluble en el agua, inalterable al aire, soluble en la potasa cáustica, é insoluble en los ácidos, ménos en el fluórico. Con los álcalis vegetal y mineral forma el vidrio por la accion del fuego, y con la alúmina da un cuerpo refractario; á ménos que esta no contenga la caliza que las hace entrar en fusion: con los óxidos metálicos tambien se funde y vitrifica.

204. Para el revestimiento de las copelas de los hornos de afino se necesita de la alúmina y silícea, las que mezcladas en competente cantidad segun su estado de pureza, y amasadas con partes iguales de cisco forman lo que se llama *carbonilla*; porque lo que se busca es una debida proporcion entre estas dos tierras, las que por la accion del fuego pueden formar un cuerpo duro, consistente y refractario, capaz de resistir la fusion del metal; para lo que se debe cuidar que la alúmina no esté mezclada con la caliza, pues como ya se dijo las serviria esta de fundente: la arcilla arenisca, la amarilla y la roja son bastante á propósito para el caso, y aun segun predomine la silícea variarán las dósis. En las toraleras donde se recibe el metal fundido para reducirlo á rosetas bastará la arcilla arenisca amasada con una mitad de cisco, pues no tienen que sufrir tanta impresion del fuego.

205. Pero en lo que se necesita mas cuidado es en la construcion de los ladrillos refractarios, con que se revisten las calderas de los hornos de fundicion. Para esto debe escogerse la alúmina mas pura, que es la blanca y una silícea de buena calidad como el fel de espato comun, en cuyo caso se mezclan seis partes de esta con una de aquella, como

se egecutaba en Mallorca; pero si la alúmina es amarilla como la que se usaba ántes en la fundicion de Sevilla, que se traia de las inmediaciones de Riotinto, ya la mezcla no es tan resistente al fuego, y mucho ménos lo es la que se gasta en el dia, cuyo color rogizo manifiesta estar cargada de mucho óxido de hierro. Se acaba de hacer una prueba con estas tres clases de ladrillos refractarios, poniéndolos al fuelle de una fragua por espacio de 15 minutos, y el de la primera resistió sin fundirse, el de la 2.ª empezó á tomar un principio de fusion y de vitrificacion, y el de la 3.ª se fundió totalmente. Con todo se usan los últimos porque no tienen que sufrir ni con mucho un fuego tan fuerte como el de la fragua y hallándose la alúmina y silicea cerca de la fábrica resultan mas económicos, aunque hay que revestir de nuevo las calderas de los hornos á menor número de fundiciones. El cálculo del coste total sacado de una continua observacion dará á conocer la mayor economía. Tambien se usan las piedras llamadas de *fuego*, que son del género de la pizarra arcillosa ó piedra de amolar, para ciertas partes de los hornos.

206. El barro comun para los moldes puede componerse de 30 partes de tierra vírgen, seis de arcilla arenisca, diez de estiércol de caballería, y una de pelo de vaca. La tierra vírgen que se saca de los campos sin cultivar es generalmente del género aluminoso, la mas fácil de encontrar y ménos costosa, la que es bastante buena para el efecto aunque mezclada naturalmente con otras tierras, si predominan en ella los caracteres de la alúmina: la arcilla amarilla arenisca es una mezcla natural de alúmina y silícea, que sirve para dar consistencia y

fuerza á los barros, y pueden aumentarse ó disminuirse segun la calidad y mayor ó menor pastosidad de la tierra vírgen: la cantidad de estiércol y de pelo que sirve para trabar la mezcla tambien varía segun la naturaleza de las tierras.

207. Para la potea se usa de este barro comun recocido ligeramente á fin de que resulte mas tersa y lisa la superficie de los moldes, y despues de reducido á polvo se amasa con una mitad de arcilla arenisca, habiéndose observado que dicha potea resulta de mejor calidad cuando se echa mano del barro que va quedando sobrante al construir los moldes, lo que proviene de haber sufrido ya un primer recocido por el fuego con que se secan. Tambien es ventajoso que estos no sufran rápidas disecaciones, porque como al evaporarse la humedad se contraen en igual grado las arcillas, aunque se cubran las grietas que son en mayor número, se está mas espuesto á que tanto los moldes como los modelos pierdan sus exactas dimensiones. Se debe pues procurar, en cuanto lo permitan el órden y tiempo que se emplea en las operaciones del moldeo y fundicion dejarlos secar al aire libre.

208. Finalmente la esperiencia y práctica sugerirán al oficial empleado en las fundiciones los medios mas adecuados para la elecion de las tierras, sus mezclas y maniobras mas conducentes á la perfecion de los moldes, segun los medios que se tengan.

Número III.

De los hornos de fundicion y fábrica de las piezas de artillería.

209. Si se hubiesen de esponer y describir todos los hornos inventados y aun usados en la fusion de los metales con toda la estension y proligidad necesarias para su completa inteligencia, resultaria este número difuso y complicado. Parece que una teoría general de ellos podria ser suficiente para dar competentes luces á esta materia; mas la construcion de los muchos hornos de fundicion que existen no se ha perfeccionado aun en el grado que es necesario para deducir principios fijos, sobre que se pueda establecer sólidamente dicha teoría. Asi, cuando no se quiera hacerla sistemática es menester limitarla á muy pocas reglas, que son como otras tantas consecuencias de las construciones efectivas de los hornos, las cuales vamos desde luego á esponer: despues se dará una sucinta idea de nuestros hornos actuales: y en fin, se esplicará el modo de cargarlos, fundir los bronces y llenar los moldes, dando todas las noticias pertenecientes á esta operacion.

210. Todo horno es un vaso ó cavidad en que se puede mantener fuego, gobernarlo y aplicarlo como instrumento, y alguna vez como principio á los cuerpos que se quieran mudar por su accion. En él se deben distinguir diferentes partes ó divisiones que tienen distintos usos y nombres: la parte inferior destinada á recibir las cenizas y dar entrada al aire, se llama *cenicero*; este se termina por arriba

en unas parrillas ó reja de hierro, cuyo uso es sostener el carbon ó leña que se encienda en ella; y esta parte se nombra *hogar*, que suele estar terminado por la parte superior en otras parrillas, en las que se sitúan los vasos ó cuerpos en que se hacen las operaciones por la accion del fuego: así, el espacio comprendido entre esta segunda reja hasta lo alto del horno se puede llamar *laboratorio*: en fin, los mas de los hornos están cubiertos de una especie de cúpula, cerrada en algunos, y abierta por medio en los mas con un cañon vertical ó inclinado; y es lo que se nombra *chimenea*, destinada á dar salida al aire, humo y todos los cuerpos volátiles.

211. Los hornos tienen varias puertas y respiraderos: la del cenicero, cuyo uso principal es dar entrada al aire, sirve tambien para estraer por ella las cenizas: la del hogar, por la que se introduce alimento al fuego á medida que lo necesita: la del laboratorio para respiracion y manejo de las sustancias sobre que haya de obrar el fuego, la cual se conoce mas particularmente por *puerta del horno*: otra en la parte superior de la chimenea para dar salida como se ha dicho al humo y demas vapores. Tambien hay otras puertas mas pequeñas llamadas *registros*, destinadas á observar lo que ocurra en el horno, y á dar paso al aire por los diferentes parages donde estén situadas, las que pudiéndose cerrar fácilmente sirven asimismo para aumentar ó disminuir la actividad del fuego, y para gobernarlo. Para poder hacer el uso correspondiente de los registros y facilitar la administracion del fuego, es necesario que las otras puertas se puedan tambien cerrar exactamente.

212. A fin de formar una idea justa y general

de la construcion de los hornos, y disposicion de sus puertas y registros destinados á aumentar ó disminuir la actividad del fuego, será útil establecer algunos principios de fisica demostrados por la esperiencia.

213. En primer lugar: se sabe que las materias combustibles no pueden quemarse y consumirse sino tienen una libre comunicacion con el aire: de modo, que si se las priva esta comunicacion aun estando ardiendo con la mayor actividad, se apagan súbitamente: por la misma causa renovado frecuentemente el aire facilita infinito su combustion y un torrente de aire dirigido á pasar impetuosamente por medio de materias encendidas da al fuego que resulta la mayor actividad que puede tener.

214. En segundo lugar: es cierto que el aire que toca ó está próximo á materias encendidas se calienta, enrarece, y pone mas leve que el aire que le rodea y que dista mas del centro del calor: que de consiguiente este aire caliente y mas leve está precisamente obligado á subir y elevarse para dar lugar al que está ménos caliente y leve, que solicita por su peso y elasticidad ocupar el espacio que le deja el otro: que de consiguiente tambien si se hace fuego en un espacio cerrado por todas partes ménos por la superior é inferior, debe formarse en este lugar una corriente de aire, cuya direcion será de abajo á arriba; de suerte que si se presentan en la abertura inferior algunos cuerpos leves serán llevados por el aire hácia el fuego; y si se presentan por el contrario en la abertura superior serán arrojados por una fuerza que los elevará y separará de este mismo fuego.

215. En tercer lugar: está demostrado en la hidráulica, que la velocidad de un fluido determinado á correr en cualquiera direcion, es tanto mayor cuanto mas estrecho sea el espacio en que esté oprimido; y que de consiguiente se aumenta su velocidad haciéndole pasar de una canal ancha á otra mas estrecha.

216. Supuestos estos principios será fácil aplicarlos á la construcion de los hornos y se deducirá: 1.° que situado el fuego en el hogar de un horno abierto por todas partes arderá á corta diferencia como si estuviese al aire libre. El fuego tiene en este caso con el aire que le rodea una comunicacion que permite á este aire renovarse y entretenerle suficientemente para facilitar la entera destrucion de las materias inflamables que le sirven de alimento; pero no estando determinado el aire á pasar con rapidez por medio del fuego, asi dispuesto no aumenta su actividad y le deja arder tranquilamente.

217. 2.° Que si se cierra exactamente el cenicero ó la chimenea de un horno en que se haya encendido fuego, entónces la comunicacion del aire con el fuego no será libre; pues si es el cenicero lo que se cierra, se impide la libre introducion del aire; y si la chimenea se quita la salida al aire que el fuego ha enrarecido: y de consiguiente en uno y otro caso el fuego asi situado arde débil y lentamente, se disminuye por grados, y al fin viene á apagarse.

218. 3.° Que si se cierran totalmente todas las aberturas del horno, se apagará el fuego muy pronto.

219. 4.° Que si no se cierran mas que las

aberturas laterales del hogar, y quedan abiertas las puertas del cenicero y de la chimenea, entrando entónces el aire por el cenicero estará precisamente forzado á salir por la parte superior: asi se formará una corriente de aire que atravesará el fuego y le hará arder con vigor y actividad.

220. 5.° Que si el cenicero y la chimenea tienen una cierta longitud, y forman canales cilíndricas ó prismáticas, estará entónces obligado el aire á seguir su direcion un espacio mas largo; y su curso estará mas marcado ó determinado: de consiguiente el fuego será mas vivo.

221. 6.° En fin, si el cenicero y la parte superior del horno en lugar de formar canales prismáticas ó cilíndricas las forman piramidales ó cónicas, y están construidos de modo que la base truncada del cono ó pirámide del cenicero corresponde al hogar y sea igual ó mayor que la base de la canal del cuerpo del horno; entónces el curso del aire que está precisado á pasar de un espacio mayor á otro menor, debe acelerarse considerablemente y dar al fuego la mayor actividad que puede proporcionársele por la disposicion del horno. Mas se debe tener presente que si la chimenea es de tal longitud que cuando el aire llegue á su parte superior se encuentra á la misma temperatura que el de la atmósfera, la presion de esta le impedirá la salida, y el fuego se aogará léjos de avivarse; sucediendo lo mismo cuando la puerta de dicha chimenea sea pequeña respecto á su base.

222. Los hornos se fabrican por lo general de mampostería ó de ladrillos comunes, revistiendo sus paredes interiores de ladrillos refractarios ó de piedra de fuego, para que resistan mucho tiempo sin

fundirse: tambien pueden hacerse provisionalmente de adobes unidos con el mismo barro. Los pequeños llamados comunmente *hornillas* se hacen de arcilla arenisca bien molida y tamizada á la que despues de amasada con agua se le da la figura que se quiere, dejándolas orear y secar á la sombra para recocerlas. Cuando se desea que tengan bastante duracion, se escoge la arcilla mas pura que se mezcla con la competente cantidad de arena segun haya demostrado la esperiencia, y al tiempo de fabricarlas se fortalecen con bandas y aros de hierro por su circunferencia esterior; pues si se egecutase por la interior, al tiempo de dilatarse por el calor abririan la arcilla: tambien se hacen de planchas de hierro dejando interiormente sus paredes erizadas de puntas, que se revisten de arcilla para preservarlas de la accion inmediata del fuego, y porque siendo las tierras muy poco conductoras del calórico respecto á los metales, se logra no desperdiciar nada.

223. Los hornos en que el juego del aire, proporcionado por la disposicion de ellos en la forma que hemos espuesto, es quien mantiene y aviva el fuego, son los que comunmente se llaman de reverbero; porque se creia que dando la figura elíptica á la bóveda del laboratorio, la llama reflectaria mejor de ella á la superficie del cuerpo con que se trabaja, y de consiguiente aumentaria su temperatura. Pero segun dice Gaspar Monge, dicha figura en nada contribuye para el efecto, y sí solo el dar al laboratorio la menor capacidad posible, situándole lo mas inmediato al hogar, y suprimiendo en el horno todo espacio que no tenga un obgeto determinado.

224. Cuando se haya de elegir una determinada especie de horno debe ser con atencion á que pueda

producir los efectos que se apetecen: 1.° con el menor gasto posible: 2.° en otro tanto tiempo como se quiera emplear: 3.° con toda la igualdad que se desée, y del modo que se pueda gobernar mas fácilmente: es decir con ménos molestia del artista.

225. La primera condicion exige construir el horno de materias refractarias, y que dén poco paso al calórico, é igualmente proporcionar su figura interior de tal modo que todo él esté dirigido al cuerpo que se quiere mudar por su acion.

226. La segunda condicion se obtendrá: cuando la materia combustible, bien escogida, se consuma lo mas lentamente que sea compatible con dar no obstante el grado de calor que sea necesario: lo que se conseguirá teniendo el hogar, la chimenea, y los registros las proporciones mas convenientes, y proporcionadas entre sí: de este modo se empleará el tiempo que se tenga por mas oportuno.

227. La tercera condicion, de que el fuego se sostenga largo tiempo con igualdad y se pueda gobernar con facilidad, es la mas necesaria de todas. La química demuestra que un cierto y fijo grado de fuego produce un determinado efecto sobre cada cuerpo; y que cuando su acion varía, los resultados son diferentes: de modo que el producto de estas alternativas de incremento y diminucion de fuego es una mezcla confusa de produciones químicas. Ademas, se sabe que estas variaciones de fuego alteran la naturaleza de los cuerpos de suerte, que estos no serán los mismos si sufren diversos grados de calor; pues si sucede que sirviéndose del mismo fuego para las operaciones químicas, se confunden sus grados de un modo en una y de otro en otra, se tendrán distintos productos de una misma sustan-

cia. Asi para no incurrir en errores tan perjudiciales debe un artista para construir sus hornos haber calculado y examinado: 1.° la cantidad de materia combustible que el hogar debe recibir, contener y entretener. 2.° La calidad de materia que ha de emplear para lo que quiera hacer. 3.° La fuerza del fuego que se requiere para cada operacion en particular; respecto de que igual cantidad de una misma materia puede producir en el hogar de un mismo horno todas las mutaciones de calor que haya desde el grado mas corto hasta el mas fuerte; y esto de un modo sostenido é igual. 4.° El modo de facilitar el aceso de todo el aire necesario al hogar y saber apreciar la fuerza con que entra, sea que esté dirigido por la construcion del horno ó por fuelles; y en fin, que sepa examinar los diferentes estados de la atmósfera como la gravedad, ligereza, humedad, sequedad, frialdad y calor del aire: porque cuando el barómetro anuncia que la gravedad es considerable, y al mismo tiempo hay una notable sequedad y un frio vivo comprime y pone rígidos todos los cuerpos, se puede esperar que el fuego será demasiado activo. 5.° Ultimamente, la salida que es necesario dar al fuego que se quiera alumbrar en el hogar. Ya se ha dicho que no se puede esperar sea muy activo el que tenga salida por todas partes y por grandes aberturas; pero se debe esperar mucho de la acion de un fuego cuyas fuerzas reunidas están determinadas hácia el punto donde se quiere hagan su efecto.

228. Hemos indicado de un modo vago las circunstancias generales de los hornos, que tienen sus aplicaciones, y escepciones segun los casos y fines

del horno. La observacion y esperiencia continuadas de varias clases de hornos son los únicos medios para poderlas aplicar con oportunidad y acierto.

229. La situacion de los hornos de fundicion debe ser, cuando no lo impidan particulares circunstancias, en la proximidad de un rio ó canal para que el agua dé movimiento á los fuelles y demas máquinas. Asimismo, debe estar inmediata á montes ó bosques, de los cuales se pueda obtener á poca costa el carbon y leña que se necesiten para el consumo de la fundicion. Tambien se procurarán situar los hornos en parages secos, ó apartar la humedad de ellos por medio de bóvedas llenas de polvo de carbon, ó por conductos que dando circulacion al aire no degen penetrar la humedad: porque esta perjudica la fundicion, y cuanto mayor sea el calor del horno tanto mas la atrae del terreno sobre que está fabricado. Vamos á dar una sucinta esplicacion del de 560 quintales representado en el tomo de láminas.

230. En la séptima se ven los macizos de sus paredes, los pilares 6, los E en que se apoyan las correderas del *cabriolé*, las bóvedas S del edificio, las N,V,T,Z que sostienen el piso del cuerpo principal del horno, sirviendo al mismo tiempo de depósitos, las E de las escaleras para subir á él, las W de las ventosas que van á parar al cenicero C, y las M que sirven para bajar á la X sobre que descansa la caldera: finalmente la escavacion F es la fosa donde se colocan los moldes para recibir el metal fundido.

231. La lámina 8.ª representa el piso S del edificio, el del cuerpo principal del horno VV, NZ

adonde se sube por las escaleras D, y X es el de la caldera llamado *solería*: esta tiene dos puertas H′ para introducir la carga de metal, la tobera GT por donde sale despues de fundido á llenar los moldes situados en la fosa F, y los respiraderos *l*: tambien se ven las parrillas O del hogar RH con la *meseta* GF, y las cabezas *m* con los ojales L de los tirantes que fortalecen la mampostería.

232. El perfil de la 9.ª que se mira por el lado izquierdo del horno, da á conocer lo que profundizan las bóvedas que lo sostienen, su altura y las de las ventosas W: sobre el cenicero B′Z sigue el hogar con las parrillas O formando el recodo *fps*T, por cuyo medio la llama se dirige á la caldera VMZ, supuesto que solo se abre la canal *e* 4, 3 llamada *tragante* para introducir las rajas de leña; y á fin de que estas no la destruyan se hace de piedra refractaria lo mismo que la meseta *ps* cuyo ángulo *p* padece mucho por el fuego: las paredes del hogar, las de los respiraderos *l* que van á parar al 2.° cuerpo, las de la tobera ZX, y la bóveda de la caldera se revisten con los ladrillos de que dimos noticia en el número anterior, componiéndose su solería de un órden de ladrillos comunes puestos de plano bajo de las canales E*h*G, que se cubren con otro órden, sobre que está el macizo *adcb* de arcilla, y encima un órden de ladrillos refractarios de plano sobre los que descansa otro de los mismos puestos de canto hasta VPZ. Para subir al 2.° cuerpo se ve una de las dos escaleras sostenida por la bóveda 5, 6, estando este tambien cubierto por otra 12, 13 sobre que descansa la chimenea 14: 2, 4 es una de las dos palancas llamadas *balancin* que unida á la cadeneta 1 sirve para levantar las compuertas que cubren las dos

puertas del hòrno, y S una de las dos correderas del cabriolé con que se maniobra en la fosa para colocar en ella los moldes, y sacarlos despues de llenos al piso del edificio V' V.

233. La 10 es un perfil cortado por sus puertas H,H, y visto por el frente del horno, en el que se notan las escaleras A que bajan á las bóvedas X,N, sus entradas M, sus elevaciones, sus espesores B, las canales *h*, la solería DEF, la caldera con su bóveda L, y las cadenetas *b* de las compuertas, siendo *g* una de las dos correderas del cabriolé que sirve para subir los trozos de la carga que se introducen por la puerta de la izquierda. El 2.° cuerpo está cubierto por la chimenea que sale fuera del tejado.

234. En la lámina 11 que representa la vista por la puerta izquierda del horno se ven las entradas W á las bóvedas ventosas, la Z al cenicero, la M á la que está debajo de la caldera, y la V que sostiene la escalera *e' e'* que sube al cuerpo principal, en donde se nota la puerta P, los montantes *n,r* que sugetan los tirantes *m*, el contrapeso K del balancin 4, y la escalera 6, 7 que da al 2.° cuerpo B de donde sale la chimenea 14. E y D son los pilares que sostienen las correderas S,F del cabriolé de la fosa y del que sirve para cargar el horno.

235. El modo con que obra el calor en esta clase de hornos es el siguiente: echando el combustible por el tragante que debe corresponder al centro de las parrillas se forma una corriente de aire, que entrando por las ventosas y atravesando el hogar aumenta la intensidad del fuego, cuya llama no hallando salida por la parte superior pues se procura tener cerrado dicho tragante con una

plancha de hierro, se ve obligada á dirigirse por entre el plano de la meseta y su bóveda á la caldera, buscando su salida por los respiraderos que dan á conocer el estado del horno. Muchas veces sucede que en las inmediaciones de las puertas se mantiene sólido el metal cuando lo demas está en baño, y esto proviene de que la llama no se ha dirigido con igual fuerza hácia aquellas partes, por lo que es preciso levantar un poco las compuertas que hacen el oficio de respiraderos. Véase aqui corroborada la idea de Monge de que no es la reflexion de la figura de la bóveda la que proporciona el máximo grado de calor, sino el choque directo de la llama y el menor espacio en que se procure reunir; asi es preciso no dar á la caldera mas magnitud que la suficiente para que quepa hasta su bóveda toda la carga en sólido, aunque en baño solo ocupa hasta un poco mas abajo del arranque de los respiraderos: y para que la llama hiera directamente toda la superficie del metal, inclinar las paredes del hogar hácia la caldera, y el piso de la meseta con su bóveda hácia la tobera dándolas una figura cónica; pero no tanto que solo se dirija á una parte del metal. Tal es el arte con que están construidos nuestros hornos grandes de fundicion: los medianos, chicos y pequeños son mucho mas sencillos, pues el macizo de la solería está sobre el mismo pavimento ó nivel del terreno, bastando escavar la fosa y unas rampas que sirvan de ventosas; y aun si se tratase de hacer pocas fundiciones podria suprimirse todo el segundo cuerpo con la chimenea. Véamos aora como se funden en ellos las piezas de artillería.

236. Para esto se cargan con arreglo á las fórmulas que se espusieron en el párrafo 77 del núme-

ro 1.° segun está prevenido por la superioridad; pero como las cortaduras, mazarotas y canales irán sucesivamente refundiéndose y de consiguiente perdiendo de cada vez mas estaño, segun los principios que llevamos espuestos, sucederá que las piezas no saldrán con un igual grado de dureza á la de la liga de 11 por %; y disminuyéndose esta á cada fundicion, se hace preciso estar á la mira para no sacar una artillería de mala calidad por su demasiada blandura.

237. Para cargar el horno se tapará su tobera, introduciendo por la parte interior un cilindro de hierro batido, que ocupe todo el lado de la parte estrecha de su canal ménos dos pulgadas que se llenarán del barro de que se hacen los moldes, y sobre él en el cuadrado ó rebajo se ajustará y recibirá con el mismo barro un ladrillo. Cerrada la tobera se dará un baño de cenizas desaladas á toda la parte de la caldera á que debe llegar el metal fundido; y se cargará el horno por sus puertas, valiéndose del *cabriole* sencillo representado en la lámina 13, figura 1.ª y 2.ª compuesto de la rueda L con sus maniguetas á las que se aplica la fuerza de un hombre, y que fija en su ege con la linterna O, mueve la rueda dentada *m* encastrada en el molinete N, donde se enrosca la cuerda del aparejo GK. Todo él camina por las correderas D para aproximar á la puerta del horno los trozos de la carga. No se dá una esplicacion mas detenida de esta máquina porque estando mal representada se ha hecho un nuevo diseño que se publicará en un apéndice. Luego que se han subido hasta el nivel del piso principal, y con el auxilio de rodetes, planos inclinados y espeques van los operarios metiéndolos en la cal-

dera, para que el mas diestro é inteligente los reciba y acomode con el mayor órden, poniendo debajo los mas grandes y los pequeños en los intersticios, cuidando muy particularmente de que se sostengan hasta la bóveda de la caldera, de modo que los que formen el principal apoyo sean los últimos que se fundan, para que los de encima no destruyan la solería con su caida.

238. Antes de dar fuego al horno se disponen los moldes del modo siguiente: concluido el del cañon de á 24, como se dijo en el número anterior, se arrasan los barros por la parte plana de los muñones hasta dejarlos de nivel con las volanderas, se sacan los clavos, se rompe y quita con una piqueta todo el yeso, y aparece el hueco del muñon: en seguida se arreglan los tapones ó platos de barro, haciéndoles á cada uno su respectiva señal correspondiente á la que se marque en el molde, y se pasa á sacarlo de los caballetes, para colocarlo sobre un pequeño carro fuerte de dos ruedas.

239. Esta operacion se egecuta con la mayor facilidad y delicadeza poniendo 2 cabrias sencillas á un lado de los caballetes, de suerte que queden poco mas ó ménos paralelas á la longitud del molde, y á la parte opuesta en frente de cada una un pie derecho compuesto de dos reglones atravesado por un ege orizontal de hierro, sobre el que puede girar el estremo de un fuerte madero llamado corredera, de la misma figura que las del cabriolé terminado en el otro estremo en una polea fija, por donde pasa la beta de la cabria que lo levanta cuanto sea menester: de suerte que viene á formar una palanca del segundo género. Entónces se embraga el molde por las dos estremidades del huso, atando

las cuerdas á las cajas de dos *rodos* colocados cada uno sobre su respectiva corredera, y para que no se corran por la inclinacion de estas se los contiene con una cuña. En esta disposicion se empieza la maniobra levantando con las cabrias los estremos movibles de las correderas hasta ponerlas horizontales, y queda suspendido el molde sobre los caballetes: se hacen correr los rodos por medio de palancas hácia donde está el carro que se situa entre los caballetes y las cabrias, y aflojando poco á poco sus betas queda sentado sobre él. Para los cañones de á 16, 12 largos, morteros cónicos de á 14 y 12, y obuses de á 9 solo se usa una cabria con su corredera y rodo, embragándolos por su centro de gravedad, y en las demas piezas se hace fuerza con dos palancas situadas por debajo de los estremos del huso, levantándolos á brazo de sus caballetes para ponerlos sobre el carro.

240. Con este se conducen frente de la fosa, y se saca toda la trenza que pueda salir de ambos estremos, quitando luego despues los suplementos, para que cuatro operarios golpéen con un botador de madera suspendido con cuerdas por sus estremos el menor del huso hasta que tome movimiento, en cuyo caso se acaba de sacar á mano y en seguida la trenza, escuadreando bien los estremos del molde por donde marcó la terraja en el modelo. Los barros de este se desprenden con bastante facilidad valiéndose de unas planchas flexibles de hierro llamadas *partesanas* fijas á un asta de madera, y terminadas en un arco de círculo, á las cuales se les hace tomar la figura cóncava del interior del molde: despues se le pasa un escobillon para dejarle bien lim-

pio y si tiene alguna grieta ó pequeño defecto en los pies de las asas ó ángulos de los muñones se recompone con potea metiendo la mano por sus huecos: en lo demas aparece casi siempre sin ninguna imperfecion.

241. Para meterlo en la fosa, se le atraviesa una braga por su largo, sugeta con dos vueltas en su circunferencia, y se le suspende con dos aparejos que están pendientes del cabriolé doble representado en la lám. 12, fig. 1.ª y 2.ª donde se ven los pilares E que hay delante de la fosa, las grandes correderas R por donde camina hácia su interior, las traveseras B que sirven para que pueda correr lateralmente por medio de las ruedas T de las volanderas Y, sobre las que descansa el marco DD y baranda de hierro C, sirviendo tambien de apoyo á las tornapuntas M que sostienen los pies derechos P sobre que giran los molinetes, donde se enrosca la beta del aparejo grande FK llamado *mula*, sugeto á la parte de la boca del molde para dejarle vertical.

242. En esta disposicion se introduce en la fosa hasta colocarlo perpendicularmente por su culata sobre una simple hornilla del hueco de aquella y de ocho pulgadas de altura, construida al intento con medios ladrillos ordinarios unidos con barro: se tapa provisionalmente cada muñon con un ladrillo que se sugeta con vueltas de alambre, dejando unos huecos para observar cuando esta recocido, y en seguida se cubre su boca con otros sueltos que descansan sobre cuatro *tochos* de hierro cruzados por unas bandas, que dejan en su centro un hueco de cuatro pulgadas en cuadro para introducir el combustible. Este al principio es de pajas de centeno y virutas mezcladas

con astillas menudas, que se encienden por la puerta de la hornilla, alimentando despues el fuego con rajas de pino de cinco pies y medio de longitud con una pulgada de grueso, que se echan por el hueco de arriba, hasta que se observe por el de los muñones estar el molde muy rojo y que se va oscurecendo, pues es señal de hallarse próximo á vitrificarse, que por lo regular sucede á las cuatro horas y media de fuego: en este estado se tapa con barro la puerta de la hornilla, los huecos de los ladrillos que cubren los muñones y la boca para que se vaya enfriando lentamente.

243. A las catorce horas se destapa todo, y aparece el molde recocido: se introduce una vela encendida por el hueco del muñon para ver si ha sufrido alguna avería, que suele ser muy rara, y se pasa á darle el baño de cenizas desaladas. Esta operacion la hace un moldista por medio de un escobillon, poniéndose de pie sobre el espesor de barro de la parte superior del molde, y alumbrándole de cuando en cuando con la vela para que lo dé con igualdad: para los muñones se vale de una brocha, y de estopa sugeta á un alambre para las asas. En seguida se levanta el molde verticalmente con el cabriolé, hasta que el operario pueda por la parte de la culata acabar de dar el baño de ceniza que no alcanzó por arriba, y reconocer si tiene alguna grieta que cubre con potea, secándola con pajas de centeno: en seguida se vuelve á poner sobre la hornilla, para quitar la humedad del baño con las mismas pajas, acalorándole hasta que no se pueda resistir con la mano: limpia despues las asas de las materias estrañas con estopa sugeta en un alambre, tapa los muñones con los platos que se han recocido con fuego de

carbon, y que ya llevan el baño de ceniza, los fortalece con una regilla de hierro bien sugeta con alambre á los ganchos del herrage, y por último pone una tapadera que se acomoda dentro del cono del brocal, un lienzo que cubra toda la parte superior del molde, y otra tapadera encima.

244. El molde de la culata se desprende con facilidad poniéndole boca abajo despues de haber sacado el huso, y la trenza, ménos las oregillas que se rompen y estraen con la mano ó con un hierro: en esta disposicion se coloca el molde sobre unos medios ladrillos ordinarios de tres pulgadas de alto, rodeando toda la circunferencia del encastramiento con otros de canto que se sugetan con una vuelta de alambre, y queda recocido llenando dos veces todo este hueco con carbon encendido.

245. Despues de frio se cierra el cono que tiene á continuacion de la muletilla con un tapon de barro recocido y barnizado con un poco de potea, apretándole con un botador de madera y un martillo, y volviendo la culata se dá el baño de ceniza que se seca con pajas de centeno. Despues se amasa una porcion de yeso comun dentro del canaston de bronce que ya está en la fosa, procurando cuatro moldistas hacerla girar á derecha é izquierda para que tome poco yeso y quede bien sentada.

246. Suspendido el molde en el aire, se desbarata su hornilla, se coloca la culata debajo bien nivelada, se ponen sobre sus espesores de barro unos fideos de potea de tres líneas de grueso, que cogen toda la circunferencia distante media pulgada del encastramiento, y se baja el molde poco á poco procurando con niveles y perpendículos centrarle bien con el de la culata. En seguida se afirman los gan-

chos del canaston á los del herrage del molde de la pieza con varias vueltas de alambre, al que se da garrote con unos hierros llamados *torneadores*: se toman sus junturas y las de los platos de los muñones con un poco de barro duro para asegurarse mas de que no haya un derrame del metal fundido, y se pone en todas sus circunferencias una capa de yeso comun que cubre los ganchos, los alambres y la regilla, á fin de evitar que se golpéen y descompongan cuando se apisonen las tierras en la fosa.

247. En esta disposicion se vuelve á suspender el molde, y se coloca verticalmente sobre un hoyo que se hace como de nueve pulgadas de profundidad, arreglándose á que la parte superior de la mazarota que debe llevar quede de nivel con la inferior de la tobera del horno; y distantes cada dos moldes entre sí el ancho de la canal de que se hablará despues. Se echa tierra al rededor del canaston, que se aprieta fuertemente con pisones de hierro calientes, y se principian á colocar tongadas de tierra de nueve á diez pulgadas de espesor, apisonándolas del mismo modo hasta cubrir los muñones, en cuyo caso son de quince á diez y seis, y llegan á pie y medio del estremo del molde, que es cuando se pasa á colocar la mazarota.

248. Esta se saca á brazo de los caballetes para ponerla sobre el piso de la fábrica, donde se le quita el huso, la trenza y los barros del modelo como se ha dicho: en seguida se escuadra uno de sus estremos y se le hace el encastramiento, cubriéndolo con ladrillos del mismo modo que el molde del cuerpo de la pieza, y por el otro se abre con una barrena medio pie mas abajo el bebedero, que es un agugero de dos pulgadas y seis líneas de diá-

metro: despues se la ladea un poco para recocerla con astillas pequeñas, y se le da el baño de ceniza que se seca con pajas de centeno.

249. Suspendida con el cabriolé por medio de dos aparejos hasta que quede vertical con la mufla, se sitúa perpendicularmente sobre el molde dejando el bebedero hácia la canal, y asegurándola por sus ganchos á los del molde de la pieza como se hizo con la culata; se toman sus juntas con barro, se les pone la capa de yeso, se tapa por fuera el bebedero con una chapa cuadrada de hierro sugeta en toda su circunferencia por una vuelta de alambre, y se cubre su boca con un lienzo y una tapadera, continuando las tongadas de tierra hasta la parte inferior del bebedero y la tobera, con lo que resulta un desnivel de medio pie, que es lo que se deja aquel mas bajo que esta para que pueda correr el metal fundido.

250. Todas las operaciones que acabamos de manifestar se hacen simultáneamente con cuantos moldes haya que poner en la fosa, en la que entran dos de cañones de á 24 y dos de á 16 para el horno de 550 quintales; pero en lo que se necesita mayor cuidado es en el recocido y colocacion de las ánimas de los morteros cónicos.

251. Despues de concluidas como digimos en el número anterior, se levantan á mano de sus caballetes: se pone la mola sobre un poco de tierra movida, y para que quede vertical se las sostiene por debajo del estremo del cilindro con un suplemento de madera ó ladrillos cubierto de estopa, á fin de que no se descomponga la superficie del ánima: en esta disposicion se saca el huso y la trenza, se pone en su hueco un poco de fuego de carbon, y en el estremo

ménor se le ajusta perfectamente un tapon cónico de barro barnizado con el fino, cuya base mayor esté hácia la menor del ánima, dejándole una pulgada mas profundo, y se continúa rellenando este hueco con varias fregadas, hasta que quede de nivel. Por la base mayor se mete poco á poco arcilla bien cribada y seca, que se comprime con un cilindro de madera para llenar el hueco que ha dejado la trenza y el huso, tapándola con un plato de barro unido con un poco de yeso.

252. Se pone aora el ánima vertical sentada sobre su mola, y con barro y medios ladrillos tangentes á la circunferencia del encastramiento se levanta la hornilla circular, que tiene de alto medio pie mas que toda el ánima, y cuatro puertas de seis pulgadas en cuadro en el arranque de la pared, la que se cubre con cuatro tochos de hierro y ladrillos comunes, dejando cinco respiraderos de dos pulgadas cuadradas para alimentar el fuego. Este al principio es de carbon, que se va aumentando progresivamente por espacio de dos horas hasta que esté el ánima bien acalorada: luego se hace uso de astillas menudas para que se penetre mas, y por último se carga hasta que la llama salga con bastante fuerza por los respiraderos. A las siete horas poco mas ó ménos aparece muy blanca, y como es señal de que está próxima á vitrificarse, se pasa inmediatamente á cerrar todas las aberturas con ladrillos y barro dejándola por espacio de unas catorce horas, en que se desace la hornilla; y si el ánima saca alguna fractura ó grieta, se recompone con el mismo barro dándole aun caliente el baño de ceniza que se acaba de secar con pajá, se la sienta por su mola en su respectivo canaston de bronce, llenándole ántes de

tierra bien seca y apisonada, sobre la que se pone una capa de yeso de poco espesor; y se halla en disposicion de cubrirla el molde recocido en la fosa como el de los cañones y obuses.

253. Los morteros cónicos tienen su mazarota á continuacion de la culata, y quedan situados en la fosa boca abajo. Para que su ánima no se destruya con la caida del metal, ademas del bebedero de la mazarota se les pone otro por su boca, compuesto de dos ó tres tubos de barro con su correspondiente herrage de seis pulgadas de diámetro y dos de hueco, que se construyen del mismo modo que los de los granos de cobre. Situados en la fosa verticalmente se unen al molde del mortero por medio de un recodo curvo que va á parar entre las dos fajas, y tambien tienen en el otro estremo el mismo agugero que las mazarotas de los cañones; de suerte que entrando el metal por este, cae por todo el tubo y se introduce en el mortero sin peligro de destruir su ânima: solo los cónicos de á siete no necesitan de este bebedero, porque la esperiencia ha dado á conocer que en nada padecen aunque beban por arriba. La union de sus partes, y las demas maniobras de la fosa son en un todo iguales á las que hemos descrito.

254. Luego que se ha terraplenado, se fabrica la canal sobre la última tongada en direcion de la tobera y por entre cada dos moldes, que es de ladrillos comunes revocados con barro de seis á siete pulgadas de ancho con nueve á diez de alto, teniendo varias compuertas de hierro cuyo uso se verá despues. Concluida se llena de fuego de carbon, y se pasa á quitar la tapadera del cono del brocal por medio de un gancho, volviendo á cubrir la boca de

la mazarota con un lienzo y su respectiva tapadera. Al cabo de doce horas por medio de una vela sugeta á un alambre se reconoce si los moldes en su fondo tienen algo de tierra ó ceniza, que se saca con la mayor facilidad valiéndose de un asta de madera, á cuyo estremo se afirma con cáñamo un poco de barro al que se pegan todos los cuerpos sueltos que se hallan en el fondo. Acerca de la descricion de un molde de estos morteros, véase lo que digimos al fin del §. 192.

255. Al horno se le da fuego con algunas horas de anticipacion, cerrando sus puertas y echando por el tragante seis ú ocho rajas de pino de tres á cuatro pies de largo y dos ó tres pulgadas de cuadratura, bien secas para que ardan con buena llama y nada resinosas para que no produzcan mucho humo, dándoles fuego con un haz de paja de centeno. Al principio no debe cargarse de leña, á fin de que el horno no sufra el tránsito repentino á un fuerte grado de calor, que perjudicaria su duracion; sino que sucesivamente se van echando las rajas que despiden bastante humo por los respiraderos, hasta que acalorándose el horno se empieza á descubrir una llama rogiza que progresivamente se va aclarando: en este caso para manejar con igualdad el fuego, cuando se ve que baja la llama de los respiraderos se echan una ó dos rajas, continuando lo mismo hasta vaciar el metal de la caldera. En el horno de 550 quintales á las siete horas suele estar todo en baño, y tres ó cuatro despues en punto de hacer la fundicion, consumiendo por un término medio noventa y seis quintales de leña.

256. Nos parece que cuando el metal principie á ponerse albo, convendria aumentar el fuego cuan-

to fuese posible sin grave perjuicio del horno, para que se funda cuanto ántes; pues de lo contrario lo egecutará por capas superficiales, que hallándose progresivamente en contacto con la corriente del aire se iran oxidando en parte, especialmente el estaño segun los principios que hemos establecido en el número 1.°: y esto se ve palpablemente en las escorias que sobrenadan en la caldera muy cargadas de potea de dicho metal. Por esta misma causa no deben abrirse las puertas del horno sino lo muy preciso para revolver el baño con unos palos de catorce ó diez y seis pies de largo llamados berlingas, á fin de que no se enfrie y uniformar mas la liga del cobre con el estaño: y esta es la razon de que en el dia solo se berlinga por primera vez luego que está muy fluido, y aun se hace con el doble obgeto de facilitar que todas las escorias suban á la superficie, para poderlas sacar con el rasador unidas á los ladrillos que se hayan desprendido.

257. Cuando el baño se ve muy acalorado, sumamente líquido y de un color blanquecino muy brillante, es señal de hallarse en su debido estado para hacer la fundicion; pues si se tarda habrá mas pérdida de estaño en las nuevas escorias que de continuo se van formando. La práctica da á conocer el tiempo que se emplea en aprontar todos los útiles necesarios, bañar con cenizas y calentar los que han de tocar el metal, barrer, limpiar, y soplar la canal con un fuelle despues de separado el fuego que debe ser pocos momentos ántes de abrir la tobera: y últimamente reconocer el fundidor los moldes con la vela, berlingar y escoriar el baño por segunda vez para asegurarse de su verdadero punto.

258. En este estado se abre la tobera con una

especie de ariete llamado *botador* que se compone de una barra de hierro de tres pulgadas de grueso terminada en una curva, en la que empieza á disminuir el grueso hasta quedar de 14 líneas; su largo debe ser tal, que aplicado el estremo curvo, ó su cabeza al tapon de la tobera, sobresalga el otro estremo tres pies de la fosa: por esta parte se ensambla en un cilindro de madera de cinco pies de largo y de un grueso proporcionado, al que se afirma con tres fajas ó aros de hierro. Esta barra se sitúa orizontalmente en direcion del tapon de la tobera, suspendiéndola por medio de dos argollas separadas por la parte inferior con un atravesaño de hierro para que no se unan, y ligadas por la superior al último eslabon de una cadena, que va á fijarse en una bigueta asegurada en las dos bigas que sostienen al cabriolé. Para que las oscilaciones del botador se hagan en un plano vertical, se divide la cadena en dos brazos á la mitad de su largo, y cada uno va á enlazarse en la bigueta en puntos equidistantes que dividan por medio la tobera. Por esta esplicacion se verá que la parte curva de esta barra debe estar construida de modo, que puesto el fundidor en el otro estremo, y haciéndola oscilar, introduzca con su golpe el tapon de la tobera en el horno, y pueda salir el metal.

259. Al principio se tienen cerradas todas las compuertas hasta que se llena la canal, en cuyo caso se desquician con unas mordazas las dos primeras correspondientes á los dos primeros moldes de derecha é izquierda, y se levantan con unos ganchos: corre el metal á los bebederos que se tienen á medio cerrar con tapones de figura de pera y mangos curvos llamados *detenedores*, porque impiden que el metal

caiga todo de una vez y descomponga la culata; mas cuàndo esta se ha llenado se quitan del todo, y luego que lo están los moldes se abre solo la tercera compuerta para que beba el tercero, pasando despues el cuarto. Por si sobra metal, se tiene de prevencion una pala y una hazada para abrir un hoyo superficial en las tierras de la fosa donde se deposita. Los morteros cónicos de á 12 y 14 beben primero por abajo, y cuando el metal ha cubierto el ánima como unas cuatro pulgadas se abre el bebedero de arriba ó de la mazarota para que por entrambos se llenen mas pronto.

260. La razon de esperar á que lo esté la canal se funda tambien en la mayor facilidad que tiene el estaño para oxidarse, como se ve en las escorias que nadan en ella, las que no provienen de la caldera; pues teniendo su tobera en la parte inferior, no es posible salgan como mas ligeras hasta que la superficie del baño bage á su mismo nivel: y como los bebederos se hallan rasantes al piso de la canal, por el mismo principio se evitan caigan escorias en los moldes. La práctica de que primero sean dos los que beban, depende de que el baño sale al principio por la tobera con mas velocidad por el que gravita sobre él.

261. Despues de estar llenos todos los moldes se vuelven á poner las compuertas de la canal, que dividen el metal en trozos para su mas fácil manejo, se saca con el rasador el tapon de la tobera, y se tapa esta, los respiraderos, y las uniones de las puertas con barro, y aun si se cerrasen las ventosas no padeceria tanto el horno, por que tardaria mas tiempo en enfriarse; pero en el método actual á los tres ó cuatro dias ya se puede entrar en él para

limpiarle, y sacar el metal que haya quedado en su fondo, llamado de *solerías*.

262. Tambien se pone inmediatamente fuego de carbon sobre los moldes para que manteniéndose fluído el metal que está en la superficie, pueda ir bajando á proporcion que enfriándose y consolidándose el que ocupa el interior de los moldes se reduce á menor volúmen. Con motivo de remover la superficie del metal para acomodar una cruceta de bronce, que se ponia para cortar con mas facilidad la mazarota, se descubrió en Barcelona que este movimiento tenia la considerable ventaja de que el metal bajaba uniformemente por todas partes, y no solamente por el centro como sucedia ántes de esta práctica, dejando en la superficie la figura de un cono inverso; y al mismo tiempo se notó que no habia las venas tan grandes de estaño que ántes se observaban, porque parece que este metal no hallándose nunca mezclado perfectamente con el cobre, y manteniéndose fluído con corto grado de fuego, era el que unicamente bajaba á ocupar los huecos que producia la reducion del cobre al consolidarse. Lo cierto es que la esperiencia ha dado á conocer que el estaño se reune en mayor cantidad hácia el parage de las piezas que tarda mas en consolidarse: de suerte que en la fundicion en sólido se encuentra en las ánimas bajo la forma de unas machas blanquecinas, que se llaman de estaño y son de metal blanco; siendo asi que en la fundicion en hueco se hallan dichas manchas en el espesor de sus paredes.

263. Despues de haberse enfriado en parte el metal, se sacan las tierras que están entre los moldes, y asegurados estos por una braga fuerte se elevan con el cabriolé hasta ponerlos sobre el pavimen-

to de la fundicion; y seguidamente se empiezan á quitar los herrages y barros de los moldes, usando de tajaderas y mazos para los que están unidos y trabados con el metal: con cuya operacion quedará la pieza preparada para cortarle la mazarota, barrenarla y tornearla.

264. Para fundir las gualderas de los morteros cónicos, es necesario recocer sus moldes del modo siguiente: despues de concluidos se saca con cinceles todo el yeso por la abertura de su base, y abriéndole dos agugeros en sus costados para que corra el aire, se llena por tres veces de carbon encendido todo el espacio que ocupaba el modelo. Luego que se ha enfriado se tapan los agugeros con tapas de barro, se da el baño de ceniza, se cubre con su plato de barro que se afirma con bandas á los aros por medio de alambre, se lleva á la fosa, y colocando los bebederos y respiraderos se construye por último la canal. Estas fundiciones se hacen en los hornos chicos, aprovechando los bronces cuya liga no se conoce.

265. En los moldes de los granos de cobre, despues de haber estraido el huso, se escuadran sus cabezas, se da el baño de ceniza, y con astillas menudas se recuecen varios á un tiempo poniéndolos verticales descansando sobre unas barras de hierro, que atraviesan la hornilla circular que se hace provisionalmente, y tapando despues la base menor de cada uno con un plato de barro bien afirmado con alambre á los ganchos de las bandas. Para su fundicion se echa mano del mejor cobre negro, que en el dia ha manifestado la esperiencia ser el de Lima por tener ménos merma en su afino, y se hace este en un horno llevándolo á un punto superior que para

la artillería, de donde se estrae en rosetas: luego se le da un mayor grado de afino en la copela, y se saca con cucharas de hierro dadas del baño de cenizas para llenar por su base mayor los moldes, que se colocan en cajones rellenos de tierra apisonada. Volvamos á las piezas.

266. La máquina de barrenar que sirve para abrirlas el ánima y tornearlas dejándolas en sus justas dimensiones, puede ser de sangre ó de agua: esta es mas sencilla, pues solo tiene una rueda vertical firme en el árbol orizontal; pero aquella que inventó Máritz, representada en las láminas 14 y 15, se compone del árbol vertical M de donde salen las cuatro palancas H, que tienen en sus estremos los balancines *g* para poner las caballerías: en dicho árbol está fija la rueda dentada Y que engrana en la linterna T firme en el árbol orizontal Q, cuyos espigones descansan en los cabezales P, y tiene uno de ellos la grapa *mn* donde encajan las oregillas de la muletilla de la pieza, la que está apoyada por su collete en la luneta del chapeton de bronce: 14 es la caña de la barrena que se comprime hácia el cañon por medio de la barra dentada A del cric, y que descansando sobre la mesa orizontal de barrenar L, se la obliga á caminar en direcion del ege de la pieza por entre los dos juegos de paletinas 13 conteniéndola por encima con las 15. Finalmente por todo el banco R, que es la mesa de tornear, puede correr la plancha de cobre 4, y en toda la longitud de esta por medio de la manivela 6 el estuche 5 de donde sale el navagero, que armado de una cuchilla por la parte que mira á la pieza es empujado por la rosca 7. Para la mejor inteligencia de esta máquina se describirán en un apéndice algunas piezas sueltas de ella.

267. En esta máquina se pueden cortar las mazarotas; pero para no ocuparla en una operacion que no exige delicadeza, se usa de otra de la misma especie, aunque mas pequeña y sin la mesa de barrenar. Al efecto se acomoda en el estremo de la mazarota una pieza de bronce llamada *cruceta*, que tiene cuatro pies derechos en sus cuatro puntas para sugetarla con cuñas y un agugero en medio donde entra el espigon firme en un fuerte cabezal: suspendida la pieza orizontalmente por este y las oregillas de la muletilla que encajan en la grapa de la cabeza del árbol de la máquina, queda como en un torno para dar revoluciones al rededor de su ege miéntras que se la corta la mazarota con una cuchilla puesta sobre una mesa como la de tornear.

268. Despues se pasan las piezas al taller de la barrena, donde está la máquina de centrar compuesta de dos correderas paralelas fijas en el pavimento y en un mismo plano orizontal, sobre las que descansan dos caballetes que pueden aproximarse y separarse cuanto sea necesario: cada uno de estos tiene en su parte superior un cilindro de hierro movible al rededor de su ege, cuyos estremos terminan por un lado en rosca para que pueda avanzar, y por el otro en un encage donde se acomoda la cabeza del taladro: dichos caballetes con sus cilindros deben corresponderse de tal modo que las direciones de los dos taladros se hallen en una misma línea orizontal, y ademas se ponen entre ellos dos cabezales promediados de suerte que descansando la pieza sobre sus lunetas, quede tambien su ege en la misma línea. Cuando se abra la lámina correspondiente se dará la descricion completa de esta máquina.

269. Para hallar en los cortes de la mazarota y muletilla los puntos estremos de este ege, se pone una tabla vertical de lados paralelos descansando sobre las correderas; y como estas se hallan en un mismo plano orizontal, el lado opuesto de la tabla marcará en la superficie del plano de dichos cortes una línea orizontal. Hecho esto se hace volver la pieza sobre sus lunetas hasta que dichas dos líneas queden verticales, se egecuta la misma operacion para tirar las orizontales, y repetida otras dos veces dará un cuadrado en la superficie del corte de la mazarota, y otro en la del estremo de la muletilla, cuyos centros en la comun secion de sus diagonales determinarán el ege de la pieza que debe corresponder á las dos puntas de los taladros: estos dan sus revoluciones con una rueda de cuatro maniguetas, y se comprimen por medio de las roscas de los cilindros, que avanzan hácia la pieza haciéndolas girar sobre sus hembras: los agugeros que abren son de una pulgada de diámetro y una y media de profundidad; pero se debe tener el mayor cuidado de que el *trepante* y *redoblon* no se inclinen mas á una parte que á otra, lo que se conoce por los círculos que se describen haciendo centro en los de los cuadrados.

270. Como la máquina de centrar se halla al lado de la de barrenar, se pasa á esta fácilmente la pieza con el cabriolé sencillo que está encima de entrambas, acomodándola de modo que el espigon del árbol orizontal entre en el agugero de la muletilla, engranando sus oregillas en la grapa para obligarla á girar sobre su ege, y sosteniéndola por medio del espigon A (lámina 16.) sugeto en la mesa, cuya parte cilíndrica entra en el otro agugero. En esta disposicion queda

la pieza suspendida como en un torno, miéntras se hace en todo su frente con la cuchilla B un rebajo circular, que se llama el *collete*, para que descansando por él en la luneta del chapeton, dé sobre ella la pieza sus revoluciones, dejando libre la boca para que entren las barrenas.

271. Puesta la máquina en movimiento gira la pieza al rededor de su ege, y el *trepante* C profundiza el agugero que se hizo en la de centrar como unas tres pulgadas, al que sigue la cuchilla D llamada *de abrir entradas*, que penetra solamente dos. La primera barrena E,F vista de costado y por la parte superior llega hasta el fondo del ánima, luego se ensancha con la segunda G,H vista en la lámina del mismo modo, á estas sigue la barrena R,S con su cuchilla *tnx*, llamada de guia por el boton *v* que entra ajustado en el calibre abierto por la segunda, despues se usa la P, Q que tiene el suplemento *cs* compuesto de un medio cilindro de madera muy dura, y sirve para que el filo quede á la altura del diámetro orizontal del ánima: finalmente N,O es la penúltima, y la última es idéntica con el aumento preciso para dejar el ánima en sus justas dimensiones. Las barrenas J,K y L,M se han suplido ventajosamente con la R,S, por tener esta el boton movible que se quita cuando se nota haberse disminuido con el rozamiento; la X,Z solo sirve para acabar y perfeccionar las ánimas en los morteros cilíndricos, y la T,V es la que se usa para abrir los fondos de los obuses y morterete de probar pólvora. Todas ellas deben ser de hierro de la mejor calidad, y tener sus cortes acerados con un temple mas ó ménos fuerte segun la dureza de los bronces.

272. Barrenada que sea la pieza se pasa á tor-

nearla en la misma posicion, para que resulte bien centrada su ánima: esto es, con igual espesor de metal en todas sus diferentes partes. Se tienen plantillas de plancha de cobre clavadas á una tabla que representan el perfil por su ege, y con reglas y compases curvos se las deja en sus justas dimensiones.

273. Como la mesa de barrenar se puede apartar del árbol orizontal de la máquina desde la longitud de la pieza mas corta hasta la mas larga, se arregla cada vez que se muda de calibre, y se escoge el correspondiente chapeton de bronce, acomodándole la luneta de modo que el centro de su semicírculo igual al del collete de la pieza quede en direcion del ege del árbol.

274. Los morteros cónicos se sitúan en esta máquina por medio de la cruceta que se pone á sus mazarotas, la que tiene un agugero en medio para que entre el espigon de dicho árbol, y unas oregillas que se acomodan en la grapa de este. Al principio de sus ánimas se sugeta con cuñas una cruceta de bronce, y metiendo el espigon de la lámina 16 en su centro quedan en disposicion de abrirles el collete, para tornearlos y cortarles por último sus mazarotas.

Tabla del tiempo y caballerías que se emplean en las operaciones siguientes.

Cañones.	*Horas de corte de mazarotas.*	*Horas de barreno.*	*Horas de torno.*	*Caballerías.*
24	6	60	65	4
16	6	50	45	4
12 largos.	5	50	45	4
12 cortos.	4	40	40	3
8 largos.	4	40	43	3
8 cortos.	3	30	30	3
4 largos.	3	30	35	3
4 cortos.	2	20	23	2
Morteros cónicos.				
14	0	0	50	4
12	0	0	40	4
7	0	0	25	2
Obuses.				
9	7	50	30	4
7	4	27	22	3
Morterete de probar pólvora.	3	40	10	3

275. Adviértase que á los morteros cónicos, por fundirse con las exactas dimensiones de sus ánimas, en nada las toca la barrena, y que el corte de sus mazarotas pertenece al torno cuando se arreglan

sus culatas. Igualmente el número de caballerías que espresa la tabla es el preciso para mover la máquina; mas como se mudan de dos en dos horas, se hace necesario contar con un número doble.

276. Como en el segundo cuerpo de las piezas no se pueden tornear los muñones, asas ni la zona en que están; y lo mismo suceda en los morteretes de probar pólvora, en los que no se puede apénas tornear mas que el collete, por impedir la plancha se aproxime la mesa de tornear mas abajo, se transportan todas las piezas despues de torneadas en cuanto se puede al taller de grabadores, en donde situadas sobre bancos mozos se pule y arregla por medio de pulicanes, tajaderas y mazos lo que no ha perfecionado el torno: y finalmente el limador con cinceles, limas y rascadores las deja tersas é iguales por todas partes y en disposicion de abrirlas el fogon.

277. Para esto se tienen preparados los granos de cobre, que se baten cuando empiezan á tomar en la fragua el color rojo, hasta dejarlos de tres pulgadas y dos líneas de diámetro, dándoles por un estremo la figura de un dado. Luego se les abre el fogon en su ege por medio de un taladro, que se mueve por un arco de ballesta y se comprime con un cric; despues se les tornea la parte cilíndrica, hasta que queden de un diámetro de una pulgada y nueve líneas, y por el estremo opuesto al lado se le deja una pulgada de figura cónica. La rosca se abre solo en el cilindro por medio de la terraja de acero llamada de *abrir roscas*, firme en un potro de madera aplicada la fuerza de dos hombres al *volvedor*, que es una palanca de hierro con un agugero cuadrangular en su mitad para que entre el dado.

278. Las hembras correspondientes á estos granos se abren en las piezas por medio de la máquina fija de roscar (lámina 16 C, sesta adicional). Para ello situadas las piezas sobre los durmientes con las asas hácia arriba y de nivel la línea superior de los muñones, se coloca en el espesor de metales de la boca de su ánima una cruceta, en la que están marcadas dos líneas que se cruzan en ángulos rectos de las cuales puesta una vertical por medio de la plomada, queda la otra orizontal, y en disposicion de que puedan señalarse. En la superficie de la pieza inmediato á las molduras del principio del primer cuerpo y sin variarla de posicion 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 el centro de dicha plomada, y de un modo semejante otro cuatro pulgadas distante de aquel hácia la boca, y tirando por ellos una recta que prolongada debe pasar por la vertical del frente de la pieza, se tendrá la línea en que ha de estar el centro del fogon.

279. Este se señala por medio de una regla que tiene marcada exactamente la longitud del ánima y recámara, y colocada orizontalmente sobre la línea arriba dicha de modo que uno de sus puntos se halle rasante al plano de la boca, señalará el otro el fondo de la recámara, y de consiguiente tomando desde él una distancia igual al radio del fogon se tendrá su centro.

280. En seguida se hace girar la pieza X sobre su ege de modo que la orizontal tirada en el plano

de su boca, quede vertical: en esta situacion se señala en la parte superior un segundo punto del mismo modo que se marcó el centro del fogon, y á igual distancia de la boca. Hecho esto se lleva la pieza al pavimento JJ'J''J''' que consta de canales P y bragas Q de hierro á semejanza de las mesas de barrenar, se acerca la pieza sobre sus durmientes hasta que se halle á distancia suficiente de la máquina para que la rueda A (fig. 1.ª y 2.ª) con su árbol pueda caminar hácia ella por lo ménos tanto como debe profundizar el taladro, para lo cual está abierto en el terreno el espacio BB'B''B''' guarnecido de gruesos marcos de madera CC'C'' C'''C''''. Se observan para su colocacion las atenciones siguientes: 1.ª que su ánima quede orizontal; 2.ª que colocando el puntero (figura 4.ª) por su espiga *a* en la caja I y arrimándole á la pieza, se introduzca en el centro del fogon; 3.ª que los dos puntos marcados en ella queden en el mismo plano vertical que los dos árboles de la máquina y la roscaguia E. En esta disposicion se afirma la pieza con los tornillos fijos L, y los movibles M que oprimiendo con la platina O la pieza y cuñones de madera N, la mantienen en una posicion fija.

281. Del mismo modo se colocan en la máquina las piezas cuyos fogones son oblicuos, cuidando de que la prolongacion del ege de los dos árboles forme con el de la respectiva pieza un ángulo igual al de su inclinacion.

282. Se principia la operacion introduciendo el trepante (figura 5.ª) en la caja I por su espiga *b* de modo que la punta de su corte toque al centro del fogon: un peon le aprieta dando vueltas á la cruceta F del árbol de la guia que hace andar

el cabezal D' por las canales G que atraviesan todo el espesor del marco forradas de planchas de hierro para su mas justa direcion; y para seguir por dichas canales con la precisa holgura tiene los pernos *b* oprimidos con cuñas *e* en la parte superior y asegurados con tuercas *f* en el estremo inferior: el cabezal de bronce D fijo por el perno *a* contiene la tuerca de la guia, y por consiguiente empuja el árbol H. Otros dos peones hacen girar la rueda A sobre sus cabezales BB'', obrando de acuerdo con el de la cruceta; y resulta que participando el trepante de dos movimientos uno de avance y otro circular, penetra en el espesor de metales hasta que lo taladra enteramente, en cuyo caso haciendo retirar el árbol se saca dicho trepante, y el obrero coloca en su lugar el redoblon 1.° (fig. 6.ª) que introduce como unas dos pulgadas repitiendo la maniobra anterior: siguen á este el redoblon chico (fig. 7.ª) y la media caña chica (fig. 8.ª) que llegan hasta el ánima; la media caña grande (fig. 9.ª) que para ántes de llegar á ella en la parte donde debe principiar el cono; la media caña (fig. 10.) para formar este; el mandril (fig. 11.) que perfeciona todo el taladro; y últimamente el redoblon grande (fig. 12.) que solo profundiza cuatro líneas, para formar el rebajo en que se ajusta la cabeza ó corona del grano.

283. Finalizado el taladro los árboles de la máquina se enlazan por medio del cuadrado (figura 3.ª) que abraza sus espigas *r* atravesándolas con dos clavijas de hierro para que ambas puedan obrar como si formasen una sola pieza: hecho esto, se introduce en la caja I la nuez con su cuchilla (fig. 13.) de modo que su espiga cuadrangular entre

bien ajustada en la mortaja de la misma figura abierta en dicha caja y se asegura por medio de un pasador. La cuchilla se ajusta en una escopleadura abierta en la nuez, y en disposicion de que al pasarla por el taladro la primera vez no haga mas que marcar la rosca.

284. En este estado dos ó tres peones aplicados á las maniguetas de la rueda A la hacen girar y los dos árboles al rededor de su ege, y como la rosca E va saliendo sucesivamente del cabezal D, resulta que tanto los dos árboles como la nuez unida á ellos participan de los dos movimientos arriba citados, por medio de los cuales marca la cuchilla dentro del taladro una espiral que es el principio de la rosca. Para continuar la maniobra se retira la nuez del taladro haciendo girar la rueda A inversamente, se eleva la cuchilla poniendo debajo de ella en el fondo de la escopleadura de la nuez una planchita de oja de lata, y volviendo á andar la rueda como al principio se hace entrar de nuevo la cuchilla en el taladro para profundizar la rosca. Se repiten estas operaciones hasta que tenga sus debidas dimensiones, y por último se introduce el repasador (figura 14) con que se concluye. Hay tambien otra máquina de roscar movible, de la que se dará la descricion cuando se abra la lámina correspondiente.

285. Sacada la pieza de la máquina se sugeta sobre el terreno y se introduce el grano con el volvedor hasta dejarle en su debido lugar: despues se iguala lo que sobresale en el ánima por medio de una barrena que entra justa hasta su fondo, y la parte superior se corta y concluye con la lima.

286. Adviértase que á los morteros cónicos se

abren los fogones en los mismos bronces, sin hacer uso de los granos de cobre; pues se ha observado que siendo la liga de mas tenacidad por la menor cantidad de estaño, no se ensanchan tan pronto como en las demas piezas.

287. Concluida la operacion que se acaba de esplicar, se vuelven á situar las piezas sobre bancos-mozos, y el grabador abre en ellas en su parte superior mas arriba del fogon la cifra del nombre del Rey con algunos adornos: el dia, mes y año de la fundicion de la pieza y su número los graba sobre la faja alta de la culata; el nombre con que se la quiere distinguir en una faja volante próxima al collarin; en el muñon derecho cincela su peso en quintales y libras, y en el izquierdo la especie de metales de que está compuesta. Cuando en una fundicion hay varias piezas de un mismo calibre concluidas, se pasa á reconocerlas y probarlas de lo que tratará el número siguiente.

Número IV.

Del reconocimiento y pruebas de las piezas de artillería.

288. En las reales ordenanzas de 1728 libro 4.° título 8.° se espresaba el método con que S. M. mandaba se reconociesen ó probasen las piezas de artillería. Posteriormente se espidieron otras ordenanzas para el mismo efecto; pero en el dia rige la *instrucion* inserta en el reglamento 8.° de la ordenanza del cuerpo de 1802, que comprende 33 artículos desde el 184 hasta el 216 ambos inclusive, que no copiamos por estar á la mano de todos; pe-

ro debemos advertir que por real órden de 28 de abril de 1809 ya no se dejan las piezas diminutas de calibre para sufrir las pruebas de resistencia, como se dispone en el artículo 189 de dicho reglamento; por lo que tanto este como los que tienen relacion con él deben considerarse como anulados; y respecto á que en mas de 7000 piezas no se ha reprobado ninguna solo se hace dicha prueba con una de cada fundicion.

289. En la citada ordenanza de 1728 se prescribia la prueba llamada de *fosa*, por empotrarse las piezas en el terreno; de modo que no siendo posible su retroceso, esperimentaban un esfuerzo muy violento. Véanse aquí algunos de sus artículos.

XVII.

290. „Para las de 24, 18, 16 y 12 se pondrá „la pieza en tierra, apoyada su culata á un paredon „ó parte firme, que no ceda al reculo, y por la me„dianía reposará sobre un madero entallado, de suer„te que quede firme, y á elevacion de dos ó tres „grados, apuntada al espaldon que queda dicho.

XVIII.

291. „Se cargará y tirará tres veces; la primera, con dos tercios de pólvora del peso de su bala, „bien atacada, y con una bala de su calibre corres„pondiente; la segunda, con tres cuartos de pólvo„ra del peso de su bala y con una bala de su cali„bre; la tercera, con todo el peso de pólvora de su „bala y con una bala de su calibre.

XIX.

292. "Para la de 8, 6 y 4 se cargarán los tres "tiros igualmente, cada uno con todo el peso de "pólvora de su bala y con una bala de su calibre.

XX.

293. "Atacaránse las piezas á toda satisfacion "del oficial, quien se servirá de la mejor y mas re- "ciente pólvora de guerra que se halláre en los al- "macenes reales, sin emplear por ningun caso la que "estuviere húmeda, ó dañada de otro acidente.

XXI.

294. "A cada tiro se tendrán dos artilleros pre- "venidos para que inmediatamente despues de él "acuda uno á tapar el fogon de la pieza, y otro su "boca con un taco bien ajustado; y estando en esta "disposicion, se observará atentamente si sale ó tras- "pira el humo por alguna parte de la pieza, ántes "de volver á cargarla.

XXVIII.

295. "Para los morteros y pedreros se elegirá "un terreno duro y firme, que no ceda á la violen- "cia del tiro, ó se formará una plataforma muy só- "lida de tablones ó maderos de cinco ó seis pulga- "das de grueso, se montará el mortero sobre un "afuste de hierro colado; y donde no le hubiere, ni "conveniencia de tablones para la plataforma, bas-

»tará hacer un hoyo en terreno duro, para enterrar »en él el mortero hasta la cazoleta del fogon; y »para mayor resistencia se pondrán debajo de los »muñones dos maderos entallados en forma de »pinas.

XXXI.

296. »Todo género de morteros y pedreros se »cargará con la cantidad de pólvora que pudiere »entrar en su cámara, con un tepe ó terron encima, »bien atacado y batido: sobre él se pondrá la bom»ba correspondiente al calibre de cada mortero, ajus»tándola de modo que quede bien derecha, é igual»mente distante por todas partes del alma del mor»tero, para poder llenar todos los huecos con tierra »cernida y calzada entre el mortero y la bomba, con »un cuchillo de palo, hasta llegar á las asas de la »bomba, la cual estará tambien por adentro llena »de tierra en lugar de pólvora.

XXX.

297. »Se apuntará el mortero á 45 grados de »elevacion poco mas ó ménos, porque esto no im»porta para la prueba; pero si el que la bomba cai»ga en parte donde no haga daño alguno. Se dispa»rarán tres tiros con cada mortero, cargados en esta »forma, sin aumentar ni disminuir la cantidad de la »pólvora.

XXXI.

298. »El pedrero en lugar de bomba, se carga»rá con un esporton, ó ceston lleno de piedras, á »satisfacion del oficial.

299. Los anteriores artículos se observaron ri-gorosamente hasta el año de 1778 en que S. M.

mandó: que en lugar de la prueba de fosa prescrita en ellos, se esperimentasen los cañones montados sobre sus respectivas cureñas y apuntados por la orizontal con cinco disparos, de los cuales en los dos primeros se use de cargas de pólvora del peso de dos tercios de la bala, y en los tres restantes de la mitad de peso de dicha bala: así, un cañon de á 24 se cargará en los dos primeros disparos con 16 libras de pólvora, y en los tres siguientes con solas 12 libras, y á proporcion los de los demas calibres; y en cuanto á los morteros y pedreros se prevenia lo siguiente en dicha real instrucion.

XI.

300. »La prueba de los morteros y pedreros se »practicará con sus correspondientes afustes, para »los morteros de á 12, de bronce, cuando existan; y »cuando no de madera, con todos los demas de me»nores medidas: con la esplanada que previene di»cha ordenanza del año de 1728.

XII.

301. »Se egecutará la prueba con tres tiros, lle»na la recámara de pólvora, á 45 grados de ele»vacion, con bombas de satisfacion correspondientes »á sus calibres.

302. El reconocimiento y pruebas de las piezas se dirigen á dos obgetos diferentes: por el primero se va á examinar si tienen las dimensiones que se exigen, y si están exentas de defectos superficiales y esteriores: y por las pruebas se procura averiguar si los metales tienen la consistencia y demas propiedades que se requieren; no sea que por fraude de los operarios no estén aligados en la proporcion

que deben; ó que por algun descuido ó acidente la fundicion sea de mala calidad: lo que puede depender de haber sufrido los metales mas ó ménos fuego, del mal estado del horno, de no ser oportuna la calidad de la leña, de la humedad de los moldes, y otras circunstancias. Asi es preciso tratar de estos dos asuntos con separacion.

303. Por lo perteneciente al reconocimiento de las piezas apénas sería necesario tratar de él, si se atendiese al estado actual de nuestras fundiciones: por una parte estas corren por cuenta del Rey, y están dirigidas por oficiales espertos y de conocida integridad, que no pueden tener el menor interes en solapar y encubrir los defectos de las piezas, ni en usar de economías vituperables, por ser contrarias á la buena calidad de ellas, como se podria temer de la mayor parte de los asentistas siempre ocupados de su interes particular. Por otra parte, la máquina con que se barrenan y tornean las piezas egecuta estas operaciones con tal exactitud y delicadeza, que en el exámen de sus dimensiones mas bien se viene á hallar el defecto del instrumento que para ello se usa, qué los de la pieza. Mas como puede variarse el establecimiento presente de las fundiciones, y ademas tengamos que reconocer piezas usadas y maltratadas, no podemos dejar de tratar del reconocimiento de la artillería con alguna proligidad.

304. En toda pieza se debe primeramente examinar si todas sus dimensiones esteriores están conformes al modelo, plantilla, ó plano al natural: lo que es muy fácil egecutar por medio de reglas, y compases rectos y curvos: nos persuadimos de que todo el que tiene uso de estos instrumentos, y princi-

pios de la geometría, no necesita de ninguna esplicacion para este exámen.

305. Síguese ver si el ánima de la pieza tiene la longitud y calibre que debe: para lo primero basta una regla; y para lo segundo es necesario valerse de dos estrellas ó crucetas de hierro C, lám. 22. fig. 4 guarnecidas de un círculo de acero, cuyos diámetros sean en el uno tres puntos menor, y en el otro igual al calibre de la pieza que se reconoce, atornilladas en D: si la primera entra libremente hasta el fondo de la recámara y la segunda no pasa de la boca, la pieza estará bien calibrada. En los morteros y obuses es necesario valerse de cilindros para reconocer la longitud de las partes cilíndricas de sus ánimas y recámaras; y de semiesferas para reconocer los fondos de estas partes: tambien pueden usarse plantillas á este fin. En los morteros recamarados es aun mas dificil este exámen: para egecutarle con delicadeza seria preciso usar de un plano que pudiese girar sobre un ege, y que representase en su superficie esterior una esfera, elipse, ú otra figura de la recámara que se quisiese reconocer.

306. Como puede suceder que en una pieza se hallen exactas sus dimensiones esteriores y las de su ánima, y que no obstante esté situada de traves, por no concurrir y coincidir sus eges (defecto que ocasiona los dos grandes inconvenientes de que los tiros sean aviesos, y que la resistencia de los metales sea desigual al rededor del ánima por serlo sus espesores) es necesario examinar con la mayor delicadeza si el ánima está bien centrada; esto es, si su ege coincide con el de la pieza; pero este exámen es muy dificil en los cañones, y hasta aora no

se ha inventado ningun instrumento por el que se pueda hacer con exactitud. Asi en las piezas actuales (de las que no se puede dudar que está el ánima bien centrada, por tornearse y barrenarse sobre un mismo ege) lo que se observa al reconocerlas es, como dejamos dicho, el defecto de los instrumentos.

307. El usado á este fin se llama *paralelismo*: se reduce á dos reglones largos y muy rectos, enlazados por sus cabezas en una telera con la que forman escuadra: el uno suele ser cilíndrico y de poco menor diámetro que el cañon, y se introduce en su ánima quedando el otro encima: de modo que el plano en que estén sea vertical. En esta disposicion se toman por medio de muchas plomadas los espesores de metales, y haciendo volver el cañon se observa si son iguales todo al rededor; pero el cimbreo de la regla esterior y la elasticidad de las cuerdas de las plomadas manifiestan desde luego la poca exactitud de este instrumento.

308. Pensamos seria tambien oportuno para hacer este reconocimiento montar el cañon en campo raso sobre dos caballetes de modo que su ánima quedase de nivel: introducir por ella un cilindro de casi igual diámetro y del mismo largo, terminado por su parte esterior en una plancha de dos ó tres pies de largo que se pondrá de nivel sobre esta plancha: se elevarán verticalmente dos alidadas ó pínulas en disposicion que la visual tirada por ellas esté en el mismo plano vertical que el ege del cilindro y de consiguiente que el del ánima: dirigir una visual á un obgeto distante 300 ó 400 toesas, y examinar si estraído el instrumento va á terminarse la visual tirada por el raso de metales al

mismo objeto. Repetida esta operacion tres ó mas veces haciendo volver el cañon nos parece seria una prueba mas que ayudaria á conocer si estaba bien centrada su ánima.

309. Tambien se suele hacer este exámen con otro instrumento llamado *cruceta*, que se compone de un cilindro de madera del mismo diámetro que el calibre de la pieza para que ha de servir, y cuatro pies mas largo que su ánima, y de dos reglas paralelas y perpendiculares á su ege, distantes tres pies y fijas á uno de los estremos del cilindro: este se introduce en la pieza por el estremo opuesto y por los estremos de las reglas se hacen pasar dos sedas paralelas que se prolongan hasta la faja alta de la culata, y se nota si por una y otra parte están igualmente distantes los refuerzos de la pieza.

310. Se conocerá si el fogon está bien situado, introduciendo en el ánima un atacador figura 2.ª lámina 22 ó estampa hasta el fondo, y por el fogon una aguja fig. 1.ª con que se picará en el atacador, que estraido manifestará por la señal de la aguja si el fogon está rasante ó adelantado lo que debe.

311. Tambien se pesan las piezas; lo uno para saber la cantidad de metal que ha entrado en ellas y lo otro para saber si están demasiado cargadas de metal, ó por el contrario poco fortalecidas: una y otra cosa se suele reputar por defecto esencial, suponiendo que el esceso ó falta de metales sea considerable.

312. Reconocida una pieza por lo respectivo á sus dimensiones y peso, se procede á reconocer si tiene algunos defectos esteriores: estos se reducen á *vientos*, *senos*, *escarabajos* y *grietas*; ó por mejor decir, á *escarabajos* y *grietas*: aquellos son produci-

dos de la interposicion de algun cuerpo estraño ó del aire ó fluido elástico que producen la humedad de los moldes, las arcillas y demas sustancias de que se componen: asi esta especie de defectos la reputamos como independiente de la buena ó mala calidad de los metales. Pero las grietas que son una especie de aberturas largas, no parece puedan provenir sinó del mal estado de la fundicion, quedando los metales mal ligados y trabados. De lo que se infiere, que cuando en una pieza se encuentran escarabajos en la superficie esterior se deben despreciar como no sean muy profundos; pero que se debe temer mucho de la que tenga grietas ó manchas muy notables, aunque aquellas sean poco profundas.

313. Mas los escarabajos y grietas que estén en el ánima particularmente hácia la recámara inutilizan la pieza; así porque obrando alli la pólvora con toda la fuerza de que es capaz aumenta considerablemente á pocos disparos estos defectos; como porque no pudiéndose limpiar los senos que forman con escobillon ni lanada, pueden conservar fuego dentro, é inflamar la carga inmediata, singularmente si el fuego es un poco vivo. En vista de lo cual convienen todos los autores y oficiales esperimentados en que se deben reprobar las piezas en que se hallen estos defectos asi situados.

314. No obstante al presente que se funde por cuenta del Rey, no parece se debe perjudicar al real erario reprobando una pieza y condenándola á ser refundida, porque se le encuentre un escarabajo interior en la parte del ánima correspondiente al primero ó segundo cuerpo; y mas cuando se conozca ser este defecto acidental y no de fundicion,

y que el metal esta bien ligado y trabado. Hallándose en Sevilla el exc.mo señor conde de Lacy mandó: que un cañon de á 24 en el que se notó un escarabajo en el segundo cuerpo, se habilitase abriéndole con el taladro de echar granos una rosca en cuyo hueco quedase el escarabajo, y poniéndole despues un grano sólido de cobre que se igualó por dentro con una barrena: con este arbitrio quedó el cañon de tan buen servicio como cualquiera otro de su fundicion. En el dia se acaba de examinar por una brigada de oficiales un grano de bronce puesto á un cañon corto de á 8 entre sus dos muñones por la parte inferior, cuya magnitud viene á ser del calibre de la misma pieza, y ha resistido los cuatro tiros de la prueba de ordenanza, y ciento con los cartuchos ordinarios de campaña haciendo un fuego violento. El dictámen de la brigada ha sido aprobar la resistencia de semejantes granos para todos los cañones, con tal que su diámetro no esceda al de su respectivo calibre; bien que si se hallan en la parte superior de la pieza y próximos á sus muñones, quizas podrán estos encorvarse. Igual aprobacion mereció en Mallorca un muñon que se puso á rosca en otro cañon de á 8 destruido como el anterior por un balazo.

315. No hay cosa mas fácil que hallar los escarabajos y grietas esteriores: la vista y el tacto los descubren, y con alfileres y alambres delgados se mide lo que penetran; pero no sucede asi con los que hay en el ánima de los cañones, que son dificiles de hallar y mucho mas de medir. Para encontrarlos se usa de una cerilla encendida, de un espejo por el que se dirijan los rayos del sol y del

gato: y para medirlos y apreciarlos se usa de la *sonda*, de la *estampa* y del *topo*: veamos el mecanismo y uso de estos instrumentos.

316. La cerilla encendida se pega ó fija al estremo de una vara larga y se introduce poco á poco en el ánima del cañon, observando si hay alguna desigualdad en ella; pero no suelen percibirse las grietas pequeñas ni los escarabajos de poca superficie, y las manchas se suelen tomar por desigualdades: los cañones de grueso calibre se reconócen mejor valiéndose del espejo para lo que se debe procurar situar la pieza de modo que no mire al sol, sinó que esté á corta diferencia con el cascabel hácia él.

317. El gato fig. 3.ª lám. 22 es el instrumento mas adecuado para hallar estos defectos: se reduce á cuatro, seis, ó mas escarpias de hierro, unidas por sus estremos y formando un muelle que obliga á las puntas á ensancharse y formar una estrella *a* mayor que el calibre de la pieza para que ha de servir: por el estremo en que se reunen las escarpias forman un cubo para que se fige en él una asta de madera, por cuyo medio se introduce el gato en el ánima y se recorre toda ella moviéndole de arriba abajo y haciéndole dar vueltas: cuando alguna de las puntas de sus escarpias encuentra el menor seno, se introduce en él, y el gato queda inmoble: se hace una señal en el asta en la parte que toca á la boca para ver á la altura que cae el defecto, y se estrae el gato reuniendo sus escarpias con una argolla *b* fija en otra asta B.

318. Hallado un defecto y la distancia á que está de la boca por medio del gato: se introduce

la cerilla encendida para conocer si está hácia arriba ú otra parte, y se sitúa el cañon de modo que el defecto venga á caer en su parte superior para que se esculpa mejor en la estampa.

319. Esta viene á ser un cilindro de madera figura 5.ª de igual calibre que el cañon á corta diferencia, y de un pie de largo, dividido en dos partes por un corte oblicuo á su ege: la una de ellas no debe tener otro uso que el de una cuña destinada á oprimir la otra en la que se ensambla por medio de una corredera: para su manejo se fija por su cabeza á un asta suficientemente larga. La otra parte del cilindro que es propiamente la estampa, está taladrada por su largo para que pueda situarse en cualquier parte de su asta á fin que apoyado el un estremo de esta en el fondo de la recámara pueda quedar la estampa debajo del defecto. Para usar de este instrumento se pone la estampa en su asta á la altura del defecto, y se asegura con un tornillo de modo que no pueda correrse: se cubre su superficie cilíndrica de una pasta hecha de resina, cera, sebo y aceite, ó de cera y aceite solamente: se baña despues en aceite puro para que no se pegue: se introduce en la corredera opuesta á la superficie cilíndrica la punta de la cuña: y en esta disposicion se entran estampa y cuña con sus astas en el cañon, hasta que el estremo del asta de la estampa toque al fondo, y que ella esté bajo del defecto notado: entónces se oprime fuertemente la cuña con un mazo, y cuando se conoce que ha entrado enteramente se afloja (golpeando en una palomilla que tiene su asta á este efecto) y se estrae: para sacar la estampa se dan ántes con su asta tres ó cuatro

golpes violentos en la parte superior de la boca del cañon, para que despegándose la pasta quede esculpida en ella la figura del defecto notado.

320. Si la superficie del defecto es muy escabrosa y desigual ó tiene mucha profundidad, no se puede apénas conocer por la estampa mas que la magnitud de su boca: para hallar lo que se interna en los metales es necesario recurrir á la sonda ó al topo.

321. La sonda figura 6.ª es una escarpia vertical sobre su asta que se cubre de una igual pasta que la estampa, y se procura hallar con la punta el defecto: cuando se nota que se ha introducido en él, se oprime cuanto se puede, procurándola mover hácia atras y hácia delante, con cuyo arbitrio las paredes del escarabajo ó grieta apartan la pasta y se conoce en la escarpia su profundidad: este instrumento está abolido por su poca exactitud.

322. Como con el gato ni con la estampa y la sonda se puedan hallar ni la verdadera profundidad de los defectos del ánima, y ménos los que no tienen sus paredes escabrosas; sinó que se confunden con las del ánima, como sucede con los golpes de barrena y asientos de bala (defectos que no encuentran ninguno de los instrumentos espresados), inventó Gribeauval una especie de gato muy ingenioso conocido por *topo* en la Cavada, con el cual se puede medir con la mayor exactitud la profundidad de cualquier defecto del ánima; mas como este instrumento sea bastante compuesto, daremos su descricion segun se halla representado en la lám. 21. Se compone de un platillo de cobre A guarnecido con cuatro puntas de acero de las cuales *a*, *b* y otra que hay á la parte opuesta de *b*, están asegu-

radas al platillo, y la cuarta *d* es movible y está fija en una lengüeta ó plancheta de cobre del grueso del platillo: el estremo de ella debe ser muy delgado y no romo como se representa en la figura para que con él se reconozca la menor porosidad que haya. La lengüeta se termina en *e*, y se acomoda en una muesca hecha en el platillo. Dos planchas *cc'* cierran por estos lados la muesca; de suerte que la lengüeta se halla encajada en ella, y no tiene salida sinó por la parte de su punta destinada á sondear la profundidad del defecto.

En la figura 2.ª se representa el platillo A visto la mitad por la parte esterior del instrumento, y la otra mitad por la interior ó del lado de su mango. En la figura 3.ª la lengüeta y punto *d*, y en la 4.ª la mitad de las planchas *cc'* esterior é interior.

La lengüeta tiene un agugero que se representa en *t* (fig. 3.ª) cuyas dimensiones y oblicuidad corresponden al mucho grueso é inclinacion del brazo ó barrita *f*, que debe atravesar á la lengüeta, y las planchas *cc'* agugereadas tambien para este efecto.

El brazo *f* (fig. 1.ª) se monta sobre un ástil ó especie de piston *g* que tiene menor diámetro en su parte *h*; y asi el brazo *f*, como el piston *h* atraviesan el platillo A por encima del cual están unidos por otra lengüeta ó chapa *i*, y la hembra del tornillo *k* para que el brazo conserve su inclinacion respecto del piston: el otro estremo del brazo *f* está unido á otro *o* que le sirve de tuerca para sentarlo sobre el piston *l*, las piezas *oi* se representan separadamente en las figuras 5 y 6.

Por esta disposicion de la lengüeta y del brazo *f* se ve que haciendo avanzar el piston *g* manteniendo fijo lo demas del instrumento, avanza tambien el brazo *f*, el cual obliga á salir la punta *e* mas ó ménos segun lo que se hace avanzar el piston y la mayor ó menor oblicuidad del brazo *f* respecto de él. Supóngase que la razon entre la base y altura del plano inclinado que forma dicho brazo *f* sea la de 6: 1, por cada línea que se haga avanzar el piston, la cual se conoce por la escala ó division *nx* (fig. 1.ª) de que se tratará despues, saldrá dos puntos la punta *d*; y asi por lo que se pueda hacer avanzar el mango *z* hasta que la punta *d* tropiece en la parte mas elevada de la cavidad ó defecto X, se conocerá la profundidad de esta. Retirando el piston *h* y por consiguiente el brazo *f*, este obliga á la punta *d* á entrar en la canal del platillo A hasta que la chapa *i* llega al platillo y la lengüeta á su asiento *e*.

B es un cilindro hueco que está abierto por la parte opuesta al platillo A, y por la de este tiene solamente un agugero redondo para dar paso al piston *g* señalado con la letra y en la fig. 7. Los brazos *p*, *q*, *r* sirven de apoyo al platillo y están asegurados á él y al cilíndro por medio de seis tornillos: se monta y fija el instrumento por el tornillo *s* sobre una hasta de madera que escede á la longitud del ánima en 5 ó 6 pulgadas con una canal para acomodar el ástil de hierro D que se enrosca en el piston *g*. Este ástil debe tambien esceder al asta en 5 ó 6 pulgadas y este esceso le sirve de mango en el cual hay una parte desde *x* á *u* que tiene marcadas con la mayor proligidad las lineas y partes de línea que corresponden á la vara de Búrgos, de modo que la porcion que avance el punto *x* respec-

to de *v* que es rasante á la boca de la pieza, dará la cavidad del defecto X, en la razon del piston *h*, con la inclinacion del brazo *f*.

Si esta escala se trazase en pies y pulgadas en todo el largo del piston desde el principio del platillo, y en líneas y partes de ella desde la menor á la mayor longitud de los cañones, se tendria la doble ventaja de determinar á un golpe de vista la profundidad de las cavidades y su distancia desde la boca para apreciar la mayor ó menor importancia de dichos defectos.

El instrumento representado en la lámina no puede servir mas que para un solo calibre: para hacerle mas universal no hay mas que proveerle de una punta movible para cada calibre; y en cuanto á las fijas, construirlas de modo que corran sobre el platillo en una canal donde se fijarian segun el calibre de las piezas.

La figura 8 es una *doble escuadra* de cobre con la regla movible *a* sobre los brazos fijos *cc* en los que está marcada con el mayor cuidado una escala de medio pie dividido en partes duodecimales por un lado y decimales por el reverso.

El interior de este cuadro sirve para medir el diámetro de los cuerpos, y las puntas *d*, *d* de las cuales la una es movible para tomar el calibre de las cavidades. Por esto se ve cuan cómodo es el uso de esta escuadra; sirve no solamente para determinar el diámetro del gato, sino tambien para examinar el de las balas, vitolas &c.

323. Pudiendo suceder que el ánima del cañon tenga varios senos de modo que su perfil haga ondas, se ha inventado para reconocer esta especie de defecto un instrumento compuesto de un reglon

de madera, á cuyo traves hay muchos taladros cilíndricos, en los que entran otros tantos cilindros de hierro: sobre el reglon se ajusta una plancha de hierro con otras tantas aberturas elípticas como taladros tiene el reglon, y en las cuales se ajustan las cabezas de los cilindros: por medio de un tornillo se mueve la plancha, y deja los cilindros en libertad: y por él mismo los vuelve á sugetar. Para usar este instrumento se ponen los cilindros introducidos enteramente en el reglon: se ajusta la superficie de este al ánima: por el tornillo se dejan los cilindros en libertad, para que caigan cuanto lo permita el ánima: se vuelven á sugetar, y se saca el instrumento. En él se notará que los cilindros han salido desigualmente, si hay desigualdades en el ánima.

324. El reconocimiento esterior de las piezas (hecho como prescriben los artículos de ordenanza, y con los medios espuestos) sirve solamente, como ya digimos, para averiguar si tienen sus justas dimensiones, y carecen de defecto superficial; pero no para saber si los tienen interiormente, y si sus metales están ligados y fundidos de modo que tengan las propiedades que se requieren: á este fin es indispensable usar de otros reconocimientos por los que se descubra la buena calidad del metal: y estos solo pueden ser ó por comparacion, que es el único medío de apreciar las cosas, ó por pruebas.

325. Estas que son el medio mas seguro, y el absoluto de conocer la calidad que se busca en un cuerpo, tienen por naturaleza ó el inconveniente de deteriorarlo cuando son violentas, ó el de ser insuficientes, cuando moderadas: es decir, que si son adecuadas para medir ó conocer la propiedad que se apetece, destruyen en todo ó en parte dicha pro-

piedad en el cuerpo en que se egercen; y si se quieren suavizar, no son capaces de manifestar enteramente la propiedad que se desea encontrar.

326. Este inconveniente de las pruebas violentas es mas digno de consideracion cuando se egercen sobre sustancias inanimadas, é incapaces por consiguiente de reponerse del quebranto que hayan padecido en la prueba que vendrá á ser en ellas una verdadera deterioracion. Asi se ve que una beta de cábria con que se acaba de elevar un cañon de á 24, se rompe elevando uno de á 12: y lo mismo sucede con la cábria. Es pues un error grosero probar de esta manera los cuerpos de que queremos hacer un uso importante. Para reconocer la calidad de unas cuerdas se toman indistintamente dos ó mas cabos y se esperimentan: despues si se hallan de suficiente consistencia, se examina si todas las cuerdas tienen el mismo color, testura y torcido. Lo mismo se practica á proporcion con la madera, piedras, metales, &c; pero jamas se egecutan pruebas con el todo de los cuerpos que empleamos.

327. Sin embargo ignoramos por que principio ó razon desde el origen de la artillería se han establecido pruebas para admitir las piezas. Muchos autores han escrito contra la insuficiencia de ellas, y algunos contra sus malas resultas; pero sea por la dificultad que siempre se encuentra en desprenderse de los usos antiguos, que naturalmente miramos con respeto; ô sea por no haberse propuesto medios mas adecuados para conocer la calidad de las piezas de artillería, las pruebas subsisten: veamos como todas ellas ademas de deteriorar las piezas son insuficientes ó impracticables, y despues trataremos de los medios de conocer la calidad del metal sin ellas.

328. No se crea falta de respeto á las reales resoluciones esta censura de las pruebas mandadas por ellas. Las determinaciones superiores deben obedecerse y seguirse escrupulosamente miéntras no se deroguen; mas como nuestros conocimientos sean respectivos y no absolutos, varían con el tiempo y la esperiencia; y á proporcion que se avanzan descubren los vicios de las prácticas que seguimos, y las que con mas ventajas pueden sustituírseles. Al soberano y sus ministros pertenece aprobar ó reprobar estos descubrimientos, valiéndose de varios medios, pero siempre será lícito el intentarlos: de lo contrario todos los reglamentos reales serian invariables, y jamas se podrian perfeçionar sus obgetos. Pero al mismo tiempo debemos advertir que este raciocinio no tiene ninguna fuerza, y seria caviloso, cuando se trata de la egecucion y cumplimiento de los mismos reglamentos: en este caso se deben mirar con el mayor respeto sin apartarse un punto de cuanto previenen. Volvamos á nuestro asunto.

329. Los autores opinan diferentemente acerca de las pruebas mas conducentes para esperimentar las piezas de artillería. La mas comun ha sido la de fosa, que prescriben los artículos de las ordenanzas de 1728: la Valliere, segun Dulacq, despues de hacer dos disparos con bala hacia otros dos con cilindros de greda de cerça de dos pies de largo, y del diámetro de la pieza: esta prueba es mucho mas violenta que la de fosa, porque el cilindro concentra la acion de la pólvora en lo interior del ánima, de modo que obra contra el metál con una fuerza mucho mayor. La de fosa en su tercer disparo es tambien violenta, pues hace sufrir á la pieza una fuerza

mas que triple de la que esperimenta en su servicio ordinario. Mas ni la una ni otra son suficientes por dos razones: la una, porque (segun las nociones que dejamos dadas en el número I.° del cobre, y de las propiedades que debe tener el metal de que se componga una pieza de artillería) solo se puede inferir de una ú otra prueba, que la pieza que la sufre tendrá suficiente consistencia, pero no la dureza que se requiere, propiedad tan precisa y esencial como la primera: y que un cañon de puro cobre, ó en que este estuviese aligado con muy poca cantidad de estaño, sufriria cualquiera de estas pruebas mucho mejor que otro del mejor bronce, sin embargo de que en el servicio ordinario se inutilizaría á pocos disparos. La otra porque como se dijo en el citado número, los metales tienen diferente resistencia y propiedades segun el grado de calor de que estén penetrados; y como estas pruebas, aunque fuertes, se reducen á pocos disparos; no llegan á tomar los metales, ni con mucho, el grado de calor que en un dia de fuego.

330. Las pruebas que se han sustituído á la de fosa, por la real instrucion de 1778 y las actuales son insuficientes para examinar si las piezas tienen la consistencia y dureza que es necesario; pero tienen la ventaja de que no las atormentan, y pueden bastar para descubrir alguna grieta ó escarabajo superficial, oculto por el estaño, ó por alguna hoja delgada de bronce que forme la superficie. Cuando las fundiciones corren por asentistas podrá no ser suficiente esta prueba para este único obgeto suyo, respecto á que ponen todo conato en cubrir y solapar los defectos.

331. Las pruebas del humo, y la del agua úni-

camente sirven para descubrir unos defectos groseros, que pocas veces se hallan en las piezas.

332. En vista de los inconvenientes anejos á las pruebas dice Dulacq: »Se puede concluir que no »se podria fijar ninguna regla precisa para asegurar»se de una prueba cierta de la piezas::: el medio »mas justo de asegurarse seria disparar 40 tiros con»secutivos, lo mas prontamente que fuese posible, con »toda la carga.“ A la verdad en esta prueba ú otra semejante de mayor número de tiros, adquiriria la pieza todo el grado de calor que pudiese llegar á tomar en el dia de fuego mas vivo: y por ellas se quedaria seguro de la consistencia y dureza de los metales; pero ademas del inconveniente de ser muy costosas, tienen el de quitar á las piezas su mejor servicio, asi son impracticables.

333. Refutadas todas las pruebas que se pueden hacer con las piezas de artillería para enterarse de que sus metales tienen la consistencia, y dureza que deben; no queda otro arbitrio que el exámen por comparacion, que como dejamos espresado es el natural, y el que se sigue en el reconocimiento de todos los cuerpos de que hacemos un uso importante. Mas para él es preciso tener obgetos ó términos de comparacion: es decir que es indispensable tener algunas piezas de cuya buena calidad se esté cierto, para hacer el cotejo con ellas.

334. A este efecto son necesarias las pruebas mas violentas: ignoramos que haya otro medio para medir la resistencia de un cuerpo mas que usarlo hasta su destrucion. De consiguiente, asi como cuando se quiere medir la fuerza ó tenacidad de una determinada especie de madera ó hierro se cargan algunas viguetas, ó barras hasta troncharlas; del mismo

modo, cuando queramos saber la bondad y resistencia de una nueva aligacion ó método de fundir piezas de artillería, es necesario esperimentar algunas de estas piezas con un gran número de tiros, disparados con la celeridad posible, en los que la carga sea de las mayores cantidades de pólvora que se deban usar en aciones de guerra, y con balas y tacos ordinarios. Si las piezas resistiesen 150 ó 200 tiros asi disparados, se volverá á repetir la prueba usando de metralla y balas defectuosas, y saliendo victoriosas se puede asegurar que las de aquella calidad son muy buenas.

335. Estando asegurados de la buena calidad de algunas piezas, en las que se tendrán otras tantas piedras de toque, se podrán cotejar las fundidas con igual método, valiéndose de los medios siguientes, ú otros mas adecuados que sugerirá la esperiencia.

336. 1.° De la balanza hidráulica: se sabe que todos los cuerpos mas graves que el agua pierden parte de su peso ó gravedad sumergidos en ella, y mas miéntras ménos compactos, aunque sean de una misma especie. Asi conocido lo que pierde en el agua un cañon de un determinado bronce, por egemplo los probados, se sabrá si otro del mismo metal es igualmente compacto, viendo si pierde á proporcion igual parte de su peso en el agua. Si pierde ménos se inferirá que los metales están mas puros ó mas compactos; y si mas, que están ménos afinados ó ménos compactos. Es evidente que la primer consecuencia es ventajosa, y por el contrario la segunda.

337. 2.° Probando la consistencia y dureza de algunas barritas cortadas del cilindro del cascabel

y de la mazarota con el método que se espuso en el número I.° Suponemos se haya egecutado lo mismo con las piezas de comparacion; y en todas cuando tengan un igual grado de calor ó de frio.

338. 3.° Examinando la testura del metal en los cortes de la mazarota y del cilindro del cascabel, particularmente en la parte tronchada. Ciertamente que si los metales son diferentes ó están requemados los unos, ó no se han fundido con el grado de calor necesario, &c. serán muy distintas estas fracturas.

339. 4.° Reconociendo y cotejando el color y la figura de las virutas que saca la barrena al abrir el ánima ó la cuchilla al tornear la pieza. Pero se debe tener cuidado de no hacer esta comparacion con las quemadas por el rozamiento cuando se mueve la máquina con demasiada velocidad.

340. 5.° En fin, suspendiendo las piezas por sus asas y golpeándolas por todas partes con un martillo: si son de un mismo metal, especie y calibre el sonido será igual. Esta prueba tiene la ventaja de que por ella se conocerá si hay algun escarabajo, grieta ó interposicion de algun cuerpo heterogéneo: pues si hubiese interiormente alguno de estos defectos y fuese considerable interrumpiria la vibracion del metal, y el sonido sería oscuro y muy diferente. Aunque no se tenga por terminante la igualdad aparente que se observe en alguna de estas comparaciones, la concurrencia de todas ellas parece se debe tener por decisiva.

341. Este método de reconocer la calidad de las piezas, ademas de ser mas seguro y ménos costoso que el de probarlas, tiene la ventaja de ser general

y estenderse á morteros, pedreros y obuses, para las cuales piezas hasta aora no se han discurrido pruebas capaces de descubrir la calidad de su metal: pues hacer tres ó cuatro disparos con ellas llenando sus recámaras de pólvora, de ningun modo se puede tomar por prueba respecto á ser esta su verdadera carga, y la que se usa muchas veces en su servicio ordinario que es cuando toman los metales otro grado de calor por ser mas numerosos los disparos.

342. No nos lisongeamos de que los medios propuestos sean los únicos para cerciorarse de la buena calidad de las piezas, ni tampoco de que sean de toda confianza: esto solo puede decidirlo la esperiencia á la que es indispensable consultar en todas las materias fisicas: para hacer progresos en ellas es necesario actividad y no dejar estar las prácticas establecidas en una posesion tranquila.

Número V.

Comparacion de la artillería llamada de ordenanza con la actual ó de nueva invencion.

343. El cotejo que vamos á hacer de nuestra artillería antigua con la actual solo tiene por obgeto manifestar las ventajas y defectos de una y otra á fin de que se pueda hablar y juzgar en este asunto con algun fundamento; y sobre todo sin la parcialidad y preocupacion en que incurren los apasionados al uno ó al otro sistema. No es tampoco nuestro intento estendernos á todos los puntos de controversia que hay sobre esta materia, y de los cuales algunos no pertenecen directamente á este artículo; sinó so-

lo á los principales, y con especialidad sobre la fundicion en hueco ó en sólido que parece ser el mas esencial.

344. La fundicion en sólido no es de nueva invencion: se ha conocido este método de fundir las piezas mucho ha, se ha practicado y se ha abandonado; pero no se puede asegurar si esto ha sido por defectos anejos á él, ó porque la máquina de barrenar de entónces no tenia la perfecion y precision que la actual; ó por la mala proporcion y liga de los metales: y como no hay razon para atribuir un efecto que pueda proceder indistintamente de varias causas á una sola, tampoco la habrá para reprobar la fundicion en sólido, porque en otras circunstancias se halió defectuosa aun cuando se suponga que entónces se procedió y juzgó con acierto. Así, este argumento contra la fundicion en sólido no tiene la menor fuerza, y para juzgar de ella es preciso atenerse á observaciones y esperiencias de la actual.

345. El mayor defecto que se atribuye á las piezas fundidas en sólido es la menor dureza de sus ánimas, de lo que resulta que los proyectiles las surquen y golpéen considerablemente; de modo que vienen á ser de mucha menor duracion que las fundidas con macho.

346. Es cierto que una pieza fundida en sólido debe tener su ánima mas suave y dócil que otra de igual metal fundida en hueco, respecto á observarse generalmente que todos los cuerpos que de líquidos pasan á ser sólidos, quedan mas compactos y duros por su superficie, adquiriendo en esta parte una especie de temple por el contacto inmediato del cuerpo frio contiguo. Esta propiedad

se nota en las piezas de artillería cuando se tornean, pues se percibe que el metal hace mayor resistencia al despojarle de su corteza. Mas hasta el presente no se han hecho pruebas de comparacion, por las que se pueda apreciar y medir con exactitud cuanto perjudica esta mayor suavidad del ánima á la duracion de las piezas: las muchas egecutadas dentro y fuera de España están todas impugnadas y no pueden llamarse decisivas, respecto á que los defensores de los dos métodos las han creido favorables á sus opiniones y como tales las citan.

347. Ademas, las pruebas hechas hasta aqui tienen el defecto de no haberse egecutado con piezas que se diferenciasen en solo el punto de contestacion que por ellas se queria aclarar. Parece que cuando se tratase de comparar la resistencia de los cañones fundidos en sólido con la de los fundidos en hueco, se deberian haber fundido unos y otros del baño de un mismo horno, y proporcionado su distribucion de modo que se llenasen á un tiempo dos moldes uno de cada especie. Mas en las pruebas de comparacion de que tenemos noticia hechas sobre este punto se ha seguido un método que parece el mas oportuno para ofuscarlo; pues los metales se han afinado de distinto modo para una y otra fundicion: se han usado en esta diversos procedimientos, y las mazarotas han sido desiguales. De consiguiente, no pudiéndose inferir nada de positivo escusarémos dar noticia de las pruebas de comparacion que sabemos; y sí la darémos de otras que pueden dar ideas sobre este asunto.

348. Una de las pruebas mas favorables para las piezas en sólido es la hecha en Francia en 1740, de la que dice Dulacq: „En Leon se han hecho este

»año pruebas de dos cañones alli fundidos, cuya noti»cia recibirá con gusto el público: se han disparado »con cada pieza 1500 tiros y aun mas, con grande »velocidad, y cargándolos á un tercio y la mitad del »peso de la bala: he tenido la curiosidad de verlas, »y puedo asegurar maravillándome que las he halla»do tan en estado de servicio como si casi no hu»biesen servido: su caña no estaba nada abocinada, »la boca igual y sin rebabas, y lo interior del ání»ma muy terso; el fundidor las hubiera fiado por »otros tantos tiros al ménos: el fogon de la una no »se habia dilatado casi nada, el de la otra lo esta»ba un poco; pero aun podia servir."

349. La deposicion de este autor tan respetable á favor de las piezas fundidas en Leon está contradicha en parte por San-Auban, quien dice hablando de esta prueba: „Se tiró con las dos piezas »de á 24 durante 26 dias como lo espresaba la ór»den á razon de 40, 50 y 70 tiros por dia, de mo»do que cada pieza habia disparado mas de 1500 »tiros. A la una de las dos al noveno dia se le di»lató su fogon hasta 26 líneas: se la puso un gra»no y sostuvo la continuacion de la prueba sin des»fogonarse. Se observará que no tirando por la no»che estas piezas se refrescaban, y el metal conser»vaba la solidez y consistencia que un mayor gra»do de calor le hubiera hecho perder si se hubiese »tirado seguidamente noche y dia." Por esta relacion se ve que las piezas probadas no hicieron fuego con *grande velocidad*, circunstancia muy esencial para probar su buena calidad: tampoco parece cierto que el fogon de la una estuviese solo un poco dilatado; aunque pudo ser que Dulacq ignorase que se habia puesto grano á la una y hablase de la

otra. De cualquier modo esta prueba como la trae este último autor no es decisiva á favor de las piezas en sólido.

350. La que podria serlo mas bien es la egecutada en Sevilla en el año de 1782 con otras dos piezas de á 24 fundidas en sólido, cuyos cobres como ya se dijo en el número 1.° se habian afinado en la una con hornaguera, y en la otra con carbon de brezo; y se iba á examinar cual de las dos tenia mas resistencia. A este efecto se dispararon cinco mil ciento veinte y cuatro tiros con cada una con las cargas, y en los dias que espresa la tabla siguiente.

Tabla de las pruebas de fuego hechas en Sevilla en 1782 con dos cañones de á 24 de bronce fundidos en sólido.

Libras de pólvora de cada disparo.	*Dias en que se usó de esta carga.*	*Disparos que con ella se hicieron cada dia.*	*Total de disparos en los dias de la segunda coluna.*
16 y 12	1	2 y 3	5
9	1	12	12
9	4	80	320
8	7	80	560
9	3	70	210
9	1	53	53
8	1	40	40
9	1	7	7
9	1	93	93
9	19	100	1900
8	19	100	1900
9	3	8	24

Número total de tiros en 61 dias 5124.

351. En los dias de mayor fuego se refrescaban los cañones á cada 15, 20 ó 25 tiros, y se dejaban descansar un cuarto de hora y algunas veces media hora. Los granos de cobre que sacaron de la fundicion resistieron en la una 2000 tiros, y en la

otra 1700; y los segundos granos sirvieron hasta casi terminar el número total de disparos, pues solo se echaron granos nuevos para los 16 últimos.

352. Aunque el obgeto de estas pruebas era comparar la resistencia de los dos cañones, nada se pudo concluir respecto á que ambos cañones resistieron igualmente y quedaron de buen servicio, y capaces de hacer otro tanto fuego al parecer. Los únicos vicios que se les han notado son: tener las superficies de sus ánimas singularmente por las recámaras muy ásperas y granujadas; y haberse ensachado hasta tres líneas por sus bocas: el diámetro vertical de la del afinado con hornaguera escede su calibre $3\frac{3}{4}$ líneas, y el orizontal $2\frac{1}{6}$; y estos dos diámetros en la otra solo se han dilatado 3, y $2\frac{5}{8}$ líneas.

353. Parece que estas pruebas son las mas fuertes que hasta aora haya sufrido ninguna pieza de artillería respecto al número de tiros: y aunque por no haberse usado de cargas mayores que las ordinarias, ser los disparos hechos en cada dia los que mas comunmente prescriben los autores tire cada pieza en un sitio, y haberse refrescado los cañones con el mayor cuidado, no vengan á ser las pruebas espresadas una demostracion de la singular resistencia de dichas piezas; sin embargo se puede inferir de ellas con bastante fundamento que son de muy buena calidad, y que el estar fundidas en sólido no es una circunstancia precisamente contraria á su buen servicio.

354. Esta consecuencia es tanto mas justa cuanto en el bloqueo y sitio de Gibraltar se ha visto que muchas de estas piezas fundidas en sólido han he-

cho por muchos dias continuados un fuego de sesenta ó mas tiros contra la plaza, cargando las que estaban en las baterías y fuertes de la línea con 12 libras de pólvora y alguna vez con 16, y apuntándolas por 10, 12 y hasta 19 grados de elevacion, y en muchas ocasiones sin cuidar de refrescarlas.

355. Mas contra estas pruebas de la resistencia y buen servicio de nuestra artillería actual fundida en sólido se puede y aun debe reponer la poca susistencia que semejantes piezas han tenido en varias pruebas de comparacion que alegan sus opositores, y la mala especie de muchas de ellas que en varias ocasiones del servicio dicen se han inutilizado á muy corto uso, quedando sus fogones en algunas enteramente buenos y sin haberse dilatado la menor cosa.

356. Como no se han hecho pruebas relativas á averiguar en qué pueda consistir la contrariedad de estas observaciones, por las cuales parece que las piezas fundidas en sólido son y dejan de ser de competente resistencia, no podemos decidir en este asunto; y sí solo nos atrevemos á esponer varias congeturas que salvan esta especie de contradicion.

357. En primer lugar: basta que una pieza fundida en sólido tenga suficiente resistencia y sea de muy buen servicio, para que no se deba atribuir á esta circunstancia la mala calidad de todas las de la misma especie que pueden ser diferentes por una multitud de circunstancias. Así, aunque en ciertas funciones de la artillería se haya observado que se han inutilizado á proporcion mas piezas de las fundidas en sólido que de las otras, parece se debe inferir que de ellas habia mayor número de mala

calidad; lo uno porque las pruebas con que se admiten son insuficientes para manifestarlo; y lo otro porque habiendo hecho servicio en otras ocasiones las fundidas en hueco, habian hecho ver entónces su mala calidad las que eran de esta especie.

358. En segundo lugar: puede muy bien ser que las piezas fundidas en sólido por lo mas afinado y puro de sus metales tengan mas, ó por lo ménos tanta resistencia como las fundidas con macho; pero que sin embargo, por la menor dureza y falta de temple que tienen sus ánimas segun arriba se deja espresado, estén mas espuestas á ser maltratadas é inutilizadas por los golpeos de las balas: defecto de mayor entidad cuando estas tienen mucho viento, son desiguales ó quebradizas, y no se oprimen entre dos fuertes tacos de filástica. Esta congetura es tanto mas verosimil cuanto en la ocasion en donde se dice haberse notado con mas particularidad la poca resistencia de los cañones en sólido, se hizo uso por necesidad de un gran acopio de balas que mucho tiempo ántes se habian reprobado por de mala calidad, respecto á ser irregulares, de mucho viento y quebradizas. Añádese á esto la observacion hecha en el reconocimiento de todos los cañones de esta especie que se han inutilizado, por la cual consta que ha sido por asientos y golpes de balas ó de cascos de ellas.

359. A la verdad no hay prueba contraria á esta suavidad ó falta de dureza que se atribuye á las piezas fundidas en sólido; pero las pruebas hechas en Sevilla de que acabamos de dar noticia, y su resistencia frente de Gibraltar manifiestan evidentemente que esta mayor suavidad del metal conti-

guo al ánima puede ser solo un defecto esencial cuando se hace uso de balas de malísima calidad, que sin esta circunstancia se deben proscribir por no poderse dirigir con acierto.

360. En tercer lugar: el método actual de fundir puede ser defectuoso sin que esto sea por la circunstancia de que se trata; sinó porque empleándose en la fundicion de una pieza casi doble metal que entra en ella (por razon del que queda en el horno llamado solerías, el que llena las canales, el de las grandes mazarotas que se añaden á los moldes, y el que sacan la barrena y la cuchilla en la máquina de barrenar y tornear), para no desperdiciarlo se vuelven á fundir repetidas veces los despojos; y no puede ningun fundidor por diestro que sea saber la calidad del metal que resultará de esta liga.

361. Es un principio constante de que en el bronce con el grado de fuego preciso para liquidarlo, se calcina parte del estaño y como en las cargas de los hornos entra una porcion que se ignora las veces que habrá sido fundido, tampoco se podrá saber la dósis de la liga. Una mazarota por egemplo, es un compuesto de bronces nuevos y de otros refundidos parte una vez, parte dos, y asi en una progresion cuyo último término es imposible conocer: luego no se puede esperar que las piezas fundidas con mucha parte de tales bronces sean iguales é igualmente resistentes.

362. Es de notar que las ya citadas piezas que sufrieron los espresados 5124 tiros, se fundieron de solos torales de bronces nuevos: lo que es una comprobacion de que la desigualdad de resistencia esperimentada en las piezas fundidas en sólido, pue-

de atribuirse tambien al principio que acabamos de esponer.

363. Parece se deberia concluir de todo lo espuesto: que supuesto hay suficientes fundamentos para creer que las piezas fundidas en sólido son ménos resistentes por la mayor docilidad de sus ánimas que las fundidas en hueco; y además necesitándose mas metal para ellas, se deben proscribir y abandonar volviendo á fundir con macho. Esta consecuencia seria justa si las fundidas bajo este método no estuviesen espuestas á dos defectos privativos de él: uno sacar muchos vientos y escarabajos en sus ánimas; otro no estar estas bien centradas, ó lo que es lo mismo estar sus metales desigualmente repartidos al rededor de ellas, por cuya causa es errónea su direcion.

364. De modo que prescindiendo de otras ventajas y defectos ménos importantes de las piezas en sólido y en hueco, se puede reducir la solucion de la cuestion sobre su preferencia á saber: si es mas ventajoso dotar á un egército de un tren de artillería, cuyas piezas sean de conocida resistencia, pero de un coste inmenso (porque de treinta se suelen aprobar tres ó cuatro á causa de los muchos escarabajos), y de una direcion errónea; ó de piezas que tal vez tengan ménos resistencia; pero de mucho menor costo y de una direcion justa y precisa. Es cierto que en muchas ocasiones es de suma entidad que las piezas tengan una justa direcion, y que cuatro tiros de ellas harán mas efecto que veinte de otras que los dirijan aviesos.

365. Mas la resolucion de este problema aunque importante parece inútil; ó al ménos que no se necesita saber por aora respecto á que es de mayor

importancia examinar y trabajar sobre los medios que se deben emplear para que las piezas fundidas en sólido tengan competente resistencia; ó para que fundiéndolas en hueco saquen buena direcion y ménos escarabajos.

366. Lo primero parece se podrá conseguir cuidando de que las balas sean de buena calidad y que tengan el menor viento posible, á cuyo efecto seria muy oportuno apilarlas á cubierto, y no á la intemperie como se practica. Este gasto se compensaria escesivamente por las ventajas que resultarian de que no estando las balas deterioradas y diminutas de peso y diámetro, no maltratarian las piezas sus tiros, serian mas certeros y mas fuertes sus golpes. Este medio merece al ménos esperimentarse.

367. Asimismo convendria probar la diferencia de resistencia de las piezas, cuyos bronces se funden por la primera vez, y de las que parte de ellos se ha fundido muchas. De resultas se podria arreglar en este punto la práctica de las fundiciones. Si se hallase que las piezas fundidas con bronces nuevos solamente eran muy superiores á las demas, podria ser muy útil fabricarlas todas de ellos, y estancar el bronce para aprovechar los desperdicios, evitando asi su escesivo costo.

368. En fin, para enterarse de que las piezas fundidas eran de igual calidad, se podrian comparar y cotejar con las probadas de un modo que satisficiese y no como se practica. *Véase el número anterior.*

369. En caso que por estos ú otros medios no se pudiese llegar á conseguir que la artillería fundida en sólido fuese de conocida resistencia, seria preciso recurrir á ver como se podria lograr que la

fundida en hueco careciese de los defectos que hasta aora le han sido anejos, que como ya se dijo son tener muchos vientos en las ánimas, y no estar estas bien centradas.

370. El primer defecto depende de los vapores que hace salir del macho ó camisa de él el calor intenso del bronce, los cuales no hallando salida se interponen entre el metal y el cuerpo que los produce, no dejando que aquel se ajuste al molde. El segundo consiste en que no pudiéndose afirmar sólidamente el macho en el centro del molde, el golpe del metal le inclina á una parte ó á otra. Ademas del vicio que resulta en la direcion del tiro por estar el ánima torcida, tienen las piezas en hueco el defecto de que no estando la barrena con que se igualaban sus ánimas bien seguras, ni siendo su movimiento igual salian con varios golpes de barrena que ensanchaban su calibre por algunas partes, lo que contribuye á aumentar la incertidumbre de los tiros. Mas este defecto se desvaneceria al presente, usando para ellas de la actual máquina de barrenar.

371. Los otros dos son sin duda mas dificiles de remediar; pero es preciso confesar que hasta aora no se han puesto los medios conducentes para ello: por lo comun ha estado abandonada la fundicion de estas piezas á asentistas ó fundidores que carecian de ciencia y eran unos meros prácticos: el ojo del oficial no registraba las operaciones y solo debia intervenir en la aprobacion de las piezas. Bosc de Antic en una Memoria impresa entre las de la Academia de las ciencias se propone hallar la causa de los vientos de las ánimas de las piezas de artillería y los medios de evitarlos; y en ella dice: „¿No seria

»practicable colocar y afirmar de tal modo el ma»cho en el molde que no le pudiese inclinar de nin»guna manera el golpe del metal fundido? No pa»rece sea este un problema irresoluble por sus cir»cunstancias complicadas: un artista esperto no en»contrará grandes dificultades en su resolucion.“ Pero no obstante, es preciso decir no tenemos noticia de que hasta aora se haya hallado.

372. Valiéndonos de este autor prosigamos tratando del modo con que se podria remediar que las piezas fundidas con macho tengan tantos vientos, lo que es tan comun que ha sucedido, que reconociéndose veinte piezas, solo se han aprobado dos por esta causa. Todos los metales de que se componen los moldes, y tambien los machos tienen la propiedad de producir vapores elásticos con la acion del fuego, y particularmente la arcilla: asi se observa, que cuando se funden las piezas sale por la boca de los moldes un vapor ó humo bastante denso: de consiguiente si se hiciese sufrir á los moldes un grado de fuego igual á el que da el metal, saldrian las piezas sin el menor viento. Para esperimentarlo hizo el citado autor un crisol plano de 36 pulgadas de largo y 22 de ancho, y habiendo liquidado en él 600 libras de cobre las dejó consolidar en el mismo crisol suprimiendo el fuego; y la plancha que resultó no tenia la menor porosidad notable, ni aun despues de haber vaciado en ella varios cristales: prueba á que hasta entónces no habia resistido ninguna plancha.

373. Es pues necesario que los machos que han de moldear las ánimas se preparen de modo que el metal líquido no los altere y les haga exalar vapores. A este fin es necesario abandonar el

estiércol y pelo de buey, que sirviendo solo para impedir las grietas (lo que se puede conseguir por otros medios eficaces), atraen el inconveniente de que con su interposicion estorban la íntima ligazon y union que debe haber entre las partes arcillosas, y el de que sea preciso un fuego escesivo para supurar lo que tienen de espansivo y combustible.

374. Los machos se harán de consiguiente de sola arcilla: esta se lavará ántes repetidas veces para estraer todas sus partes salinas, y despojarla de las materias grasas que subirán á la superficie del agua cuando esta haya penetrado bien la arcilla: despues de seca se ha de quemar parte de ella por largo tiempo á una llama clara; y molida y pasada por un tamiz se mezclarán cuatro partes de la quemada con cinco de la que no lo haya sido: de esta mezcla se hará una pasta ó masa de regular consistencia; porque si estuviese espesa no se formarian bien los lechos; y si rala se podria descomponer el macho, tardaria en secarse y la merma seria considerable.

375. El macho debe formarse en un cilindro cóncavo de madera bien sólida y seca: su diámetro será nueve pulgadas mayor que el del calibre de la pieza: dentro de él se asegurará otro cilindro sólido de una pulgada de diámetro, y de modo que sus eges coincidan: el hueco que dege este cilindro ó vara despues de quemada no ocasionará perjuicio á la solidez del macho, y si disminuirá el peligro de que tenga grietas, y facilitará su íntima recocion. La cavidad que haya entre los dos cilindros se llenará con la mencionada masa de arcilla, introduciéndola poco á poco, y oprimiéndola fuertemente. Hechos asi los machos se pondrán á secar á fuego

lento, y despues en un horno para que sufran por ocho ó diez dias el fuego mas activo: suprimido este se cerrarán las puertas y respiraderos del horno hasta que esté frio. Con semejante método presume su autor que los machos serán tan sólidos y duros que ni se desprenderá ninguna parte de ellos al caer el metal, ni producirán vapor alguno; pero en todos estos puntos es necesario consultar ántes la esperiencia: pudiendo asegurar que en el dia están resueltos estos dos problemas para los morteros cónicos.

376. Despues pasa este autor á proponer los medios de perfecionar la artillería que se reducen: 1.° á hacer hornos capaces de que en sus laboratorios se puedan fundir unas planchas tan grandes que divididas en tres partes iguales, se pueda sacar de cada una torneándola y barrenándola un cañon de á 24 ó de otro calibre. 2.° á hacer los moldes en un semejante crisol ó laboratorio, para que á medida que el metal se fuese liquidando se introdugese en ellos. 3.° á fundir las piezas con el mismo método, y ademas colocar en cada molde su respectivo macho. El autor cree posible allanar las grandes dificultades que presenta cualquiera de estos métodos; pero aun en este caso tal vez resultarian estos medios viciosos porque no siendo un solo metal el fundido, sinó un compuesto de cobre y estaño que jamas se mezclan bien, y de los cuales este se mantiene líquido â corto grado de fuego y se calcina en parte; no es fácil determinar la calidad interior y esterior de las piezas que resultarian. Así, solo hemos espuesto estas ideas para que se tenga noticia de ellas.

377. Con igual intento vamos á dar noticia del

reconocimiento hecho en Sevilla en el año de 1783 de dos cañones de á 24, uno del antiguo método y otro del actual, inutilizados por el fuego que habian hecho. A cada uno de ellos se le hicieron cuatro cortes perpendiculares á sus eges: el 1.° rasante al fondo de la recámara: el 2.° á 6½ pulgadas del principio del 2.° cuerpo: el 3.° á 16 pulgadas del filete de la escocia del fin de la caña: y el 4.° á 4 pulgadas del mismo filete. En todas estas seciones se dejaron por cortar unos segmentos de cuatro ó mas pulgadas, para que tronchados por ellos los cañones manifestasen las fracturas el grano, liga y testura de los metales. Examinados estos cortes en el cañon fundido en hueco por Solano en 1744, llamado *Mercurio*, y que por tener grano de hierro y el fogon abierto en él bastante dilatado se conocia habia hecho mucho fuego, se halló: que en el primer corte estaban los bronces bien compactos sin la menor porosidad, y en la fractura manifestaban un grano igual y uniforme con muy rara pinta de estaño; pero de un color muy subido que daba á entender la falta de este metal. En el 2.° corte se descubrian muchos escarabajos de considerable magnitud y profundidad, que parecian producidos de haberse liquidado ó disuelto el estaño de que estarian llenos: en la fractura habia partes de un grano muy fino y compacto como si fueran de solo cobre; otras en las que apénas se percibia grano y que parecian de estaño; y otras en fin medias entre las dos, y que participaban de una y otra clase. En el tercer corte se notó que los escarabajos eran mayores, pero en menor número: tambien habia varias manchas oscuras: la fractura contigua á la superficie esterior manifestaba por esta parte un metal regular aunque con poco

estaño: pero á dos ó tres líneas de la superficie esterior solo se ve en ella un cuerpo esponjoso muy oscuro y sin brillo. En el 4.° se observó lo mismo que en el 3.° Por las tres seciones últimas se conoció que los metales estaban desigualmente repartidos al rededor del ánima. Tambien se notó un escarabajo bastante profundo entre la cruceta que habia al fin de la recámara para sostener al macho.

378. En los cortes dados al cañon fundido en sólido por Baron en 1778 llamado *Destreza*, se notó en el 1.° que el metal estaba muy unido y compacto, sin la menor porosidad, ménos cerca de la union del grano con los bronces en donde habia hasta once desigualdades ó vientos, de las cuales la mayor tenia 1½ líneas de profundidad y dos de diámetro: el grano de la fractura era muy menudo é igual, y se veian muy pocas y menudas pintas de estaño. En el 2.° no se hallo la menor porosidad ni viento: en la fractura aparecieron muchas manchas de estaño, asi su color era desigual: el grano era mucho mas grueso que el del primer corte de este cañon; é igual al parecer al del corte 1.° del anterior. En el 3.° tampoco se notó el menor escarabajo: y en la fractura (hecha hácia la superficie esterior miéntras que las de los otros tres cortes eran contiguas á las ánimas) no se notó la menor pinta de estaño, y si un grano mas fino que el del corte anterior; aunque ménos que el del 1.° En el 4.° tampoco se descubrió ningun escarabajo: su fractura tenia un grano grueso como el del 2.° corte, y no se notaron en ella manchas de estaño; pero sí unas oscuras y bastantemente grandes. El color del metal era por lo general ménos subido que el del otro cañon. En

fin, entre el grano de cobre puesto al fundirse la pieza y el bronce habia un escarabajo considerable.

379. De este reconocimiento se infiere: 1.° que el metal de la pieza antigua no estaba tan bien afinado y ligado como el de la moderna: 2.° que el fuego producido por la pólvora habia en el largo servicio del cañon antiguo liquidado y consumido el estaño que no estaba bien mezclado con el cobre; pues parece imposible que si este cañon hubiese tenido desde luego los escarabajos y cavernas que hemos espuesto, hubiera podido resistir la prueba de fosa ni el largo servicio que habia hecho. Tambien y mas probablemente podian haberse formado las espresadas cavernas por la disolucion del estaño, causada por el líquido que deja la pólvora quemada segun la observacion del caballero de Arcy, de que se dió noticia en el número 1.°: 3.° que el bronce es mas igual y fino hácia la superficie esterior de las piezas fundidas en sólido que hácia el ánima; pues en el tercer corte del segundo cañon se observó que la fractura que estaba contigua á la superficie tenia el grano mas fino que la del 2.° corte inmediata al ánima, y no se notaban las manchas de estaño que en esta, cuando parece debiera ser lo contrario por estar el 2.° corte mucho mas próximo á la culata. 4.° que sin embargo de no haber hecho este cañon mucho fuego (como se conocia por lo poco dilatado de su primer fogon que aun conservaba), ya se habia empezado á disolver, liquidar ó calcinar el estaño que no estaba bien ligado con el cobre segun indicaban las manchas negras del 4.° corte, en cuyo parage se podia mejor insinuar el fuego ó el disolvente por estar muy maltratado de golpes de

bala. 5.° que el metal es mas puro, fino y mejor ligado en la parte inferior del cañon, y va siendo peor miéntras mas se aproxima á la boca.

380. Por esta razon son tan útiles las mazarotas grandes. Las que se ponen actualmente á nuestros cañones de á 24 pesan de 40 á 44 quintales, y son cilíndricas: por lo cual y por afinarse mejor los cobres, debe ser el metal de los cañones fundidos en sólido de mas ventajosa calidad que el de los antiguos, cuyas mazarotas eran de 28 á 30 quintales, y de solo la mitad de la altura de las modernas por ensancharse en forma de embudo: así gravitaban ménos sobre los metales.

381. De cuanto dejamos espuesto se inferirá que la cuestion sobre la preferencia de los cañones fundidos en sólido ó en hueco está aun indecisa particularmente si se atiende al número y mérito de los autores apologistas de uno y otro método. Pero no obstante la imparcialidad que nos hemos propuesto seguir, no podemos dejar de confesar que la justa direcion de los cañones fundidos en sólido es sumamente apreciable y digna de procurarse á cualquiera costa; pues no puede tener la artillería mayor defecto que la incertidumbre de sus tiros.

382. Aunque sin mostrarnos parciales é interesados no nos parece podamos decidir afirmativamente sobre si conviene fundir los cañones en sólido ó en hueco; no sucede asi respecto de los morteros, pedreros y aun obuses. De ninguna manera parece sea útil fundir estas piezas en sólido. Para cerciorarse de ello basta leer lo que dice Cudray, el mayor apologista del nuevo sistema quien se espresa así: »Una de las mutaciones mas importantes que se ha»ya hecho en las fundiciones, pero que concierne so-

„lo á los morteros, es la de fundirlos con macho.

383. „Se sabe que otras veces se fundian igual-„mente que los cañones. Se habia dejado este uso „porque estando determinada la direcion del áni-„ma por la del macho, no podia jamas ser recta no „pudiendo el macho sostener el calor del metal fun-„dido sin dislocarse considerablemente al tiempo de „la fundicion.

384. „Este principio tanto mas cierto cuanto „mas largas son las piezas, era como se ve de poca „importancia para los morteros que tienen el ánima „corta. Sin embargo se le habia adoptado para ellos „como para los cañones, sin examinar si la corta „ventaja que presentaba para los morteros no atraia „un inconveniente mucho mas considerable que en „la fundicion de los cañones.

385. „Habiéndose observado en pruebas que se „habian hecho con morteros de grande calibre, que „este inconveniente era mas considerable, se ha va-„riado de método. En efecto, el atento exámen que „se hizo siempre en estas pruebas del estado de di-„ferentes morteros despues de haber tirado, ha he-„cho ver constantemente que el estaño que entraba „en la liga se reunia en el centro del mortero, y „particularmente en la recámara, en donde no tar-„dando en liquidarse ocasionaba despues de algunos „disparos cavernas considerables.

386. „Hase pensado con razon que permane-„ciendo necesariamente el estaño mas tiempo liqui-„do que el cobre, debia ser comprimido por este „metal, y echado desde la superficie de la pieza „por donde empieza á consolidarse hasta el centro „donde acaba.

387. „Y como este fenómeno debia ser mas no-

„table cuanto mayor fuese la masa fundida, se ha „concluido: que los cañones debian sufrir ménos „por esta parte que los morteros, y que estos esta„rian ménos espuestos á los acidentes causados por „la reunion del estaño fundiéndolos con macho, como „se hacia ántes: y efectivamente la esperiencia ha „demostrado esto mismo.“

388. Puede añadirse á las razones de este autor el aorro del mucho metal que es necesario para llenar el ánima de un mortero: y la mayor suavidad de las ánimas de los fundidos en sólido, que es causa que con solos los tiros de prueba queden surcadas y aun golpeadas. Asi es que en el dia los morteros cónicos se funden en hueco con las exactas dimensiones de su ánima, y los franceses tambien fundieron con macho los obuses llamados á la *Villantroy*, con que arrojaron granadas á Cádiz, rellenando parte de su ánima de plomo para que aumentándose la gravedad específica del proyectil pudiese este vencer la resistencia del aire; bien que dejaron el hueco correspondiente á la cantidad precisa de pólvora para que reventasen. Cuando se trate de abrir la lámina de estos obuses se dará noticia en un apéndice de las operaciones que es preciso hacer para llevar á efecto este proyecto.

389. Se obgeta al nuevo sistema de fundicion la operacion de tornear las piezas, porque asi se despojan del metal mas compacto y resistente que es el de la superficie: se dan arbitrios para ocultar sus defectos con el martillo: y aumentando el grueso de las piezas para poderlas tornear, se acrecienta su coste y los inconvenientes que atrae el estaño. A lo que satisfacen los apologistas del nuevo método con decir: que aun cuando se suponga una pieza envuel-

ta en un diamante, este solo evitará que el cuerpo que contiene se rompa ó salte en pedazos como hacen las piezas de hierro colado. Pero si este cuerpo está compuesto de lechos suaves capaces de arrollarse unos sobre otros como el cobre, no estorbará la envoltura del diamante que los lechos interiores se arrollen quedando inútil la pieza. De consiguiente habiendo manifestado la esperiencia que las piezas de bronce empiezan á inutilizarse por el ánima, y que las mas veces pierden su direcion y quedan inútiles ántes que en la parte esterior se manifieste la menor señal de esta destrucion, será indiferente para su resistencia que se las despoge de la costra contigua al molde, tenga esta la dureza que se quiera. Asimismo tampoco merece atencion el segundo inconveniente respecto á que el golpe del martillo debe llamar la atencion del oficial mas descuidado. En nuestras fundiciones por cuenta del Rey nunca existirá esta contra, pues nadie tiene interes en cubrir los defectos. Al tercer inconveniente responden: que la esperiencia ha manifestado que las piezas de mayor calibre en las que entra mas estaño han resistido mas que las de otro menor. Mas que aun cuando este y otros inconvenientes fuesen efectivos es mas útil tolerarlos que renunciar á la facilidad que el tornear las piezas proporciona para reconocer la calidad de la fundicion; á ménos de no encontrar un método equivalente que tenga ménos contras.

390. Otra diferencia que hay entre la artillería antigua y la actual es, que aquella se fundia sin grano, se abria el fogon en el bronce y despues de desfogonada se la echaba grano de hierro batido: se pasó luego á introducir en el molde un grueso

grano de cobre fundido, y en él se abria el fogon. De estas dos prácticas ninguna parece ventajosa: la 1.ª tiene el inconveniente de que dilatándose muy pronto el fogon abierto en el bronce, queda la pieza inútil hasta echarla un grano, operacion prolija y dificil de hacer en una batería. La 2.ª tiene aun mayores contras: jamas se consolida bien el bronce caliente con el cobre frio, y siempre por la union hay en aquel varias ampollitas ó porosidades: y cualquiera de ellas que carga por la parte interior, será causa de que se forme un gran escarabajo á pocos disparos. Uno y otro se verificó en el reconocimiento del cañon fundido en sólido de que arriba se dió noticia. Véase como se esplica sobre este particular Cudray en su *artillería nueva.*

391. „Las esperiencias han conducido á esta„blecer entre la fundicion de cañones y la de mor„teros otra diferencia. Se ponian indistintamente á „estas dos especies de armas granos de cobre forja„do, que se introducian en los moldes en el lugar „donde se habia de abrir el fogon, y que hallándose „despues de la fundicion fijos en el cuerpo de las „piezas, proporcionaban se pudiese abrir el fogon „en una materia mas resistente para esta especie de „esfuerzo que el bronce.

392. „Pero se habia observado por el uso que „estos granos se torcian, y aun frecuentemente se „fundian en todo ó en parte: de modo que en el „mayor número de las piezas solo estaba abierta „una corta parte del fogon en el grano de cobre „forjado; el resto atravesaba el metal ordinario que „se desgrana muy pronto en este parage, y que no „puede tener sino una débil resistencia.

393. „Habíase pues propuesto reemplazar estos

„granos por otros de la misma materia puestos en „frio: esta proposicion hecha mucho tiempo habia „despues de verificarse por pruebas egecutadas con „cañones, habia sido adoptada para ellos.

394. „Por las mismas razones se debia presumir „debiera practicarse lo mismo con los morteros. Sin „embargo esta congetura se ha hallado desmentida „por la esperiencia consultada siempre en las prue„bas de Strasburgo, aun cuando parecia que este ra„zonamiento presentaba las induciones mas ciertas. „Despues de estas esperiencias se ha decidido que „á los morteros se les pondrian los granos al fundir„los::: Siendo fundidos con macho los morteros, la „masa de metal es ménos considerable que en los „cañones que se continúan fundiendo en sólido: de „donde se sigue que sufriendo los granos ménos gra„dos de calor, y sufriéndolo ménos tiempo están mé„nos espuestos á fundirse.

395. Parece pues lo mas conveniente poner á las piezas granos en frio: estos pueden ser de cobre fundido, de cobre batido ó de hierro forjado. Los de cobre fundido son los ménos resistentes y tienen ademas la contra de que suelen salir con algunos escarabajos considerables. Los de cobre batido son mucho mejores y de tanta ó mayor resistencia que los de hierro, si este metal se halla bien afinado y como ademas sea el cobre mas análogo al bronce y no esté tan espuesto á oxidarse, parece lo mas acertado usar granos de esta especie segun está mandado por real resolucion, y solo echar mano de los de hierro en una urgencia.

396. Asimismo se obgeta á los cañones de campaña del nuevo método la posicion de sus muñones y los topes ó contra-muñones que los franceses lla-

man *embases*. En el método antiguo se situaba el ege de los muñones medio calibre mas bajo que el de la pieza; y en el actual está el mismo ege sólo dos ó tres líneas mas bajo; y ademas se refuerzan los muñones por la parte contigua á la pieza con los contra muñones que forman dos superficies planas, por las que el cañon queda ajustado entre las gualderas con cuyo arbitrio no pierde su justa posicion entre ellas ni las maltrata con balances.

397. Para hacerse cargo de las ventajas ó defectos que desde luego presenta esta nueva colocacion de los muñones, es necesario tener presente: 1.° que si el ege de los muñones estuviese situado á la misma altura que el del cañon de modo que le cortase cuando el cañon reculase en direcion de su ege, no oprimiria la telera de descanso, ni tampoco cabecearia por estar el punto de apoyo en la misma direccion ó plano. 2.° que si el ege de los muñones estuviese mas alto que el de la pieza, en lugar de oprimir la culata á la telera de descanso ó solera se elevaria con tanta mas fuerza cuanto mayor distancia hubiese entre los dos eges; pues el cañon vendria á formar un verdadero péndulo. 3.° que si el espresado ege está mas bajo que el de la pieza, la culata oprimirá ó chocará con mas fuerza la solera ó cuñas cuanto mayor distancia haya entre los eges; y despues se elevará por la reacion de la misma fuerza: de modo que en esta ocasion formará tambien el cañon un péndulo colocado inversamente. Tambien es evidente que en el 2.° y 3.° caso parte de la fuerza que hace recular el cañon se egerce contra la pieza procurándola encorvar, y que de consiguiente es menor el retroceso; y de aqui toman principio los apologistas de uno y otro método pa-

ra defender en parte las dos diferentes situaciones de los muñones. Los que quieren que su ege esté medio calibre mas bajo alegan que asi retrocede ménos la pieza: y los que solo dos ó tres líneas que de este modo sufre ménos el cañon y no está espuesto á encorvarse, procurando unirse la caña con la culata. Estos añaden que la única razon de haberse situado el ege de los muñones medio calibre mas bajo que el de la pieza es para poder elevar mas las rodilleras y cubrir asi mejor las cureñas; razon que no tiene lugar respecto á los cañones de campaña que se sirven sin parapetos; pero á esto se dice que estando el cañon mas bajo será menor su alcance.

398. Otro de los inconvenientes que se esponen contra la nueva colocacion de los muñones es, que la parte débil que resulta en el metal en el parage que ellos ocupan viene á caer en el ánima y no en el macizo de la pieza: inconveniente que se hace mas considerable por la adicion de los contramuñones. Es certísimo que el metal es ménos resistente en la inmediacion de los muñones de las asas ú otras partes salientes que impiden que se condense y reuna alli durante la fundicion. Ademas, á proporcion que se condensa el bronce arroja al estaño superabundante hácia el centro; y como en los muñones actuales entra mas metal por razon de los contra-muñones, se aumenta este inconveniente con ellos.

399. Al defecto que se atribuye por la reunion del estaño de los muñones satisfacen plenamente los apologistas del nuevo sistema con decir: que estando el ege de los muñones casi en el mismo plano que el de la pieza, se reunirá el estaño en el centro

de esta y lo estraerá la barrena; pero que si estuviesen colocados mas bajos quedaria este defecto en el grueso de metales.

400. En fin, esta cuestion como las demas de esta especie está aun indecisa y tiene fuertes razones en pro y en contra: sin embargo juzgando con imparcialidad parece mas ventajosa la colocacion y refuerzo de los muñones en las piezas del nuevo método: porque se evita el tormento de la pieza y el de la cureña que la sostiene, de lo que resulta ser mas acertada la direcion de los tiros: ventajas que creemos superen los inconvenientes que envuelva esta situacion de los muñones.

401. Finalmente daremos noticia de los principales motivos por que se han suprimido en Francia unas recámaras pequeñas que tenian los cañones de batir en el fondo de su ánima; y á cuyo estremo venia á terminarse el fogon y son: 1.° la dificultad de arreglar con ellas los tiros de rebóte: 2.° el menor impulso de la bala respecto á que la inflamacion de la pólvora contenida en dichas recámaras en cantidad de tres onzas, la pondria en movimiento ántes de inflamarse la carga: 3.° el inconveniente de que no pudiéndose limpiar retuviesen fuego. Mas sus defensores dicen que las espresadas recámaras aceleran la inflamacion de la pólvora, y resguardan ó conservan los fogones: esta ventaja es mas cierta porque durarán mas miéntras mayores sean.

402. Aun hay otros muchos puntos de contestacion entre los defensores de los dos sistemas sobre todas las demas variaciones que se han hecho en las piezas, sus cureñas ó afustes, y efectos pertenecientes á su servicio. Pero para no hacer mas difuso este artículo, daremos noticia de ellos en otros

varios con cuyo obgeto tengan alguna relacion: en el IV. espondremos los principales raciocinios de uno y otro partido acerca de las variaciones hechas ó proyectadas en las cureñas, afustes y efectos: en el IX. se esplicará la construcion de los cartuchos de balas de hierro batido: en el X. se dará noticia de la *alza*, instrumento inventado para apuntar con exactitud los cañones y obuses fuera del alcance de punto en blanco pero que no obstante esta utilidad se ha impugnado con viveza: en fin, en el XI. se tratará del punto mas esencial de todas las diferencias que hay entre la artillería antigua y la moderna que es ser las piezas de campaña de esta mas cortas y tener ménos espesores: de cuyas dos circunstancias infieren sus adversarios que tendrán mas corto é incierto alcance; que serán ménos resistentes; y que sus retrocesos serán escesivos. Acerca de este último punto pasarémos aora á dar una ligera idea de la artillería que se ha usado desde ántes de la publicacion del presente tratado hasta nuestros dias.

403. La artillería que se construía ántes de la 1.ª edicion de este tratado hecha en 1784, se llamaba de ordenanza porque sus calibres y demas dimensiones estaban determinadas por varias órdenes reales; y se reducia á los 5 cañones y 3 morteros representados en la lám. 20, y que ya no se fabrican. La fig. 1.ª representa el perfil del cañon de á 24 fig. 2.ª cortado por todo el ege de su ánima. La fig. 3.ª el plano del cañon de á 16. La 4.ª el de á 12; la 5.ª el de á 8; y la 6.ª el de á 4. Estos cuatro últimos tenian tambien las armas y adornos que se manifiestan en la fig. 2.ª; y ademas en la banda volante el nombre del Rey, y en la que está

mas abajo el del cañon, con uno de estos dos motes latinos: *violati fulmina regis*, ó *ultima ratio regum*. Las figuras 7, 8, 9, 10 y 11 representan los respectivos perfiles de los 5 cañones espresados, cortados por el ege de los muñones para manifestar la colocacion de las asas llamadas en aquel tiempo *delfines* por tener una figura semejante á la de estos peces marítimos. Las figuras 12, 13, 14, 15 y 16 son las escalas en partes del calibre ó diámetro que tenian las balas de los cinco calibres dichos.

404. Para proporcionar los espesores de metales al rededor del ánima se divide el calibre en 16 partes iguales; y para proporcionar el refuerzo en la culata, y formar el brocal y las demas molduras, se dividia en 24 partes iguales del modo siguiente. Se tira una recta 24*z* igual á dicho calibre: en uno de sus estremos 24 se levanta una perpendicular indefinida, en la que se coloca 24 veces un intervalo arbitrario 24, 23: del punto *v* donde termina se tira la recta *vz*; y tirando por los puntos 1, 2, 3 &c. paralelas á la 24, son la 1.ª un veinte y cuatro avos de 34*z*, ó del calibre: la 2.ª dos, la 3.ª tres &c. Lo mismo se dividirá el calibre ó 16*x* en 16 partes iguales.

405. La figura 17 representa el plano del mortero antiguo de á 14 segun la moderna reducion de medidas. La figura 18 es el plano del mortero de á 10, y la 19 del de á 7. Las asas de estos 3 morteros son dos delfines unidos, y los de las figuras 18 y 19 tenian tambien grabadas las armas reales como el de la 17.

406. La lámina 17 representa los cañones de á 24, 16, 12, 8 y 4 que se fundian cuando se hizo la 1.ª edicion de este tratado: los tres últimos

cortos y *aligerados*. La fig. 1.ª es el perfil del cañon de 24 figura 2 cortado por un plano que pasa por su ege, y es perpendicular al de los muñones. El cañon sea del calibre que se quiera, y sin contar sus molduras, sino el *liso de metales*, tiene la figura de tres conos truncados unidos por sus bases que son: *aa'l'l* llamado primer cuerpo ó refuerzo, *b'bl't* segundo cuerpo, y *c'cd'd* tercer cuerpo, ó refuerzo, ó la caña. Para adorno y dirigir la puntería tienen las seis molduras siguientes que se colocan en los tres cuerpos ó refuerzos: 1.ª el *filete* ó *liston* que tambien llaman *friso* y su figura es la de un rectángulo pequeño: 2.ª *faja* de la misma figura del filete solamente que es mas ancha: 3.ª *cordon*, *toro*, *bocel* ó *junquillo*, cuya figura es un semicírculo: 4.ª *echino* ó *cuarto bocel*, de la figura de un cuadrante de círculo: 5.ª *escocia* ó *media caña*: es un arco de círculo de 60 grados formado por un triángulo equilátero: 6.ª *gola*, *cimacio*, *talon*, *papo de paloma* ó *pico de papagayo*: es una figura compuesta de dos arcos de 60 grados, uno hácia dentro y otro hácia fuera, que se construye tirando una recta, dividiéndola por medio, y describiendo sobre cada mitad un triángulo equilátero hácia los lados opuestos cuyos vértices son los centros de dichos arcos. Cuando á cada lado del cordon ó junquillo hay un filete, se llama *astrágalo*, y para construirlo en el parage que corresponde al medio de él, se tira una perpendicular al ege del cañon como la recta xx' de puntos, figura 4.ª: se toma en ella el resalte de los filetes: por el punto en que este termina se tira la paralela al ege, y en ella se toma medio astrágalo hácia la boca, y medio hácia la culata, esto es, se toma á cada lado el radio del cordon y el ancho de uno de los filetes.

407. El ánima del cañon es *ee'f'f*: *ff'* su boca: *fe*, *f'e* paredes del ánima: *efe* su fondo que está redondeado en *ee'* como sucede con todas las demas piezas; pero como estos arcos son tan pequeños se consideran, sin error sensible, como cilíndricas el ánima de los cañones, y las recámaras de los morteros cilíndricos y los obuses; y como cónica la de los cónicos. *fn* es el ege del ánima, el cual coincide con el *hn* del cañon: *ge* fogon abierto en el *grano* ó pieza de cobre *ge* segun se acostumbraba poner antiguamente en el molde mismo ántes de fundir el cañon, y de cuyos defectos se habló en el §. 390. Actualmente se ponen como queda espresado en el §. 268. *ghg'* *culata*, pero para su construcion solamente se entiende *aha'*, como se ve en las figuras 13 y 14, pues la otra parte *no* entra en la descricion del primer cuerpo como se ha visto. La parte esférica *p* de la culata se llama *cascabel*, y la parte estrecha *q* su *cuello*. Sirve el cascabel para hermosear la pieza, y para montarla y desmontarla cuando no tiene asas (colecion de egercicios lám. 13 fig. 2.ª) *rr'dd'* *brocal* que para manifestar su construcion está representado en la fig. 16. La porcion arqueada *rr'ss'* se llama *tulipa*, y la restante *ss'dd'* *escocia*, cuya construcion se representa separadamente en la fig. 17. *u* representa una de las dos *asas* y sirven para montar y desmontar las piezas (colecion de egercicios lám. 13, fig. 1.ª), y cuya construcion está representada en la fig. 16, y su elevacion en la 15. *xx'* *muñones* (fig. 1.ª y 2.ª): sirven de ege para descansar el cañon sobre la cureña, y para facilitar su manejo. Por *longitud del cañon* se entiende la parte comprendida entre la faja alta de la culata y el vi-

vo de la boca como *in* ó su igual A′7. Esta se considera dividida en 7 partes iguales A′1. A′2, 3 &c. y por ellas se arreglan las longitudes, *ik*, *km*, *mn* de los tres cuerpos y la colocacion de los muñones y asas. *Refuerzo ó espesor de los metales* es el grueso del metal en el fondo del ánima y al rededor de ella, sin contar la parte *aha′* de la culata ni otra ninguna moldura. Los *resaltes* ó alturas de las molduras se cuentan desde el liso de los metales: asi el resalte de la faja alta de la culata es *a′x″*.

El perfil de este cañon de á 24 cortado por un plano perpendicular á su ege, y que pase por la mitad de las asas está representado en la fig. 8.

408. El cañon de á 16 está representado en la fig. 3: su figura, adorno y esplicacion son las mismas que las del de á 24: y su perfil está representado en la fig. 9.

409. El cañon de á 12 corto, cuyo plano representa la fig. 5.ª y su perfil la 4.ª, difiere de los dos anteriores: 1. en que á proporcion tiene ménos longitud y refuerzos que ellos: 2.° en que el primer cuerpo acaba con la faja, y el 2.° empieza con el talon ó papo de paloma: 3.° en que el espesor de la caña disminuye hasta el medio del astrágalo ó *collarino*, y despues sigue igual, es decir que la recta *cx′* es oblicua, y la *x′d′* paralela al ege de la pieza: 4.° en que tiene ménos molduras y de diferente figura el astrágalo y cascabel: 5.° en que tiene los ref erzos *o* llamados *contramuñones*, con los que se ajusta mejor entre las gualderas de la cureña: 6.° en que los muñones están situados mas arriba: 7.° finalmente, en que el fogon no es perpendicu-

lar al ege del cañon, sinó oblicuo para que el punzon que por él se introduce ántes de poner el estopin, taladre el cartucho ó *saquete* en que se encierra la carga.

410. La fig. 6 representa el plano de un cañon de á 8 corto; y aunque el fogon no se halla en el plano orizontal sinó vertical que corta á este cañon pasando por su ege, para manifestar que su direcion es oblicua al ege como la anterior, se representa por dos líneas de puntos, siendo igualmente semejante en todo lo demas al espresado cañon de á 12 corto.

411. El cañon de á 4 corto, que es en todo semejante á los de 12 y 8 de la misma especie está representado en la fig. 7. Por no haberse abierto aun las láminas correspondientes á los de á 12, 8 y 4 largos y cañon de montaña, se suspende su descricion para un apéndice; y en el entretanto debe saberse que su figura es la misma que la de los de á 24 y 16 de la lám. 17; y que para enterarse de la construcion de la culata, brocal y asas, sirven tambien las figuras 8, 15, 16 y 17 de la misma.

412. Los morteros de á 14 y 10 *cilíndricos*, y los obuses de á 9 y 7, los cuales se denominaban antiguamente de á 12 y 9, de á 8 y 6, segun queda indicado en las advertencias que están al frente de este tomo, están representados en la lám. 18. La figura 1.ª manifiesta el plano de un mortero cilíndrico de á 14. *egtuhf* ánima: *gtuh* su fondo: *txzu* recámara: AB longitud del ánima: BC longitud de la recámara: *ef* diámetro del ánima: *tu* de la recámara: DB longitud del primer cuerpo: BQ del 2.º: QA del 3.º ó de la caña. CD espesor del *culote*: YJ al rededor de la recámara: MO al rededor

del ánima: L′ cazoleta que se representa vista por su parte superior en la fig. 4.ª; y de perfil en la 5.ª para enterarse de su construcion: P asa que se representa separadamente en la fig. 3.ª para indicar su construcion: R muñones: S contramuñones. La cifra del Rey se graba entre la faja suelta y el asa: el número del mortero debajo de la cazoleta y mas abajo el lugar y dia en que se ha fundido.

413. La fig. 2.ª es el plano y perfil de un mortero cilíndrico de á 10 que solamente se diferencia del de á 14 en sus dimensiones y molduras; pero ya no se funden de esta clase desde que se han introducido los cónicos de á 14, 12 y 7, cuya esplicacion se dará cuando se abran las láminas correspondientes, y entónces se hará tambien la descricion de una gualdera de bronce para afuste de mortero.

414. La figura esterior de los obuses es semejante á la de los cañones, y la interior á la de los morteros: por lo que la esplicacion dada en los párrafos desde el 407 hasta el 410 inclusive, y en el 412 es aplicable á esta arma. En la fig. 6.ª está representado un obus de á 9, y en las 9 y 10 la de su asa para manifestar su construcion. El obus de á 7 representado en plano y perfil en la fig. 7 difiere del de á 9 en sus dimensiones y molduras, en que no tiene cazoleta, y en que su fogon es oblicuo al ege como digimos (410) de los cañones de á 12, 8 y 4 cortos. Finalmente la fig. 8 representa una asa de obus, vista de frente para enterarse de su construcion.

415. El mortero de plancha de á 14 y el pedrero de 19 están representados en la lámina 19. DF (fig. 1.ª) longitud de la gola de la recámara de di-

cho mortero: KL diámetro mayor de la recámara: *Er* radio del fondo de esta mitad KL: *o* centro del arco L*u*: *q* centro del arco *uj*: QMSNR primer cuerpo ó *vientre*: XQRy segundo cuerpo: *f*X y *h* tercer cuerpo ó caña: 3, 1, 2, 7 plancha ó *placa*, de donde el mortero se ha llamado tambien de *placa* ó *aplaca*. 7, 4, 2, 6 diente de la plancha: 2, 4 su altura: 1, 3 espalda de la plancha. Para enterarse de la construcion del asa está representada separadamente en elevacion y perfil en las figuras 2.ª y 3.ª; y con el propio obgeto la cazoleta en las figuras 4.ª y 5.ª

416. La fig. 6.ª manifiesta el plano y perfil del pedrero de á 19. AH longitud total: B*m* longitud del primer cuerpo: *m*W del 2.º: WH del 3.º: CD de la recámara: *db* estension de la parte en que descansa el plato de madera con que se cubre la recámara cuando se carga el pedrero: VI porcion cilíndrica con que termina el ánima á la cual se ajusta dicho plato. La asa y la cazoleta están representadas en las figuras 7, 8 y 9 para enterarse de su construcion.

417. Siendo director general de artillería el escmo. sr. conde de Aranda, propuso un reglamento de balerío, vientos y calibres, que fue aprobado por S. M. en 27 de noviembre de 1756; y esta ordenanza de balerío es la que rige al presente. Como la escala de calibres supone determinado el diámetro de las balas, las dimensiones de los cañones antiguos que se fundieron despues del año de 1756 se arreglaron de modo que sin alterar la ordenanza de 1743 se siguió el reglamento espresado de 1756. Ambas ordenanzas se siguen; porque aunque se han puesto asas en lugar de delfines, y se han suprimido

varias molduras y otros adornos superfluos, sin embargo subsisten en los cañones de á 24 y 16, y en los de á 12, 8 y 4 largos los mismos calibres, longitudes, espesores y demas dimensiones respectivas. Por esta razon suelen llamar tambien *cañones de ordenanza* á los de los cinco calibres espresados; principalmente á los de á 12, 8 y 4 largos, para distinguirlos de los aligerados de iguales calibres. Por igual razon suelen llamar *morteros de ordenanza* á los de recámara cilíndrica, para distinguirlos de los de recámara cónica, y de los de plancha. Pero como todos los reglamentos y órdenes relativas á la figura y las dimensiones de las piezas de artillería se deben considerar como adiciones á la ordenanza, se pueden llamar con igual razon *piezas de ordenanza* á todas las que se fabrican. Por esto y á fin de simplificar la nomenclatura usarémos de los nombres con que las hemos distintinguido, que son los que comunmente les dan en los estados de existencia.

418. De todo lo espuesto resulta que al presente se fabrican las 16 piezas siguientes: cañones de á 24 y 16, de á 12, 8 y 4 largos, de á 12, 8 y 4 cortos, y de á 4 de montaña: morteros de á 14 cilíndricos y de á 14, 12 y 7 cónicos: pedrero de á 19; y obuses de á 9 y 7.

419. Cañones *de calibres regulares* se llama á los cinco de á 24, 16, 12, 8 y 4 que actualmente se fabrican, sean largos ó cortos; y *de calibres irregulares* á los de otros calibres. En los estados de existencia se ponen separados los cañones de estas dos clases; pero respecto de lo que se acaba de esponer, seria mas propio clasificar tanto los cañones como las demas piezas, llamando *cañones*, ó *morte-*

ros &c. ó en general, *piezas de ordenanza* á las 16 espresadas; y *cañones* ó *morteros &c.* ó en general, *piezas que no son de ordenanza* á las demas.

420. Atendiendo al servicio á que se destinan en la guerra las piezas de artillería, se dividen principalmente en dos clases; una comprende las destinadas para la defensa y ataque de plazas, á las cuales se llama *artillería de plaza* y *sitio*; y la otra la destinada para las aciones campales ó *artillería de batalla.* Son de artillería de plaza y sitio los cañones de á 24 y 16, los de á 12, 8 y 4 largos; todos los morteros, el pedrero y el obus de á 9: advirtiendo que en varias ocasiones suelen ser de mucha utilidad en la defensa y ataque de las plazas los cañones de á 4 cortos, y los obuses de á 7. Son de artillería de batalla los cañones de á 12, 8 y 4 cortos, el de á 4 de montaña, y el obus de á 7. Esta misma clase por la diferente manera con que se sirven las piezas se divide en dos: se llama particularmente *artillería de batalla* cuando está servida por artilleros de infantería ó de á pie, y se destina en general para proteger las tropas propias, y batir las enemigas de cualquiera especie que sean unas y otras, para lo cual sirven las cinco piezas espresadas: y se llama de á caballo, cuando está servida por artilleros de caballería; en este caso se destina principalmente para acompañar y sostener á la caballería en sus evoluciones; pero tambien sirve con las demas piezas de batalla en las ocurrencias de toda acion campal en que pueda obrar segun su calibre. Para la artillería de á caballo se emplean solamente los cañones de á 8 y 4 cortos, y los obuses de á 7.

422. Por *cañones de batir* se entienden los de á

24 y 16, porque en el ataque y defensa de plazas sirven para batir y demoler sus obras y destruir sus fuegos; y por *cañones de campaña* los de á 12, 8 y 4, porque sirven principalmente para las aciones campales: para esto pueden destinarse los largos y los cortos, pero se dota el egército del número correspondiente de los últimos, como mas ventajosos en general, y se agregan segun las circunstancias particulares algunos de los primeros, y aun del calibre de á 16.

422. Finalmente por *artillería gruesa* ó *de grueso calibre* se entiende los cañones, morteros y obuses de mucho calibre; y se llaman *de corto calibre* los pequeños. Sobre esto no se puede dar una regla fija; porque en un tren de campaña se llama artillería gruesa á los cañones de á 12, cuando no se lleva de los de á 16.

423. Concluiremos este artículo con las dos tablas adjuntas de las dimensiones, peso, alcance, &c. de las piezas de artillería que en el dia están en uso sin que nos persuadamos que las nociones dadas en él sean suficientes para formar un oficial director de una fundicion: para esto son indispensables muchos conocimientos de química y metalurgia, y ademas una grande esperiencia acompañada de un cierto talento de meditacion y combinacion que no todos poseen. Nuestro obgeto ha sido dar sobre este importante ramo las ideas suficientes para que los jóvenes tomen una tintura de lo que es una fundicion; del método con que se fabrican las pesadas armas que han de manejar y servir, y de los principios por que se debe apreciar su calidad y mejorar su construcion. Creeremos haber conseguido mucho si al mismo tiempo les inspiramos el que dis-

curran este y otros puntos de nuestra facultad sin preocupacion, parcialidad, ni acritud; sinó desconfiando sinceramente de las apariencias, y dando solo un eterno asenso á lo que manifiesten exactas, repetidas y combinadas esperiencias: que es lo que conviene al servicio del Rey, al honor del cuerpo y á la propia reputacion de cada particular.

Dimensiones principales y peso de

Calibres de las piezas regulares de a	24.				16.				12.			
Sus dimensiones en medida de Paris. . .	Pies.	Pulgadas.	Lineas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Lineas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Lineas.	Puntos.
Diámetro del ánima.	.	5	7	9	.	4	11	3	.	4	5	9
Longitud del ánima.	9	6	4	.	8	7	1	.	8	7	6	.
Longitud del primer cuerpo.	2	10	4	1	2	6	10	3	2	6	10	3
Longitud del segundo.	1	8	5	$8\frac{4}{7}$	1	6	4	8	1	6	2	2
Longitud del tercero.	5	5	2	$2\frac{3}{7}$	4	10	9	1	4	10	11	7
Longitud del cañon desde la faja alta al brocal.	10	.	.	.	9	.	.	.	9	.	.	.
Longitud desde la faja al centro de los muñones.	4	3	5	$9\frac{4}{7}$	3	10	3	5	3	10	.	11
Longitud desde la faja al fin del cascabel.	.	10	2	1	.	8	11	7	.	8	5	5
Diámetro y longitud de los muñones. . .	.	5	8	.	.	4	11	.	.	4	6	.
Espesor de metales en la rasante del fondo del ánima.	.	5	8	.	.	4	11	.	.	4	6	.
En el fin del primer cuerpo.	.	5	3	9	.	4	7	4	.	4	2	$7\frac{1}{2}$
En el principio del segundo.	.	4	8	8	.	4	1	2	.	3	9	.
En el fin de idem.	.	4	5	10	.	3	10	9	.	3	6	9
En el principio de la caña.	.	4	.	2	.	3	4	7	.	3	1	1
En el fin de idem y vivo de la boca. . .	.	2	8	$11\frac{3}{7}$	.	2	3	2	.	2	1	$1\frac{1}{2}$
Diámetro del brocal.	1	2	.	$11\frac{6}{7}$	.	11	11	3	.	11	3	3
Resalte de la faja de la culata.	.	.	11	11	.	.	10	.	.	1	1	6
Diámetro del fogon.	.	.	2	9	.	.	2	8	.	.	2	7
Diámetro de las balas.	.	5	5	5	.	4	9	2	.	4	3	11
Calibres que corresponden á la longitud de las piezas desde la faja alta hasta el brocal.	$21\frac{69}{271}$				$21\frac{69}{79}$				$24\frac{24}{217}$			
Libras castellanas. . Peso de las piezas con los moldes, herrages y canaston....	20000.				13680.				11730.			
Id. en bruto con la mazarota.	12626.				7660.				6290.			
Id. regular.	6400.				4200.				3600.			

s piezas de artillería de bronce.

Largos.								Cortos.												Montaña.			
8.				4.				12.				8.				4.				4.			
Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.
.	3	11	.	.	3	1	$3\frac{3}{4}$	.	4	5	9	.	3	11	.	.	3	1	$3\frac{3}{4}$	.	3	1	$3\frac{3}{4}$
7	7	7	6	6	8	3	$2^{\prime\prime}$	6	1	11	.	5	4	6	.	4	3	2	.	2	2	.	.
2	3	5	.	2	.	.	.	2	2	.	.	1	10	8	6	1	6	.	.	.	5	9	4
1	4	2	6	1	2	1	.	1	1	.	.	.	11	4	6	.	9	.	.	.	8	8	$8\frac{5}{14}$
4	4	4	6	3	9	11	.	3	3	.	.	2	9	11	.	2	3	.	.	1	1	4	$3\frac{1}{14}$
8	.	.	.	7	.	.	.	6	6	.	.	5	8	.	.	4	6	.	.	2	3	10	$3\frac{3}{7}$
3	5	1	10	3	.	1	3	2	8	5	.	2	4	6	5	1	10	8	.	1	1	.	$8\frac{5}{14}$
.	7	9	.	.	6	6	6	.	6	6	.	.	5	6	.	.	4	10	4	.	3	11	$\frac{4}{7}$
.	3	11	.	.	3	1	$3\frac{3}{4}$	.	4	3	11	.	3	9	3	.	3	1	$3\frac{3}{4}$	.	2	1	2
.	3	11	.	.	3	1	.	.	3	8	.	.	3	2	4	.	2	6	3	.	1	3	8
.	3	9	.	.	2	11	.	.	3	5	10	.	3	.	4	.	2	4	9	.	.	.	.
.	3	5	.	.	2	8	.	.	3	3	7	.	2	10	6	.	2	3	3	.	.	.	.
.	3	3	6	.	2	7	.	.	2	11	2	.	2	6	8	.	2	.	3	.	.	.	.
.	2	10	.	.	2	2	4	.	2	6	9	.	2	2	10	.	1	9	2	.	.	.	.
.	2	1	.	.	1	8	.	.	1	8	11	.	1	6	$3\frac{1}{2}$	.	1	2	4	.	.	8	8
.	10	3	8	.	8	4	$8\frac{3}{4}$	.	9	10	7	.	8	6	11	.	6	9	$11\frac{3}{4}$	.	5	7	8
.	.	9	.	.	.	7	10	.	.	5	8	.	.	5	.	.	.	3	9	.	.	2	$5\frac{5}{7}$
.	.	2	6	.	.	2	5	.	.	2	7	.	.	2	6	.	.	2	5	.	.	2	.
.	3	9	3	.	3	.	.	4	3	11	.	.	3	9	3	.	3	.	.	.	3	.	.
$24\frac{24}{47}$				$27\frac{9}{197}$				$17\frac{82}{215}$				$17\frac{17}{47}$				$17\frac{73}{199}$				$8\frac{1336}{1393}$			
7958.				4888.				6804.				4838.				2880.				. . .			
4488.				2700.				3814.				2740.				1610.				. . .			
2600.				1410.				2100.				1370.				680.				150.			

Dimensiones principales y peso d

CALIBRES DE MORTEROS.	CILINDRICO. 14.				14.			
Sus dimensiones en medida de Paris.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.
Diámetro del ánima en la caña	1	.	.	.	1	.	.	.
Longitud del ánima hasta el vivo de la recámara	1	6	.	.	1	6	.	.
Longitud del ánima en la parte curva y continuacion de la recámara	.	.	.	.	.	6	6	.
Longitud del ánima en el hueco del plato	.	.	.	.	.	.	.	.
Diámetro de la recámara	.	4	6	.	.	9	1	.
Idem inferior de la recámara	.	.	.	.	.	4	11	.
Longitud de la recámara	.	9	.	.	.	7	9	.
Diámetro del hueco del plato	.	.	.	.	.	.	.	.
Longitud del primer cuerpo desde la faja alta de la culata inclusive	.	.	.	.	.	.	.	.
Longitud del primer cuerpo comprendida la parte esférica del culote	1	3	6	.	.	.	.	.
Longitud del primer cuerpo ó parte cónica con inclusion de la ságita del culote	.	.	.	.	.	11	4	4
Idem del segundo cuerpo	.	8	.	.	.	.	.	.
Idem de la caña hasta el vivo de la boca	.	10	.	.	1	9	9	.
Espesor de metales al rededor de la recámara	.	5	.	.	.	6	.	.
Idem al rededor de la caña	.	2	9	.	.	3	9	.
Idem en el cuerpo intermedio del ánima y recámara	.	3	11	4	.	.	.	.
Diámetro de los muñones	.	7	6	.	.	8	.	.
Longitud de los muñones desde el embase	.	5	.	.	.	6	.	.
Longitud total de los muñones	.	.	.	.	.	.	.	.
Longitud total de la placa	.	.	.	.	.	.	.	.
Ancho de dicha	.	.	.	.	.	.	.	.
Grueso de idem	.	.	.	.	.	.	.	.
Distancia del estremo inferior de dicha hasta encontrar con el ege del morterete	.	.	.	.	.	.	.	.
Diámetro del fogon	.	.	2	9	.	.	2	9
Diámetro del proyectil	.	11	10	6	.	11	10	6
Libras castellanas. Peso de las piezas con los moldes, herrages y canaston	.	.	.		11223.			
Id. en bruto con mazarota	.	.	.		5833.			
Id. regular	2200.				2700.			

s piezas de artillería de bronce.

Conicos.							Obuses.								Pedrero.				Morterete.			
12.			7.				9.				7.				19.				7.			
Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.
10	1	6	.	6	1	9	.	8	.	.	.	6	2	.	1	4	.	.	.	7	.	9
3	2	2	.	9	.	6	2	2	1	6	1	6	6	.	1	11	6	.	.	8	10	.
5	5	7	.	3	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6	.	.	.	.	.
7	8	1	.	4	5	2	.	5	.	.	.	3	.	.	.	5	.	.	.	1	10	.
4	6	1	.	2	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	10	10	.	3	3	3	.	11	10	.	.	7	.	.	.	9	.	.	.	2	5	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	6	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	3	7	.	.	10	.	.	1	6	6	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	4	.
10	2	4	.	5	8	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	9	3	.	.	6	7	.	.	4	4	.
5	10	.	.	9	6	.	1	4	1	6	.	9	3	.	.	11	11	.	.	5	3	6
5	3	.	.	2	.	.	.	5	8	.	.	3	4	.	.	4	10	.	.	1	5	3
3	6	.	.	1	3	.	.	3	.	.	.	1	9	.	.	2	3	.	.	.	10	8
.	.	.	.	.	.	.	.	4	8	.	.	2	3	.	.	4	5	6	.	1	1	5
8	.	.	.	3	.	.	.	5	.	.	.	3	9	.	.	7	.	.	.	.	.	.
6	.	.	.	4	.	.	.	5	.	.	.	3	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	8	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	7	3
.	2	9	.	.	2	6	.	.	2	9	.	.	2	6	.	.	2	9	.	.	1	6
10	.	.	.	6	.	.	.	7	10	2	.	6	.	.	.	.	.	.	.	7	.	2
8121.			1211.				11260.				3381.				. . .				1460.			
3806.			451.				6280.				2020.				. . .				960.			
1900.			200.				2700.				700.				2800.				200.			

ARTICULO III.

Del hierro y de la fundicion y fábrica de las piezas y municiones compuestas de él.

1. El hierro es el metal mas útil y de mayor uso en la sociedad, tanto en su parte civil como en la militar: en esta es una materia preciosa que con ninguna otra puede suplirse sinó imperfectamente: de él se fabrican las armas de fuego, punta y corte, los instrumentos de zapadores, minadores, gastadores y toda clase de obreros, los proyectiles de las piezas de artillería, muchas máquinas de ella: fortalece y ensambla las demas piezas de estas, las de los carruages, cureñas, afustes, &c. Siendo pues su uso tan esencial y estenso en el servicio de la artillería, nos es indispensable para no estar atenidos al dictámen de artesanos ignorantes y preocupados de sus antiguas prácticas, conocer este útil metal y saber apreciar su calidad.

2. Se puede mirar el hierro bajo de cuatro diferentes puntos de vista: como colado y sin purificar; como régulo, es decir, como afinado y separado por la mayor parte de las sustancias heterogéneas; como batido ó forjado; en fin, como acero. De cualquiera de estos modos que se considere es de un uso importante en la artillería, y por lo tanto se necesita saber apreciar su calidad respectiva.

3. El hierro colado es el material de que se fabrican las piezas de artillería para el uso de la real armada, y para el de las plazas en falta de las de bronce; tambien se fabrican de él todas las municiones de la artillería: asi nos parece indispensable

despues de dar una idea de este metal y de sus propiedades principales, esponer los medios de apreciar las minas de hierro, de preparar la mena ó las venas de ella segun su especie, y de estraer el hierro con las precauciones necesarias para que sea de buena calidad: tambien se espresarán las señales ó pronósticos por los que se puede conocer el estado del horno en que se haga la fundicion y la bondad de esta: y este será el asunto del número 1.° de este artículo.

4. La fundicion de las piezas de artillería hechas de hierro colado deberia ser uno de los puntos principales, no solo de este artículo sinó de todo el tratado; mas como por últimas reales resoluciones ha pasado la inspecion y direcion de estas fábricas á la real armada, para cuyo servicio son por lo general las piezas en ellas fundidas, solo tocaremos este punto muy superficialmente en el número II, en el que nos estenderemos sobre el método actual de fundir las municiones, y sobre los medios de perfecionarlas.

5. Las piezas de artillería de hierro colado que son las únicas de este metal que hasta aora se han usado tienen entre otros defectos el muy notable y funesto de reventarse astillando, y no ser fácil de consiguiente conocer cuanta será su duracion ó servicio: por cuya razon no se puede dotar de ellas un tren de batir ni de campaña, ni tampoco deben componer el número total de dotacion de las piezas de una plaza para su defensa. Mas como este defecto no sea esencial y privativo del hierro sinó en cuanto está impuro y cargado de azufres como el colado, no se deben desechar por él para los fines prescritos las piezas de hierro en que por haber-

se purificado este metal, esté exento del espresado acidente; pues por el contrario estas piezas serian incomparablemente mejores que las de bronce. Asi ha sido aunque sin éxito el obgeto de muchos sábios, hallar el método de poder soldar y forjar gruesas masas de hierro batido para fabricar cañones de artillería semejantes á los de fusil; ó de reunir sólidamente muchas piezas separadas para que formen una de artillería. Ultimamente Grignon, que á una ciencia nada comun en las materias fisicas reune una esperiencia de muchos años en la metalurgia singularmente en la parte concerniente al hierro, ha publicado dos memorias sobre el método de perfecionar las piezas de artillería, construyéndolas de régulo de hierro ó de hierro forjado: no nos atrevemos á decir afirmativamente que este clásico autor haya conseguido su intento: á la esperiencia sola toca decidir en esta materia; pero sí, que sus ideas son nuevas, sólidas, bien combinadas, y efectuadas parece que podrian resultar las grandes ventajas de tener una artillería mucho mas durable, ménos costosa y mas ligèra. Por esto nos hemos creido obligados á dar noticia individual del contenido de las espresadas memorias: lo que egecutarémos estractándolas en los números III y IV. de este artículo.

6. Aunque en este último estracto se darán varios conocimientos acerca del hierro batido; como estos serán referentes á la fábrica de cañones, créemos preciso dar noticias mas individuales de él, respecto al estendido é importante uso que tiene en la artillería; y este será el obgeto del número V.

7. Finalmente en el número VI. y último de este artículo se tratará del hierro considerado en

su cuarto punto de vista; esto es como acero, respecto á su importancia en el ramo militar: se manifestarán cuales sean sus diferencias con relacion al hierro; como se obtenga y fabrique; sus clases, reconocimiento y temple.

Número I.

De las propiedades del hierro, sus minas, ensayo, preparacion, fusion y conocimiento del hierro colado.

8. El hierro es un metal de un color blanco gris azulado, su peso es de 7,600: el mas duro y mas elástico de los metales, muy dúctil, fusible solo á 130 grados del pirómetro de alúmina de Wegood, muy conductor del fluido eléctrico y galvánico; el único metal dotado de magnetismo; tiene olor y sabor: sus efectos sobre la economía animal son muy saludables; y es el metal mas útil en los usos de la sociedad.

9. El hierro al contacto del aire se oxida con facilidad robando el oxígeno atmosférico, cuya accion se aumenta por la humedad del aire, absorviendo igualmente una porcion de ácido carbónico, con lo que toma el óxido un color pardo amarillento (azafran de marte aperitivo) del cual se puede despojar por la destilacion, quedando entónces un óxido negruzco atraible por el iman, que es el mínimo de su oxidacion, y tiene 27 por ⅜ de oxígeno. Este mismo óxido negruzco se obtiene triturando limaduras de hierro dentro de agua por mucho tiempo (etiope marcial de Lemery). El hierro limado toma por la calcinacion un color negruzco al principio de su oxidacion, la que aumentando le da un color ro-

gizo, resultando un óxido de hierro ad maximum con 48 por % de oxígeno (azafran de marte astringente). Estas oxidaciones lentas del hierro debidas á la grande afinidad del oxígeno con este metal, que es el segundo en esta clase despues del manganeso, se hacen rápidas por la misma causa con visible desprendimiento de lumínico y calórico, aplicándole al hierro un fuego fuerte como sucede en las limaduras de hierro echándolas á la lumbre, á las batiduras ó escamas de hierro candente que saltan al tiempo de machacarle, á las partículas del eslabon que saltan inflamadas con el choque del pedernal, y en el alambre del hierro espiral ardiendo y centelleando rápidamente en una botella con solo el contacto de una yesca encendida en la atmósfera del gas oxígeno, como demostró por primera vez el sabio Ingen-Housz.

10. El hierro es susceptible de unirse con el carbon: haciendo el hierro solamente un décimo de la mezcla, resulta un carbon muy lustroso y ménos combustible llamado *carburo de hierro*, que es lo que vulgarmente se llama plombagina.

11. El azufre fundido con el hierro en un crisol forma un sulfureto de hierro negro que á lo mas contiene 60 por % de azufre, el cual disuelto con ácido sulfúrico diluido en agua da por la descomposicion de esta, y por la union de su hidrógeno con un poco de azufre, el gas hidrógeno sulfurado muy abundante, que es el modo de obtener este gas en los laboratorios. La mezcla de partes iguales de limaduras de hierro y azufre hechas una pasta con agua, se calienta por si mismo en gran manera, se hincha, da mucha cantidad de vapores de gas hidrógeno sulfurado que se inflaman á veces espontá-

neamente, de cuyo residuo por su locion en agua, filtracion y evaporacion se obtiene un sulfato de hierro. El sulfato de hierro natural ó pirita comun se diferencia de este sulfureto artificial por su mayor cantidad de azufre que llega hasta 90 por %, por su color amarillo dorado, por su cristalizacion en cubos perfectos, por su estrema dureza que es tal que da chispas con el eslabon; para cuya formacion peculiar la naturaleza emplea sin duda medios desconocidos en el arte ó tiempos inmensos, comparados con la corta duracion de nuestras observaciones, como sucede con la formacion del cristal de roca y en otros casos. Con todo, la analogía de la composicion química del sulfureto artificial con el natural ó pirita, la propiedad de calentarse estos y de dar vapores inflamables de hidrógeno sulfurado, y de dejar el sulfato de hierro por residuo de esta descomposicion, la grande abundancia de estas piritas naturales en todas partes, y la multitud de bancos ó depósitos de sulfato de hierro nativo (vitriolo verde ó caparrosa) que se halla en el globo, dan fundamento para créer que este sulfato de hierro natural es efecto de la descomposicion de las piritas de azufre; y que la grande cantidad de calórico desprendido de estas metamórfosis naturales es la que suministra el calor á los manantiales perenes de las aguas termales ó calientes de varias especies que hay en nuestro globo.

12. El hierro en planchas delgadas, bien lisas, limpias y desoxidadas sumergidas y frotadas ántes en un licor acidulado, bien enjutas despues é introducidas varias veces en estaño fundido, forma la oja de lata, cuyo uso se ha estendido á causa de la consistencia, elasticidad y dureza del hierro, de la

inalterabilidad del estaño, y de la inocencia de ambos metales.

13. El ácido sulfúrico concentrado ataca y disuelve el hierro, desprendiendo gas ácido sulfuroso procedente de la descomposicion del ácido sulfúrico, bien que auxiliado del calor, pero diluido en agua disuelve el hierro con facilidad y rapidez desprendiéndose abundante gas hidrógeno, procedente de la descomposicion del agua, que es el modo con que se obtiene este gas en los laboratorios. El sulfato de hierro resultante de esta disolucion, filtracion del líquido y evaporacion es un sulfato ad minimum á 27 por % de oxígeno, de color hermoso verde de esmeralda y figura romboidal, que al contacto del aire adquiere un color amarillo, robando el oxígeno atmosférico, transformándose en parte en sulfato admaximum; y calcinado primeramente se vuelve blanco, perdiendo el agua de cristalizacion, y despues pierde el ácido dejando un oxido ad maximum de color rojo sanguineo (colcótar); cuyo ácido recogido por la destilacion de este sulfato de hierro natural es el ácido que se obtenia con el nombre de *ácido vitriólico*, llamado aora *ácido sulfúrico*, por ser el azufre su radical. El sulfato de hierro ad minimum con la potasa, la sosa ó el amoniaco da un óxido verdoso oscuro, y con sus carbonatos un precipitado efervescente: el sulfato admaximum siempre ácido y no cristalizable de color rogizo, da por los álcalis un precipitado rogizo de o, 48 de oxígeno; por el ácido prúsico un prusiate de hierro hermoso (azul de Prusia); y por el ácido gálico un precipitado negro lustroso (gallato de hierro) base de la tinta, á cuya mayor oxidacion que ántes no tenia y adquiere despues por el contacto del aire,

se debe el color negro que va tomando sucesivamente la tinta, hecha con sulfato verde en la cuba al tiempo de su formacion, ó vertida sobre el papel.

14. El ácido nítrico ataca el hierro con rapidez desprendiendo una nube de vapores rojos, lo disuelve y oxida admaximum. El ácido muriático ataca y disuelve el hierro, formando segun las circunstancias un muriato adminimum ó admaximum guardando una analogía en las propiedades de los resultados de su descomposicion con las de los sulfatos.

15. El ácido aceitoso ó vinagre con el hierro oxidado admaximum forma un acetito de hierro admaximum, que es el mordiente del color negro de las telas pintadas.

16. El ácido carbónico se combina con el hierro formando un carbonato adminimum; y en este estado se halla disuelto en las aguas minerales ferruginosas á favor del ácido carbónico, las que cuando contienen un esceso de este ácido son acídulas y picantes, depositando ambas el carbonato de hierro por el contacto del aire á causa de la evaporacion del gas carbónico disolvente.

17. El hierro deflagra vivamente con el nitro puro al fuego. El óxido de hierro fundido con sustancias vitrificables sirve para dar color rojo y pardo á los vidrios y esmaltes: su uso en la medicina es muy interesante en estado metálico y bajo diferentes preparaciones. Al fin del número V se indicarán otras propiedades del hierro, despues de haber dado á conocer lo que es hierro colado y forjado.

18. Si el hierro es el metal mas necesario y de mas estendido uso, tambien es el mas comun y

abundante: se halla en el fondo de los abismos de la tierra, y en todos los grados superiores hasta la superficie; acompaña generalmente las minas de todos los metales, les sirve de base y cubierta, y se une á ellas; penetra toda especie de piedras, tierras y arenas; sigue el curso de las aguas; circula con el jugo de las plantas, y con la sangre de los animales; en fin, se muestra en todas partes.

19. El hierro no puede estar tan generalmente estendido sin dejar de mostrarse bajo formas muy diferentes, y ligado á materias que alteran su composicion. Estas variedades son producidas por los diversos acidentes que han presidido su formacion ó por las sustancias que le han servido de matrices para recibirle, y dejar obrar en ellas las digestiones y transmutaciones necesarias á la perfecion de su mina; por lo que pasaremos á indicar las principales.

20. El hierro se presenta en estado nativo; en estado de óxido adminimum negruzco, que atrae el hierro (hierro magnético); en estado de sulfureto (pirita de azufre comun); en estado de alguna mayor oxidacion y lustroso (hierro especular y micado); en estado de su mayor oxidacion de color rojo ó pardo (eysenzalm, ó hierro compacto y ematites rojo; eysenzalm y ematites pardo); en estado de carbonato de color gris y amarillento (hierro espático); en estado de óxido mezclado con tierras arcillosas de color amarillento (hierro arcilloso); en estado de fosfato mezclado con óxido y arcilla (hierro cenagoso); en estado de prusiate de color azul verdoso y térreo (hierro azul); y en estado de óxido íntimamente mezclado con cuarzo (hierro cuarzoso ó esmeril); el cual por su grande dureza sirve para pulimentar los

metales, el cristal y las piedras mas duras; bien que á este fin se usan tambien los granates, el hierro magnético y otros fosiles duros, á los que por su analogía en el modo de obrar les llaman *esmeriles*.

21. Entre estos minerales de hierro los mas apreciables para su beneficio son el hierro magnético, el hierro especular, el hierro rojo y pardo compacto, el hierro arcilloso y el hierro espático, el cual se funde con facilidad y da un hierro de muy buena calidad propio para el acero. El hierro cenagoso por razon del fósforo que contiene da un hierro muy agrio.

Docimacia del hierro.

22. Antes de beneficiar en grande un mineral de hierro conviene ensayarle para ver la cantidad y calidad de dicho mineral; y aunque como acabamos de notar son varias y distintas las minas de este metal, hay con todo un método adoptado generalmente para el ensayo de todas ellas por la vía seca; este consiste en calcinar el mineral para separar el azufre, ó para atenuarle y dividirle, despues se funde el mineral mezclado con carbon y sales fundentes, como bórax, álcalis, vidrio molido y muriate de sosa, con el fin de separarle su ganga y desoxidarlo. Guiton de Morveau hace la mezcla de 8 partes de vidrio molido, una de bórax calcinado y una y media de carbon, de cuya mezcla se toman tres partes con una del mineral de hierro y se funden en un horno de forja dentro de un crisol embarrado con polvos de arcilla y carbon, con su cobertera y el hierro metálico que se precipita al fondo del crisol indica la cantidad de hierro contenido

en la mina. Para las minas de hierro arcillosas y siliceas puede emplearse un flujo compuesto de uno y un cuarto de cal viva, y uno y un cuarto de fluato de cal, uno de carbon en polvos, y cuatro de sal comun decrepitada, con cuatro partes de mineral revolviendo la mezcla en la fusion para que se precipite el hierro. Estos ensayos indican la cantidad de hierro obtenido, pero no su calidad ni sus aligaciones, lo que se consigue mejor por los ensayos de los reactivos.

23. En cuanto á su calidad de ser quebradizo en frio ó de serlo solamente calentado, se conoce fundiendo en un crisol embarrado y bien cubierto el metal del ensayo con una cuarta parte de hierro bueno y maleable, pues si el hierro que resulta es quebradizo despues de frio indica que el hierro del mineral de que procede dará un metal quebradizo en frio; pero si el hierro resultante se quiebra solo al martillo despues de haberse hecho candente hasta ponerse blanco, el hierro del mineral solo será quebradizo en caliente.

24. El ensayo por la via húmeda da la cantidad exacta del hierro del mineral y su naturaleza. A este fin se disuelve el mineral en el ácido muriático, y se precipita el hierro disuelto por el prusiato de potasa, cuyo precipitado de prusiato de hierro lavado y seco, dividido por 6 y desfalcando 10 por % que quedan siempre en el prusiato, da á conocer la porcion del hierro contenido en la mina.

Metarlugia del hierro.

25. Casi todas las minas de hierro ántes de beneficiarse necesitan por primera preparacion cal-

cinarse, quemarse ó *raguarse* como se dice en nuestras ferrerías. Este fuego preparatorio las abre, disipa parte del azufre y otras sustancias volátiles, desata y facilita la separacion de las tierras, piedras y otros cuerpos eterogéneos, y proporciona desmenuzar el mineral con facilidad para echarle en el horno ó fragua.

26. Esta operacion se egécuta en nuestras fábricas poniendo un lecho de carbon de medio pie de alto sobre el terreno, encima otro de mena ó vena de un pie de alto; y asi alternativamente lechos de carbon y mena hasta formar una especie de paraboloide cubierto esteriormente de carbon; al que se da fuego, y arde por espacio de cuatro ó cinco dias. Tambien se suelen raguar las minas colocándolas en igual disposicion en unos hornos semejantes á los de cal: práctica mas ventajosa, porque con ménos carbon y mas igualdad se calcinará la mina.

27. Segun Schlutter es preferible el uso de quemar la mina con leña; porque el carbon no hace efecto mas que sobre la parte del mineral contigua á él, y asi es preciso poner alternativamente lechos de carbon y de mineral, cuando usando de leña basta poner un lecho por base ó pie, el cual incendiado atraviesa con su llama todo el mineral, y le pone rojo en toda su altura. La madera mas apropósito segun este autor es la de pino, y en su defecto la de encina, roble ó haya; pero siempre muy seca; y asi se egecuta ya generalmente en todas partes, como el hacer esta operacion en los hornos que se citan en el párrafo anterior.

28. Tanto las venas que se hayan preparado quemándolas, como las que no necesiten de está operacion es conveniente romperlas, desmenuzarlas

y lavarlas. Lo primero se egecuta en un molino semejante á los de pólvora, llamado *bocard*, del cual dimos noticia en el artículo anterior. Grignon ha inventado uno muy ingenioso donde el mineral se rompe, agita, se separan por decantacion del agua las partes térreas y aun se criba. Nosotros no podemos entrar en el por menor de él; basta espresar que esta preparacion léjos de ser dispendiosa, origina menor gasto; porque no se consume una gran cantidad de carbon en fundir vanamente materias estrañas al hierro, saliendo este ademas de mala calidad.

29. No se puede negar que el lavar los minerales con la mayor proligidad ocasiona un producto considerable, y que el hierro sea de buena calidad. Para esto contribuye tambien en gran manera la acertada mezcla de los minerales; los arcillosos se deben mezclar con los areniscos; y los que contienen partes calizas deben concurrir á la perfecion de ellos, tanto para facilitar su fusion como la separacion de sus partes heterogéneas.

30. Para mezclar los minerales se debe tener cuidado de acopiarlos y prepararlos separadamente, á fin de mezclarlos despues en las proporciones que exijan, segun los conocimientos que se hayan adquirido de sus calidades. Si los minerales aunque de diferente calidad son de un igual volúmen, no necesitan lavarse separadamente, y se pueden mezclar cuando sufran esta operacion.

31. La reducion de los minerales de hierro es la operacion que exige el fuego mas activo, véemente y considerable; pues sus partículas no se desunen sino por la acion de un semejante fuego. Tampoco adquieren las propiedades metálicas, sino se desoxi-

dan por el carbon, y este no produce efecto, sino estando aplicado inmediatamente: asi es necesario que en los hornos de fundicion esté el mineral mezclado con el carbon para que reciba su oxígeno á medida que se aparte de aquel.

32. Para que el fuego sea vivo es necesario aumentar el paso del aire por fuelles, barquines, trompas ó ventiladores; ó por la construcion particular del horno (como se dijo en el número III.° del articulo anterior) pero esta especie de horno, llamado de reverbero, no puede tener uso en la reducion de las minas de hierrro (porque es necesario que las toque el carbon) á ménos que no se combine el mineral con carbon de madera; mas siempre será ventajoso el horno de fuelles, sean estos de la especie que se quiera.

33. Los materiales de que se fabriquen los hornos deben ser de los que se aproximen mas al estado de vitrificacion, como la piedra arenisca que en nuestras fábricas llaman piedra de fuego, la pizarra y otras materias refractarias. Y su figura mas ventajosa parece debe ser la circular; pero en la práctica se halla mas conveniente la elíptica, porque facilita se gobierne y trabaje mas comodamente en el horno.

34. El uso mas comun en la construcion de los hornos es fabricarlos de modo que la cavidad que degen interiormente, tenga la figura de un obelisco AHY lám. 2. fig. 1. en la que se distinguen 4 partes que son AB altura del crisol: BC id. del cañon de los atalages que algunos llaman *cañon de fundicion* y otros *hogar interior*: CF altura de los atalages: FG altura de la camisa THYT desde el nivel de los *cieles* que es la union de los atalages y dicha camisa.

La base de este horno es un rectángulo TI lám. 1. fig. 1. en el que los lados de la *tobera* y *contraviento* O, M tengan cinco pies; y los laterales del *tin* y *recosten* P, Y cuatro y medio; mas esta forma angular es muy defectuosa, porque no se distribuyen con igualdad los lechos de carbon y de mineral: asimismo se forman por los ángulos cuatro torrentes de aire, por donde se disipa el fuego y hace caer al mineral próximo aun crudo á sobrecargar una cantidad de carbon que no puede reducir esta porcion superabundante de mineral.

35. Es muy ventajoso hacer los hornos bastantemente elevados, porque los declivios son mas insensibles, las materias descienden mas lentamente, y mejor digeridas, y se puede dar mayor capacidad á los hogares, aunque se hubiesen de aumentar los fuelles en magnitud ó en número para suministrar la cantidad necesaria de aire. Asi convendria que su altura fuese de cuatro toesas.

36. Estos hornos como los de reverbero deben estar sobre una bóveda X lám. 2. fig. 1. y precavidos de toda humedad: sobre la bóveda está el crisol ó caldera PY lám. 1. fig. 1. que se debe construir de arcilla y ladrillos hechos de ella, ó de piedra arenisca; su fondo ha de ser de arenas calizas, ó conchas molidas, de las muchas que se encuentran en la tierra, provenidas de inundaciones: sus dimensiones en un horno de 18 pies de alto son 15 pulgadas desde la tobera VS al contraviento M, 55 del tin *q* al *recosten* Y, y 18 de alto: en algunas fábricas llaman tambien *templillo* al tin, *rustina* al recosten. La longitud del crisol se aumenta hácia el lado derecho de la tobera: esto es hácia el *tin* (que lo componen unos barrotes de hierro colado que atra-

viesan el crisòl, y sobre los que se fabrica este costado del horno) y se termina por una plancha de hierro colado PK llamada *dama*, situada con una inclinacion de 60 grados, por la cual caen las escorias. Sobre el crisol está la tobera SV lám. 2. fig. 1. frente del ege del cuerpo del horno; este se compone de dos conos elípticos truncados BF, FG y unidos por sus bases: los eges conjugados de los dos por esta parte, llamados *cieles*, son de 6 y 5 pies: el cono superior tiene 12 pies de alto, y su base menor HY, que es la boca del horno, tiene 30 pulgadas de mayor diámetro y 25 de menor.

37. El cono inferior tiene su boca menor EG en forma de un rectángulo, cuyos lados menores, de 15 pulgadas de largo, son circulares, y los otros de 23 pulgadas rectilíneos: la altura BF de este cono es de 4½ pies. En uno de sus lados mayores se sitúa la tobera sobre una plancha de hierro fundido, colocada orizontalmente: su boca *pq* debe ser de 3 pulgadas de alto y cuatro de ancho, y estar dirigida al ege de los conos. La tobera se abre tambien en una piedra llamada *capilla*, sin guarnecerla de una tal plancha de hierro.

38. A un lado de la dama, regularmente al del contraviento, hay un espacio *g* lám. 1. fig. 1. de cuatro pulgadas de ancho entre ella y el barrote, ó prisma de hierro colado, que se llena de arcilla amasada con arena, para que taladrando despues esta especie de tapon con una barra llamada *sangradera* pueda salir la fundicion.

39. La boca superior del horno debe estar cubierta de una plancha arqueada de hierro colado; y aun mejor de una chimenea de siete pies de alto, cerrada por todas partes ménos por el lado del re-

costen. Para la mas completa inteligencia de la construcion de los hornos de hierro véase la esplicacion separada que se hace de las láminas 1, 2, 3 y 5 pertenecientes á este artículo. En nuestra fábrica de Trubia se construyeron bombas en lugar de fuelles; pero no habiendo tenido buen efecto se les sustituyó unos fuelles de madera de que se hablará cuando se abra la lámina correspondiente.

40. Despues de construido ó reparado un horno se debe dejar secar algun tiempo ántes de llenarle de carbon: algunos suelen encender dentro un fuego ligero de llama para enjugarle; pero esta práctica es perjudicial en las obras de arena. Seco el horno se llenará de carbon, cerrará la tobera y por la abertura por donde ha de salir la fundicion se introducirá una palada de carbon encendido: el fuego se va estendiendo insensiblemente hasta ganar la boca superior en lo que tarda mas ó ménos segun la calidad del carbon, sequedad del horno y estado de la atmósfera. Desde que el fuego aparece por la boca superior se principian á dar *parrillas*; esto es á introducir por entre la dama y el tin unas palancas de hierro batido que suspendan el carbon algun tiempo y dén paso al aire á fin de avivar el calor en la caldera y disponerla á recibir el baño y separar las materias vitrificadas que se desprendan del cuerpo del horno: esta operacion conviene repetirla con alguna frecuencia. Luego que el carbon haya bajado el espacio de una carga se echará suficiente cantidad de él para llenar el horno; y asi sucesivamente por dia y medio despues de manifestarse el fuego por la boca, respecto á que este tiempo es el que la esperiencia ha manifestado suficiente para preparar el horno á recibir el mineral.

41. Pasado este tiempo y que el horno tenga vacío el espacio de una carga que será cuando el carbon haya bajado tres pies, se cargará por la primera vez de mineral con las precauciones que despues diremos, y sucesivamente se iran echando cargas conforme haya lugar para ellas. Cuando se conozca que el mineral de la carga primera ha llegado á la tobera, porque se vean chispear algunos globos ó gotas de él en la caldera, se darán las últimas parrillas, limpiará la caldera, se pondrá en su fondo una cama de cisco para recibir el baño, cerrará la abertura de ella, destapará la tobera y principiarán á andar los fuelles.

42. No todo carbon es oportuno para los hornos de hierro: el reciente es contrario al producto del horno, y al tiempo que debe tardar la fusion del mineral: el muy húmedo por haber permanecido mucho tiempo en algun subterráneo, no es tampoco adecuado: el muy menudo se une y apelotona con el mineral é impide la circulacion del aire: el que tenga muchos tizos ó que se haya requemado, tampoco es conveniente, porque en grueso volúmen contiene poco carbono.

43. La carga de un horno debe componerse de una determinada cantidad de materiales que deben obrar y sufrir los efectos de la digestion, y que se introducen en el horno en intervalos iguales de tiempo, á proporcion que se van consumiendo. El carbon que contiene el principio activo es la base; su volúmen debe ser invariable. El mineral que es el principio pasivo de la carga se proporciona segun su carácter; los refractarios deben entrar en menor cantidad, y los fundibles se deben emplear con mas abundancia: los fundentes (por los que no

se debe entender un cuerpo particular sinó todo el que tiene por base una sustancia caliza ó absorvente) deben entrar con proporcion á la cantidad y calidad del mineral. Tambien suele ser conveniente cargar el horno con alguna cantidad de una arcilla amarilla, mezclada de tierra animal ó vegetal muy atenuada y comovida por las aguas: su uso es conservar las paredes del horno contra la grande impresion del fuego, estendiéndose por su superficie como un barniz que impide que el mineral se fige á ella: tambien sirve de fundente á la sustancia caliza, refresca la tobera, y le dan el nombre de *castina*.

44. El carbon y el mineral se deben echar por la boca superior del horno en lechos alternados, y lo mismo los fundentes y la arcilla; pero con la precaucion de acumular el carbon hácia el tin, el mineral á la parte opuesta, los fundentes en medio y la arcilla hácia la tobera y el contraviento.

45. Las cargas se deben suceder unas á otras y no ser muy fuertes: basta que el horno tenga tres pies vacíos para poner una nueva carga de los espresados tres ó cuatro materiales. El uso de cargar el horno con mayores cantidades tiene los inconvenientes de que se consume mas carbon, la mezcla de los materiales es mas dificil de hacer, su carga ha bajado mucho, lo que ocasiona una pérdida considerable de calor; los materiales se precipitan desde luego en el cono inferior ú hogar, y de consiguiente llegan crudos y las paredes se queman mas prontamente.

46. Los fuelles deben estar colocados orizontalmente y de tal modo dispuestos, que la cantidad ó golpe de viento sea siempre igual y sin interrup-

cion: para conseguirlo seria conveniente que hubiese tres fuelles en lugar de dos, y que de todos saliese el aire por un solo cañon.

47. Se debe examinar frecuentemente y con mucho cuidado la tobera que ha de estar siempre brillante y sin chispear: es necesario quitar de delante algunas escorias y parte de la arcilla que estorban la acion del viento: tambien se debe cuidar de mantenerla siempre de la misma magnitud reparándola con arcilla.

48. Se puede estar cierto de que un horno está en buen estado cuando sus funciones son periódicas y sencillas; es decir cuando sus cargas se consumen en tiempos iguales, que su producto es á corta diferencia el mismo, y que las fusiones se repiten cada doce horas. Tambien se conoce que un horno egerce bien sus funciones cuando las escorias corren pausadamente hasta el pie de la dama, y son de un color verdoso con algunas vetas ligeras blanquecinas ó de un color de lino que tira á amarillo. Cuando la impresion del viento de los fuelles ocasiona un movimiento de undulacion en las escorias, lo que se percibe desde fuera por una especie de reflujo pausado; la llama que se descubre por la boca superior y por la inferior es viva, la de abajo blanca con algunos rayos amarillos rojos, y la de arriba corta, azul, mezclada de blanco, y rayos rojos brillantes; los bordes de la boca superior y su interior están blancos; y en lo interior del horno se oye un ruido sordo continuado: todas estas señales reunidas, y la de espesarse las escorias y ser mas oscuras prueban que se ha vitrificado un poco de hierro, y que se debe aumentar la dósis del mineral.

49. Cuando la llama que sale por la boca superior del horno es de un amarillo apagado, mezclado de un rojo oscuro, y está acompañada de humo; la boca tiene un color lívido renegrido; las cargas no descienden igualmente; la tobera chispea, está demasiado ardiente, se oscurece porque se le pegan las escorias; la llama de abajo es oscura y pálida, mezclada de humo: las escorias son muy morenas, de un verde oscuro vetado y corren muy abundantemente, formando bolas de donde salen chispas; y en el horno no se percibe ningun ruido: se puede inferir que el horno está ó va á estar en muy mal estado.

50. Cuando las escorias son vidriosas, es decir, que están como pulidas, reflectando la luz aun rojas, y su masa se mantiene bastante caliente interiormente; se debe inferir que el horno principia á estar sobrecargado de mineral, y que el hierro comienza á mudar de calidad; y es preciso disminuir en cada carga la dósis del mineral á ménos de no valerse de carbon mejor acondicionado.

51. El carbon reciente está espuesto á producir esta especie de escorias: acidente que siempre se debe imputar á defecto del carbon. Cuando las escorias corren con mucha abundancia porque están muy fluidas, es señal que el mineral no se ha digerido bien: sospecha que se confirma cuando el color de ellas es negro: lo que proviene de estar el carbon muy húmedo ó ser de mala especie. En este caso entra la mena en el baño sin haber sufrido el fuego necesario para dividirla, una parte del mineral queda imperfectamente metalizado, y la otra simplemente fundida, se une á las escorias haciéndolas

mudar de color. Es pues preciso en este caso disminuir la cantidad de mineral.

52. El color de las escorias cuando está el horno en buen estado y egerce bien sus funciones, es decir su color natural, varía segun la naturaleza de las materias que están mezcladas con el mineral. Hay minas que producen las escorias de color azul, otras verde, y aun tambien las hay que las producen negras.

53. El carbon muy grueso deja entre sí intersticios considerables por donde se precipita el mineral estando apénas rojo: la rarefacion que causa hace levantar las escorias que entran por la tobera, se endurecen, interceptan el viento y aun queman los fuelles: el baño se espesa y pega á los útiles. En este caso crítico es necesario cercenar una cuarta parte del mineral, vaciar los mas exactamente que se pueda el fondo de la caldera cuando se funda, acelerar el movimiento de los fuelles, y hacer romper los carbones gruesos ó usar de carbon mas menudo.

54. La humedad del mineral con que al salir del lavadero se carga un horno, la que una gotera ó filtracion de las lluvias introduce en él, ó la que resulta de las grandes avenidas, disminuyen considerablemente el calor; el mineral se apelotona y pega á las paredes, el baño se fija, las escorias no pueden salir; de modo que suele ser indispensable cerrar el horno. Si no se llega á este caso estremo se podrá restablecer, redoblando la acion de los fuelles, limpiando continuamente la tobera, empleando la mejor calidad de carbon, disminuyendo la carga del mineral y elevando á fuerza de trabajo

las masas de metal que se hayan pegado sin atormentar demasiado el horno.

55. Cuando se quiera apagar un horno es necesario hacerlo con varias precauciones: el mejor método es echarle tantas cargas de carbon solo, llamadas *cargas falsas*, cuantas se sabe puede contener; andar los fuelles hasta que se note que no cae mas mineral; vaciar el metal que hay en la caldera; limpiar esta y cerrar el horno exactamente.

56. Esponer por menor todos los acidentes que pueden alterar la calidad del metal procedente de la primera fusion, y los medios de corregirlos seria un asunto estremamente difuso y prolijo: ademas que solo una esperiencia continuada y reflexiva puede percibir las alteraciones del horno y del metal por la llama y ruido del horno, y por el color y consistencia de las escorias; pues no es fácil sin ella conocer ni esplicar las mutaciones insensibles ú poco fijas de los colores medios y compuestos de la llama y las escorias, por donde se percibe la buena digestion del mineral y mejor estado del horno: hemos indicado las principales señales, su esplicacion requiere práctica; pero para poder tener los principios suficientes sobre estas materias es indispensable estudiar las obras de Buffon, Grignon, Reaumur y Bochu.

57. El producto de esta primerà fundicion no es un metal, pues le falta ser correoso; por lo tanto no se le puede llamar con propiedad hierro fundido ó colado; sinó que deberia llamarse piedra ó *mata* de hierro, igualmente que al cobre procedente de la primera fusion (número 1.° articulo II). De cualquier modo que sea esta primera especie de hierro sale del horno bajo diferentes grados de pureza, con-

sistencia, color y limpieza: y comunmente se divide en dos especies distintas llamadas *fundicion blanca* y *gris*: cada una de estas se subdivide en otras diferentes en color y calidad.

58. En general el hierro colado no es otra cosa que mineral fundido, con retencion de una parte de algo de azufre y otras sustancias que contenia, y que se ha cargado abundantemente en la fusion de los principios volátiles del carbon: de modo que el hierro colado se diferencia otro tanto del hiero puro como el antimonio se distingue de su régulo.

59. La fundicion blanca es la peor porque está cargada de materias heterogéneas siendo varias las causas que contribuyen á ello. 1.ª Cuando se sobrecarga un horno de mineral relativamente al calor que pueda tener; sea que este defecto de calor proceda de una construcion viciosa, de la debilidad de los fuelles, de la mala especie del carbon por haberse pasado al hacerlo ó haberse humedecido en los almacenes: todos estos acidentes se oponen á la exacta separacion de las materias estrañas. 2.ª Cuando el fundidor no está con el debido cuidado para hacer bajar las cargas suavemente, y que no se precipiten desde luego; porque en este caso hacen una bóveda sobre la tobera, y cuando esta se viene á quebrantar las cargas descienden confusamente y entran en parte en el baño. 3.ª El mismo acidente sucede cuando el cuerpo del horno forma ángulos en donde se acumulan las materias hasta formar masas gruesas que al fin se precipitan en el baño. 4.ª Un semejante inconveniente resulta de la antigüedad del horno que se habrá ensanchado demasiado con el uso y no podrá sostener el equilibrio de la coluna de las materias de que se carga. Todos

estos acidentes son causa de que la fundicion sea mas ó ménos blanca: esta se puede subdividir en tres especies.

60. La primera que proviene de los acidentes violentos del horno sale turbada interiormente por el esfuerzo que hacen las materias estrañas para salir, y formando ampollas de que saltan chispas; es pesada, quebradiza, oscura por fuera, y alguna vez tirando á roja, blanca por dentro, sin brillo ni coordinacion, y de un sonido áspero y duro. Esta fundicion, á la que con particularidad se le puede dar el nombre de *mata de hierro*, no es útil para ninguna obra, y en las fraguas á costa de mucho trabajo produce un malísimo hierro.

61. La segunda especie de fundicion blanca procede de algunos ligeros acidentes, ó de que las proporciones de la mina y el carbon no son justas. Esta á causa de la gran cantidad de partes metálicas estrañas y sulfúreas que contiene ataca y corroe la caldera que la recibe, sale muy ardiente del horno y con ímpetu, hierve, arroja muchas chipas: se fija prontamente, es desigual por la superficie, se cubre de una corteza dura, negra y quebradiza, que se separa por escamas. Interiormente es muy blanca, dispuesta mas ó ménos regularmente en rayos ó agujas como el antimonio, ó como todas las sustancias metálicas unidas íntimamente á mucho azufre; su sonido es claro y como de plata; al enfriarse se rompe con estrépito, cuando su volúmen no es proporcionado á su espesor; es pesada, dura y quebradiza; la lima no la muerde; se funde con facilidad; y el hierro que produce en las fraguas es de mala calidad.

62. La tercera especie de fundicion blanca es

la que ha recibido un grado de depuracion superior á la precedente; asi es mas perfecta, y aunque contiene materias sulfúreas y heterogéneas, participa de la fundicion gris: lo que se percibe por partes de esta última mas ó ménos estendidas en sus masas, y que forman pintas estrelladas grises, que se asemejan á las de la trucha.

63. Esta fundicion sale del horno mas fluida y tranquilamente que la anterior: no obstante, arroja chispas brillantes, que manifiestan su calidad é imperfecion: el hierro colado que resulta es muy apropósito para los ayunques de las fraguas, y para toda especie de obra en que el volúmen contribuye á su solidez: el hierro procedente de ella es mucho mejor que el de los anteriores.

64. A esta especie de fundicion se puede reducir la que siendo gris por naturaleza se hace dura, blanca y quebradiza por haberla recibido un molde frio, húmedo y compacto en el que se fija precipitadamente.

65. La fundicion gris se obtiene por una justa proporcion del mineral, fundentes, correctivos y calor, de donde resulta la separacion de las materias heterogéneas que se vitrifican, y una fusion exacta de las partes metálicas. Esta fundicion es la que produce el mejor hierro, que se podrá obtener de la peor mina si se procura que su fundicion sea gris.

66. Hay por lo general dos especies de fundiciones grises, la una de un gris ceniciento, y la otra mucho mas oscura, tirando mas ó ménos á negra. La primera es la que tiene toda su perfecion, considerándola como hierro colado; sale del horno tan fluida como el agua, procurando su nivel; aparece tranquila, y tiene un color amarillo dorado, hace flujo

y reflujo vertida en un molde orizontal: exala algunos vapores blancos, que amarillean; toma toda suerte de impresiones, y se puede cincelar con delicadeza: disminuye considerablemente de volúmen al enfriarse, y se cubre su superficie esterior de una película de escorias muy ligera; su color esterior es de un gris apizarrado, brillante cuando tosca, y de plata cuando pulida; el herrumbre la ataca dificilmente por su superficie, y muy pronto por dentro; rota, manifiesta un color gris ceniciento vivo si está en su grado de perfecion, y no ha recibido una especie de temple por un enfriamiento súbito, sino que al contrario se le ha facilitado la evaporacion del azufre superabundante enrarecido por el calor: entónces se deja limar, se rompe dificilmente, tiene alguna elasticidad, y el martillo hace impresion en ella comprimiendo sus moléculas. La forma y coordinacion de sus partes interiores dependen de las circunstancias que hayan precipitado, suspendido ó prolongado su enfriamiento; cuando alguna causa ha perturbado el órden, su coordinacion es confusa, y su grano como el del acero, mas ó ménos grueso y redondo; pero un enfriamiento muy lento procura á sus moléculas una coordinacion simétrica.

67. Cuando un horno se carga con poco mineral, ó que su grado de calor se ha aumentado por un fuego muy véemente, ó por un carbon muy fuerte, ó en fin porque el baño ha estado mucho tiempo en la caldera, la fundicion es de un gris oscuro frecuentemente renegrido, que es la segunda especie de fundicion gris. Esta sale del horno muy pausadamente, porque su mucha concentracion sirve de ostáculo á su fluidez; su color es triste; se cubre de arrugas formadas por los pliegues de una pelícu-

la, compuesta de su propia sustancia, que pierde inmediatamente su fluidez en la superficie, y de la que el movimiento del aire escitado por el calor envuelve algunas partículas que revolotean, y brillan en la atmósfera; su testura es rala, lo que la hace ménos pesada; es dócil á la lima, y se puede cortar, pero se desgrana mas fácilmente que la otra especie anterior; sufre un esfuerzo violento ántes de romperse; es muy dura al fuego; pero da un hierro nervioso y consistente.

68. Esta fundicion ocasiona una falta de producto considerable en un horno: las piezas fundidas de ella rara vez salen bien acabadas, singularmente siendo pequeñas, porque el polvo ó limaduras (que suelen llamarse *kis* en nuestras ferrerías) la impiden tomar las impresiones de los moldes, y de que la fundicion se reuna perfectamente; de modo, que las piezas aparecen como corroidas de herrumbre y surcadas, y aun penetradas enteramente de huecos llenos de kis.

69. Cuando un fundidor inteligente nota por el color y consistencia de las escorias, ó por el kis que se pega á sus útiles cuando remueve el baño, que este se ha requemado en parte, introduce en la caldera una hora ántes de vaciarla algunos pedazos de fundicion blanca mas ó ménos, segun la necesidad, ó un poco de plomo: este último medio es aun mas oportuno. En uno y otro caso el kis, que es hierro calcinado, se vivifica, y las obras que se hagan de la fundicion salen de buena calidad, porque los medios empleados vuelven al baño su oxígeno y azufre.

70. Con las ideas espuestas en este número se tendrán suficientes nociones para apreciar y distin-

guir la calidad del hierro colado que resulta de la fusion de las menas de hierro, y para saber proporcionar las fundiciones de artillería, y de sus municiones, que es el obgeto del número siguiente.

Sobre el carbon de piedra para los hornos de fundicion.

71. La escasez de leña en las cercanías de nuestra fábrica de Trubia en Asturias, hizo pensar seriamente á nuestro gobierno hácia el año de 1800 en sustituir el carbon de piedra, como se sabía que lo usaban en varias fábricas de Francia é Inglaterra. Con este obgeto se dispuso pasase un oficial del cuerpo á reconocer esta maniobra á la fábrica francesa de Creusot, quien á su vuelta trajo todas las noticias que le parecieron convenientes para el aumento, y se empezaron las operaciones en dicha fábrica, que aunque prometian buen éxito, hubo que suspenderlas por los acontecimientos de la guerra ocurrida á poco tiempo. Posteriormente apénas se ha podido trabajar en dichos hornos ni con uno ni otro por las circunstancias apuradas del real erario. Tenemos á la vista muchas de las noticias y apuntaciones que trajo de su viage el espresado oficial, que deberán consultarse siempre que se trate de continuar este trabajo, pero la premura del tiempo no nos permite hacer un estracto de ellas; y asi nos contentaremos con dar una ligera idea de este combustible relativamente á su uso en la fundicion del hierro.

72. La *hornaguera* vulgarmente llamada *carbon de piedra*, puede considerarse como una leña fosil, que como todo vegetal necesita carbonizarse ó reducirse á lo que llaman *coak*, cuya operacion puede hacer-

se como con la leña comun; pero para los usos delicados, como el que se trata, debe egecutarse por destilacion, porque entónces sale mas puro, y no se disipa tanto carbono.

73. La hornaguera de buena calidad para los hornos de fundicion debe ser ligera, de una dureza poco considerable, sonora, suave al tacto, compuesta de pequeños paralelípípedos, de un buen negro reluciente y sin sulfureto.

74. Pero estas señales esteriores por si solas pueden engañar y asi es preciso reconocer el coak de la hornaguera que se haya escogido. El coak para ser bueno debe tener nada ó muy poco de azufre y ha de producir poca ceniza y mucho carbono. La presencia del azufre se distingue á la simple vista en la hornaguera cuando esta se reduce á coak por su llama azulada y olor azufroso: la cantidad de ceniza quemando esteriormente una porcion conocida de coak, y pesando exactamente el residuo, y finalmente la cantidad de carbono se puede averiguar por induccion, ó bien haciéndolo detonar con salitre bien puro. De estos medios se valió Gazeran para examinar los coaks de la fábrica de Creusot, como puede verse en una memoria inserta en los anales de química que se publican en Paris. Este autor asegura que no puede usarse con buen éxito en los hornos de fundicion un coak que dege mas de 3 por ° de ceniza, ni el que necesite pasadas de 16 partes para descomponer 100 de salitre puro; y en efecto parece que habiéndose despues usado algunos otros coaks inferiores, se esperimentó mucho ménos producto y peor calidad en el hierro de aquella fundicion.

75. Bajo este principio se pasó á hacer algunos

esperimentos comparativos entre coaks traidos de Creusot, y de las principales minas de Asturias y los resultados, tomado un término medio, fueron los que se presentan en la tabla siguiente.

De Creusot.	*Cantidad de coak.*	*Cantidad de ceniza.*	*Cantidad de salitre.*	*Cantidad de coak que se necesita para su completa combustion.*
N.° 1.°	100	3,587	100	13,915.
N.° 2.°	100	15,48	100	16.
N.° 3.°	100	9,15	100	17,67.
De Asturias.				
De Riera	100	5,95	100	15,307.
De las Cámaras.	100	8,22	100	15,66.
De Nalon	100	6,16	100	17.

76. Solamente con el coak n.° 1.° sale buena la fundicion en Creusot: cuando han querido emplear los de los números 2.° y 3.° la fundicion ha resultado tan espesa que sirvió únicamente para lingotes de cables.

77. Por dicha tabla se ve que nuestro coak de Riera es el mejor de los tres; pero que da mas ceniza y tiene ménos carbono que el 1.° de Creusot. Sin embargo segun espresa el oficial comisionado, no solamente este sino los otros dos de las Cámaras y Nalon tienen ménos azufre que aquel; y como se sabe que en Inglaterra usan aun peores coaks que los de Creusot, cree que á lo ménos del de Riera

se puede sacar un buen partido á costa de algun cuidado, con el buen beneficio de las minas y el correspondiente gobierno de los hornos: para lo cual ademas de la citada memoria de Gazeran aconseja se consulten los trabajos hechos por Kirwan y otros sabios, publicados en la *Biblioteca Británica*, y en los *Anales de artes y manufacturas*.

Número II.

De las fundiciones de hierro colado para piezas de artillería y municiones.

78. Como los hornos en que se funde el mineral no pueden tener mas que una determinada capacidad, ni tampoco sus calderas, porque haciéndolas muy grandes se enfriaria el baño; es indispensable construir dos hornos inmediatos para fundir los calibres mayores de artillería, y situar la fosa de modo que las canales por donde se vacien las calderas vengan á concurrir al conducto por donde se llena el molde. Es evidente que se debe procurar que los dos hornos que contribuyen á la fábrica del cañon se gobiernen de un mismo modo, y con los propios materiales, haciendo que sus calderas vengan á llenarse en iguales tiempos.

79. El mayor cuidado que se debe tener en la fundicion de los cañones de hierro colado es que sea gris cenicienta: por esta razon hemos procurado circunstanciar lo mas que hemos podido (y valiéndonos de Grignon, tal vez, el autor mas clásico en esta materia) las señales por donde se puede obtener y conocer esta fundicion.

80. Los moldes para recibirla deben ser semejan-

tes en un todo á los descritos en el artículo anterior para la fundicion del bronce, aunque tambien se suelen hacer de arena como actualmente se practica: se debe procurar que la fosa esté muy seca, y los moldes estén bien recocidos para que el baño se condense pausadamente y exale el azufre superabundante.

81. La principal diferencia entre el método de colar las piezas de bronce ó hierro fundido está en que cuando se vacia este desciende el baño por un conducto, y principia á llenar los moldes por la parte inferior. Esta práctica puede tener el inconveniente de que el metal mas impuro y ménos recocido forme el primer cuerpo del cañon, que es la parte que debe tener mas resistencia.

82. Para las piezas de hierro colado se ha adoptado tambien la máquina de barrenar y tornear que para las de bronce. Respecto á aquellas, parece que no puede tener ninguno de los inconvenientes que se le atribuyen respecto á estas, pues siempre el hierro colado tiene demasiada dureza: y la mayor que se nota en su superficie léjos de ser ventajosa, es por el contrario perjudicial siendo esta parte muy quebradiza por razon del temple que tiene: así se creyó se ganaria mucho, despojando los cañones de esta costra y fundiéndolos en sólido.

83. No obstante habiéndose notado que los cañones fundidos en sólido eran ménos consistentes, se ha estado perplejo sobre el método de fundirlos, usando de uno y otro sin haberse aclarado suficientemente esta materia de que volveremos á tratar al fin de este número.

84. Una semejante indeliberacion ha habido respecto á las pruebas de estos cañones, usando de

una ú otra, ó de las dos espuestas en el número IV. del artículo anterior para los cañones de bronce. En ellas verificó un hábil oficial de nuestro cuerpo que era fácil conocer cuando un cañon iba á reventarse algunos disparos ántes de egecutarlo: sus observaciones y aun esperiencias fueron constantes y parece que por ellas está suficientemente comprobado su importante descubrimiento que créemos publicará.

85. No entramos en el por menor de esta fundicion de las piezas de artillería por las razones espuestas en la introducion de este artículo: así pasamos á tratar de la fundicion de las municiones.

86. Estas sean sólidas como las balas, ó huecas como las bombas y granadas, conviene que no sean quebradizas, amelonadas ó atigeradas, ni de notable diferencia en los diámetros de las de un mismo calibre: del 1.° de estos defectos se sigue que maltratan las piezas rompiéndose dentro de ellas, que sus tiros son inútiles en este caso, de poco efecto el golpe de la bala contra cuerpos muy duros, y que las bombas se romperán al caer ántes de reventarse: del 2.° defecto resulta que las direciones son erróneas por no convenir los centros de figura y gravedad, y que es necesario dar mucho viento á las piezas para que no se atraque la bala ó bomba al entrar, lo que atrae el inconveniente de acortar los alcances: en fin, el tercer defecto ocasiona que no se puede tener acierto en las punterías porque cada proyectil será diferente en volúmen y peso; que los menores golpean y maltratan las piezas; y que es preciso que los vientos sean considerables.

87. Para precaver el primer defecto de las mu-

niciones se debe procurar que el hierro colado de que se fabriquen sea de la mejor calidad; á cuyo fin hemos dado principalmente las anteriores nociones: resta añadir que aunque vulgarmente se crée que el hierro refundido es de malísima especie, esta es una preocupacion como se manifestará en el número siguiente; y como lo confirma la constante esperiencia que ha habido en la fábrica de la Cabada, en donde se han fundido escelentes municiones en hornos de reverbero y con hornaguera de los pedazos de los cañones reventados en las pruebas.

88. Para obviar los otros dos inconvenientes es indispensable tener especial cuidado en la moldería y reconocimiento de las municiones: puntos de que vamos á tratar.

89. Al presente se funden todas las municiones en moldes hechos de arena arcillosa ó tierra arenisca: la una ó la otra deben ser de tal calidad que solo contengan la parte térrea ó gredosa indispensable para dar la precisa consistencia á los moldes sin tener que humedecerlos demasiado, como seria necesario en caso de ser de sola arena. Como no en todas partes se encuentra una semejante tierra ó arena, se hace preciso mezclar alguna vez arena pura á la tierra arenisca en la dósis precisa para que se consiga el efecto espresado. Las tierras se queman ántes para pulverizarlas mejor, cuidando de que el fuego no sea fuerte para que no se desustancie.

90. Los moldes de las balas se hacen en cajas de madera, hierro forjado y áun mejor colado fig. 18 y 19 lám. 8, con modelos de bronce que son unas semiesferas fig. 14 de igual diámetro que las balas: se ponen dos de las señaladas con la letra *a* de pla-

no, ó por su secion sobre el fondo de la caja fig. 19, y se llena esta de la pasta ó arena *a* de que se hace el molde batiéndola fuertemente, y con particularidad á los costados de las dos semiesferas que suelen distar entre sí tres pulgadas. Llena que esté la caja de pasta y cubiertas las semiesferas *c*, *c* unidas por el hueco *o* en que cae el metal para llenar los moldes, se tapa con su correspondiente cubierta fig. 17, y se vuelve en sentido contrario: se quita entónces la tabla ó plancha que hacia ántes el fondo de la caja, y quedan descubiertas las bases de dichas semiesferas *c*, *c*. Sobre estas se acomodan y ajustan con espigas otras dos semiesferas iguales de las señaladas con la letra *b*, *b*; y sobre la caja un marco igual al de ella, figura 18, que se rellena igualmente de la misma pasta ó masa, despues de haber polvoreado de carbon molido la pasta de la primera caja para que se pueda separar con limpieza la de la segunda en estando llena. Entónces se cubre con una tapa, se separa de la inferior y se estraen con cuidado las cuatro semiesferas.

91. Al tiempo de moldear las segundas semiesferas, se moldea tambien el bebedero: este se reduce á un cilindro de nueve líneas de diámetro ensanchado por su boca esterior, y que por el otro estremo va á dar al centro de un elipsoide, unido á las dos esferas del molde por su ege mayor: asi esta pieza forma la canal por donde se llenan los dos moldes, y está representado en un plano en *h* fig. 18. Para que el aire no impida que estos se llenen, se moldea tambien en cada molde un respiradero pequeño en forma de un embudo, que es una pieza cónica de hierro que atraviesa por el palo del modelo *b* fig. 14, y por el centro de su cruceta como *d* fig. 15.

92. En fin, estraidas las semiesferas, los respiraderos y bebederos, se unen fuertemente las dos cajas y quedan hechos los moldes de dos balas como se manifiesta en la fig. 20, en la que *cd* representa la plancha ó fondo de la caja con sus 4 pies *p*: la parte *cd* llamada el *macho* que es el marco donde se moldean los emisferios inferiores: la *eb* que es la hembra en que se moldean las superiores, el bebedero y respiraderos: *a* arena de que se forman los moldes: *g* los dos moldes: *h* bebedero moldeado con la pieza *b*, fig. 16: *o* hueco moldeado con la pieza *c* de la misma figura de donde pasa el metal á los moldes *g*: *l* respiraderos para dar salida al aire contenido en los moldes: *m* mangos de la caja que se sugetan con las bridas *rs* sugetas con los tornillos de presion *t*. La fig. 21 es la elevacion de la misma caja vista por la línea CD de la fig. 19; y las demas figuras de esta lámina son los instrumentos que se usan para moldear y desmoldear las municiones.

93. Las cajas para moldear las balas de á 4, 1, $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{4}$ son cuadradas como para las bombas y granadas. En general para las balas de todos los calibres solamente se emplean cuatro clases de cajas: una para las de á 24 y 16: otra para las de á 12 y 8: otra para las de á 4, y otra para la metralla, y se suelen moldear 10, 16 ó 20 cada vez de esta última clase.

94. Los de las bombas exigen mayor proligidad: hasta pocos años ha se hacian estas escéntricas: de modo que las esferas esterior é interior de las superficies de la bomba, se apartaban por su culote y aproximaban por la boca: asi sus espesores eran diferentes en toda ella; lo que solia ocasionar que solo estallasen por la parte débil. Se ha hallado por esto mas oportuno hacerlas concéntricas y refor-

zar sus culotes por un plano perpendicular á sus eges, cuya ságita sea mayor ó menor segun el calibre: con este medio se consigue fortalecer esta parte que recibe los impulsos inmediatos de la pólvora, y hacerla mas pesada para que cayendo la bomba sobre ella no se rompa tan fácilmente ni se apague su espoleta.

95. Tambien se construian los moldes de las bombas en solas dos cajas como los de las balas: de modo que en cada una habia moldeada una media bomba, suponiéndola dividida por un plano en direcion de su ege. Mas esta práctica se ha encontrado defectuosa porque no uniéndose nunca exactamente los moldes sacan las bombas por su union cuchillos, rebabas, y siempre un círculo escrescente por el cual no parece que el metal será tan consistente; asi porque los golpes del cortafrío para quitar estas desigualdades lo quebrantarán, como porque siempre resultan algunas porosidades en los parages contiguos á estos resaltos de las piezas de metal fundido: y debiendo ser el culote la parte mas resistente de la bomba, no conviene sea de ningun modo defectuoso. Asimismo como el círculo escrescente ceñia á la bomba por su largo, no se acomodaba tambien en el ánima. Por estas razones se ha dispuesto que las bombas se moldéen en tres cajas, con cuyo arbitrio la semibomba en que está el culote queda en la inferior.

96. Para hacer pues el molde de una bomba se coloca en medio de una caja proporcionada, figura 11 lám. 6, una semiesfera de bronce, fig. 3 del calibre de la bomba, y se rellena la caja de la misma masa que la de los moldes de las balas; se cubre la caja, se la da vuelta y destapa: se

acomoda sobre la semiesfera otra correspondiente *m* (que tenga en medio de su parte convexa el sólido que forma la abertura de la boca, y una espiga á continuacion para introducir la del macho) y se pone un segundo marco fig. 12 para moldear esta parte del modelo: en fin se introduce por la espiga un anillo semejante á la boqueta de la bomba, y sobre el marco otro igual que se llena de la misma pasta igualmente batida: se cubre despues esta tercer caja, y separadas las tres se estraen los modelos que quedan en la forma que se representa en la figura 2 y de perfil en la 5. En ella *gq* es el fondo de la caja con sus 4 pies *h*: *fqze* es el marco en que se moldea el culote de la bomba, y se llama *culata de la caja*: llaman *macho* la parte *ezpd*, en que se moldea el emisferio superior ó del collarin X fig. 1. y la parte de este comprendida hasta la mitad de su cordon *xd*. El tercer marco *dpxc* en que se moldea el resto del collarin *b* fig. 4, y dos *respiraderos*, *suspirales* ó conductos por donde sale el aire de los moldes. Esta 3.ª pieza de la caja se llama *pieza de la barreta* porque tiene de un lado á su opuesto una barreta *caorsthx* con un agugero en medio para mantener el ánima ú *ochete* como se ve en la fig. 15. En dicha figura 5 la *i* representa la arena que forma la parte esterior del molde: *k* el ánima: *m* hueco entre la arena y molde, que se llena de metal: *u* árbol ó espiga de hierro sobre el cual se pone el barro para formar el ánima: *u* chaveta con que se sugeta el ánima por la parte superior de la barreta *ax*.

97. Las ánimas ó machos de las bombas llamados *ochetes* lám. 6 fig. 15. se tornean sobre una espiga de hierro en una mesa semejante á las de los barreros por medio de una terraja como se repre-

senta en la lám. 7: estos machos se reducen á unas esferas de la masa que los moldes, cortadas por un plano segun el espesor del culote, y que á la parte opuesta de este corte y al rededor del ege tienen un sólido igual al hueco de la boca de la bomba. Si los moldes se hacen casi de arena sola como suele practicarse, se hará una pasta arcillosa para los ochetes á fin que tenga suficiente consistencia.

98. Para situar un ochete en su correspondiente molde se unen las cajas fig. 12 y 13 lám. 6. en que están moldeados el hemisferio superior de la bomba y su boca; se introduce la espiga del macho por el hueco de la boca y espiga de que dimos noticia; y se acomodan las dos cajas sobre la tercera fig. 11 en que está moldeado el hemisferio inferior de la bomba. La espiga del ochete tiene una abertura por donde se introduce una chaveta, con cuyo medio queda situado concéntricamente al molde.

99. En la segunda y tercer caja se habrá moldeado un bebedero *b* fig. 4, que vendrá á dar en la union de los dos hemisferios. Seria útil poner dos bebederos en los moldes de las bombas de 12 pulgadas para que se llenasen mas prontamente. Las demas figuras de esta lámina representan los instrumentos de los moldeadores; y las 18 y 19 el carreton ó caballete para colocar las ánimas en los moldes de las bombas y granadas.

100. Antes de usar los moldes es preciso secar la masa que los forma; de lo contrario el baño se enfria inmediatamente y se reconcentra el azufre superabundante: á fin de darle salida seria conveniente hacer los moldes de una masa compuesta casi enteramente de arena, y que estuviesen bien calientes. En las bombas se hacen mas indispensables

estas precauciones, y otras que sugiera la esperiencia, porque de lo contrario están espuestas á romperse al salir del mortero, ó al caer; singularmente si chocan contra algun cuerpo duro.

101. Dispuestos los moldes y llena la caldera del horno, se van rellenando aquellos con cucharas de hierro revestidas de arcilla amasada: en esta ocasion se debe cuidar no haya confusion, y que se llene cada molde lo mas prontamente que sea posible.

102. Despues de frios los moldes y el hierro, circunstancia que es importante observar, se deshacen aquellos, limpian las municiones de los barros, y se les quitan los bebederos y respiraderos, dando verticalmente sobre ellos tres ó mas golpes fuertes, y despues uno mediano en sentido contrario: los ochetes de las bombas se estraen sacando primero la espiga ó ege de ellos, y removiendo la greda ó barro con unos hierros curvos: en fin, asi las balas como las bombas se igualan y limpian de las rebabas que saquen con cortafrios.

103. Las balas se reconocen con dos vítolas, la una del diámetro que ellas deben tener, y la otra seis, nueve, ó doce puntos mayor, segun la gracia que quiera hacerse: por la primera no deben pasar, y sí por la segunda, y las bombas se reconocen con compases curvos.

104. Las dimensiones que deben tener segun las últimas órdenes superiores las municiones de los calibres de ordenanza, se espresan en la tabla siguiente; é igualmente sus pesos medios, ó mas comunes.

Tabla de las dimensiones y pesos de las municiones de los calibres de ordenanza.

	Bombas de á 14 pulg.	Bombas de á 10 pulg.	Granad. de á 7. pulg.	Granadas de mano.
	pul.lin.pun.	*pul.lin.pun.*	*pul.lin.pun.*	*pul.lin.pun.*
Diametro esterior	13. 10. 0.	1. 10. 0.	6. 10. 0.	3. 2. 1.
Espesor de metales	1. 9. 0.	1. 4. 4.	1. 10. 0.	0. 5. 3.
Id. por el culote	2. 6. 4.	1. 10. 2.	1. 4. 4.	0. 5. 3.
Abertura de la boca	1. 6. 8.	1. 1. 0.	1. 3. 2.	0. 8. 0. $\frac{2}{7}$
Id. inferior de la misma	1. 6. 6.	1. 2. 0.	0. 10. 6.	0. 6. 4. $\frac{1}{7}$
Peso. libras.	157.	66.	22.	2.
Balas. de á 24.	De á 16.	De á 12.	De á 8.	De á 4.
Diam. 5. 5. 5. $\frac{1}{7}$	4. 9. 1. $\frac{6}{7}$	4. 3. 10. $\frac{2}{7}$	3. 9. 3. $\frac{3}{7}$	3. 0. 0.
Peso.lib 25. $\frac{1}{2}$	17.	13.	9.	4. $\frac{1}{2}$.

105. Las dimensiones de las municiones huecas de esta tabla están reducidas á las medidas de Castilla. El peso de las bombas de á 14 debe ser entre 154 y 163 libras del mismo marco, y el de las demas bombas y granadas á proporcion de él de aquellas segun el artículo 196 del reglamento 10 de la ordenanza del cuerpo: con arreglo á lo cual, y habiendo pesado con este obgeto muchas municiones de nuestras fábricas se han hallado por término medio los pesos siguientes. Bomba de á 14 pul-

gadas 159 libras: de á 10 pulgadas 106: granada de 7 pulgadas 22: de mano 2. Balas de á 24 veinte y cinco y $\frac{3}{4}$, de á 16 diez y siete: de á 12, doce y $\frac{3}{4}$: de á 8, ocho y $\frac{1}{4}$: de á 4, cuatro y $\frac{1}{4}$. Todas las municiones tanto huecas como sólidas tienen por lo comun dos líneas ménos de diámetro que las respectivas piezas para que sirven. Es inegable que si se fabrican y reciben sin exactitud, de modo que sus diámetros sean muy diferentes, que algunas estén amelonadas, y que en todas haya una escrescencia mas ó ménos considerable por uno de sus círculos máximos, esto es por el contiguo á la union del molde: entónces es indispensable dar á las municiones el espresado viento, y aun asi acontece que alguna bala se queda atracada, ó atorada en el cañon. Mas esta práctica tiene en contra gravísimos inconvenientes: 1.° una gran parte del fluido producido por la pólvora se disipa por el viento del proyectil, á lo que ayuda la figura esférica de este, y de consiguiente no contribuye á su mayor velocidad: 2.° como las balas están sentadas sobre la superficie interior de la recámara de un cañon, el fluído que sale en cantidad por la parte opuesta, que es donde queda el hueco del viento, la oprime tan fuertemente que desde los disparos de prueba, queda un *asiento* ó concavidad en el parage donde sentaba la bala; y como esta sea impelida con mayor fuerza hácia la boca de la pieza, al salir del asiento toma otra direcion y choca, y golpea la parte superior del ánima, y de alli la inferior: de modo que estos asientos y golpes se van aumentando continuamente hasta inutilizar la pieza: 3.° aunque en los morteros se suele precaver este inconveniente por medio de estaquillas, que aseguran la posicion de la bom-

ba; no obstante, al menor descuido de su debida colocacion ó deformidad de la bomba, hace esta asiento, choca al mortero mas arriba de las asas, las bombas se rompen, y la pieza queda inútil: 4.° en fin, estos choques de los proyectiles en las piezas ocasionan tambien el grande perjuicio de que sus direciones son erróneas, y compuestas de la direcion del ánima, ó de su puntería, y de la del choque último que hayan dado: á lo que se pueden atribuir las grandes diferencias que se encuentran entre los alcances de dos balas iguales, é igualmente arrojadas.

106. Para precaver estos inconvenientes de tanta entidad, se ha pensado y aun egecutado últimamente, disminuir los vientos de las municiones, fijándolos á sola una línea; pero esta idea, como todas las modernas, ha sido impugnada por todos los oficiales afectos á los métodos antiguos. Sus principales obgeciones se reducen á decir: 1.° que no se podrán tirar balas rojas, porque aumentándose el diámetro de ellas con el calor, no cabrán en el cañon; y si se usa de las de un calibre inferior, los tiros serán muy inciertos: 2.° que por mas precauciones que se tengan al recibo de las balas, ó se habrán de desechar las mas, ó muchas no podrán entrar en sus respectivos cañones: 3.° que el herrumbre ataca de tal modo el hierro, y dilata sus dimensiones, singularmente en las costas y plazas marítimas, que á poco tiempo las balas se resistirán á entrar en su respectivo cañon: 4.° en fin que en siendo un poco gruesa la hoja de lata con que se aseguran las balas á sus saleros para el servicio de campaña, no podrá entrar el cartucho en el cañon.

107. Mas á la verdad todos estos inconvenientes parecen mas especiosos que sólidos. En primer lugar, la esperiencia ha manifestado que enrogeciendo una bala de á 12 hasta tomar el rojo color de cereza (grado mas fuerte de calor, que el que se acostumbra dar á las balas) solo se dilata 9 puntos; de consiguiente podrá entrar en el cañon, aun cuando su viento sea de sola una línea: ademas este es un uso acidental de las balas, y por él no se deben sacrificar las grandes ventajas del ordinario y comun.

108. En segundo lugar: es positivo que fabricándose las municiones, como nosotros al presente, sería necesario desechar el mayor número para que todas las admitidas fueran de un mismo calibre á pocos puntos de diferencia; pero es fácil remediar este inconveniente batiendo las balas, como despues se dirá. Se obgetará que este método ocasiona un esceso de gastos considerable; ¿pero en la guerra hay gastos escesivos cuando atraen grandes y conocidas ventajas?

109. En tercer lugar: es cierto que las balas situadas á las orillas de la mar donde las bañen sus aguas á poco tiempo aumentan su calibre considerablemente; porque el herrumbre las ataca vivamente sin darles lugar para que se desprendan las partes corroidas; mas no sucede así con las espuestas al rocío, y al agua dulce, ó de lluvias: el herrumbre hace lentos progresos en ellas, y la parte atacada de él se cae en cascarilla: de lo que resulta, que léjos de aumentarse el calibre de las balas se disminuye, como se observa en las municiones muy antiguas, cuyos vientos son de muchas líneas.

110. En fin se ha hecho el esperimento de ceñir

una bala, de solo una línea de viento, de seis gruesos de hoja de lata, y ha entrado sin dificultad en su respectivo cañon; de consiguiente no es temible se resista fajada con una sola por gruesa que sea.

111. Para que las balas sean mas compactas, tersas é iguales, las de un mismo calibre despues de fundidas y limpias se introducen en un horno de reverbero, cuya caldera ó crisol esté algo inclinado, y se enrogecen en él hasta que adquieran el color de cereza; entónces se estraen y baten en un martinete proporcionado, cuya maza es cóncava, y tambien el ayunque. Con este método se reune el hierro, viene á quedar casi forjado por la superficie, y las balas de un diámetro igual á muy corta diferencia, tersas, pesadas y resistentes al herrumbre. Las bombas y granadas no se pueden esponer á la accion del martinete, pero se enrogecen, aunque algo ménos que las balas, para quitarles mas fácilmente las rebabas y desigualdades. Es evidente que para adoptar este método de perfecionar las municiones, es necesario fundirlas algo mayores.

112. Esta maceracion de las municiones en hornos de reverbero, establecida en Francia, ha sido muy criticada por los apologistas de las prácticas antiguas, valiéndose de la autoridad del célebre conde de Buffon, quien dice: que dando caldas al hierro se desustancia, pierde de su peso, y hace quebradizo. Mas este ilustre físico habla de las caldas, que hacen tomar al hierro el rojo blanco (que no puede adquirir el hierro colado, porque se funde ántes), y no de las que le hacen adquirir solo el rojo color de cereza; pues estas léjos de deteriorarle, le mejoran y perfecionan, como se dirá en el número V.

113. Para cerciorarse de que las balas tienen un calibre justo, y que no podrán atorarse en el cañon, no es suficiente prueba la de pasarlas por la vitola: con esta se reconocen por uno, dos, ó muchos círculos máximos; mas no por todos: y basta que por uno sean muy grandes, para que no rueden en la pieza. A fin de precaver este inconveniente (despues de reconocidas las balas con la vitola mas estrecha, para que no sean chicas) se harán rodar por unos cilindros huecos de bronce ó hierro, que tenga seis ó mas puntos ménos de diámetro que el cañon para que deban servir. Este reconocimiento es el mas exacto, y el mas análogo al uso de los efectos sobre que se egerce. En falta de estos cilindros, se podrá hacer este reconocimiento en unas semiesferas cóncavas, cuyos diámetros sean algunos puntos menores que los calibres de los cañones, y mover las balas en ellas en todos sentidos; pero este medio no es tan exacto. Para el reconocimiento de las municiones sólidas y huecas véase la instrucion inserta al fin del citado reglamento 10 de la ordenanza del cuerpo.

114. Nuestras bombas tienen boquetas ó boquilias *g* lám. 9. fig. 2. con su collarin *mn* por las cuales se aseguran con las mordazas para su manejo; pero como las boquetas suelen romperse al recalcar las espoletas ó al manejar las bombas, quedan estas inútiles: tambien hay el inconveniente de que las mordazas suelen no oprimirlas bien ó aflojarse, y la bomba se desprende, lo que es muy espuesto á una desgracia, particularmente si acontece al introducir la bomba en el mortero, cargándolo á un solo fuego. Por estas razones serian ventajosas las asas; pero las que sobresalen demasiado se rompen con

facilidad: mejores son unas asas muy anchas y aplanadas, *a* fig. 4, 5 y 6 por las que solo puedan entrar unas argollas de hierro batido *b* de cuatro líneas de grueso, las que formarian unas asas sólidas. Los Ingleses ponen las asas á sus bombas y granadas con unas barritas de hierro batido *b* fig. 3. que forman un arco en medio, y por los estremos penetran en el macizo del metal: estas asas deben colocarse en los moldes ántes de fundir la bomba. Este método último nos pareceria preferible á no tener el inconveniente de que el metal quedará defectuoso en los parages donde toque al hierro batido de las asas. Las fig. 7 y 8 representan una granada para obus; y las 9 y 10 una bala con la vitola colocada para calibrarla.

115. Antiguamente se disparaban nuestras granadas reales con morteros del mismo calibre, en cuyo caso era conveniente que tuviesen culotes; pero al presente que solo se arrojan, y con muchas mas ventajas, con obuses, procurando que reboten, no deben tener culotes; porque estos son contrarios á su buena direcion en los rebotes, y á que se revienten en gran número de cascos.

116. Los refuerzos ó espesores de nuestras bombas y granadas son tan grandes y aun mayores que los de iguales municiones de otras potencias, y nuestro hierro léjos de ser de peor calidad es aun mejor que ninguno otro; pero sin embargo se ha hallado en la práctica que no suelen resistir toda la carga de los morteros de plancha, ni tampoco el choque al caer contra cuerpos duros: lo que manifiesta cuanto cuidado y vigilancia es necesario tener para que los hornos en que se funden estén en buen estado, y que sus fundiciones sean grises cenicien-

tas y nunca muy oscuras; pues aqui se ha esperimentado ser las bombas de esta especie las peores: é igualmente se ha observado en la Cabada, que los cañones en quienes se habia pasado el baño, y que abundaban de kis eran los que reventaban mas frecuentemente.

117. Tanto las bombas como los cañones y demas piezas de hierro colado segun la opinion de los autores mas clásicos y esperimentados, para que sean de la mejor calidad posible se han de fabricar de la fundicion gris cenicienta ó clara, de que se dió noticia en el §. 66 de este artículo. Pero para facilitar la operacion de cortar las rebabas á las municiones, ó para no haber de tener tanta vigilancia en el cuidado del horno, se suele sobrecargar este de carbon, y la fundicion sale gris oscura y de consiguiente dócil al cincel y cortafrio.

118. Tambien pueden salir defectuosas las municiones por ser los moldes demasiado compactos y arcillosos ó por estar muy humedecidos: pues una y otra circunstancia se oponen á la exalacion de los azufres superabundantes, y á la mejor compactacion de las partes metálicas. Grignon observa que unos semejantes moldes vuelven blanca la fundicion que por su naturaleza debia ser gris clara.

119. La exalacion de los azufres, dice este autor, es tan considerable en el hierro colado líquido que cuando en una misma fosa se entierran muchos moldes todos sin comunicacion, y aun separados por un espacio de diez ó doce pulgadas macizado de arena, lleno un solo molde se penetran los inmediatos de exalaciones y vapores sulfúreos, y se enrarece el aire en ellos en tanto grado que si se aproxima una luz á uno de sus respiraderos se in-

flama el aire con fulminacion y sale llama de él continuamente, producida sin duda por el hidrógeno que resulta de la descomposicion de la humedad de los moldes. Asi siempre que el hierro se cuela en una materia porosa que permita la disipacion de estos gases superabundantes se ven los moldes rodeados de una atmósfera inflamada de color azul, y que dura mucho tiempo despues de haberse fijado el metal.

120. Al contrario cuando la fundicion se introduce en moldes cuya sustancia muy compacta, demasiado fria ó húmeda, se opone á la exalacion del principio sulfúreo, se consolida prontamente, se vuelve blanca aunque de naturaleza sea gris clara; y el hierro resulta agrio con grietas y escarabajos interiores. Por esta razon en nuestras fábricas de municiones se moldean todas en tierra la mas arenisca que se puede, para que se trabe lo preciso sin necesidad de mucha agua.

121. El único defecto, pues, de algunas de nuestras bombas es tener su hierro un color gris oscuro, sea por las razones arriba espuestas (§. 117); ó por huir de que no sean de una fundicion blanca y vidriosa que es el estremo opuesto; ó por ser estremamente prolijo y dificil gobernar los hornos de modo que siempre estén en su punto de perfecion para que sus fundiciones sean grises claras. Para remediar este defecto se ha intentado aumentar los espesores de estas bombas; pero solo se consigue hacer mas caro su transporte, disminuir sus alcances y la capacidad de sus ánimas, en las que no cabiendo tanta pólvora no las puede esta hacer estallar con la violencia que suele ser conveniente. El mejor medio de corregirlo parece es no hacer bom-

bas de 14 pulgadas particularmente, sinó de las fundiciones de cuya buena calidad se esté seguro.

122. La falta de esta atencion ó la gran dificultad de conseguir que los hornos se mantengan en su grado de perfecion para que las fundiciones fuesen grises claras, pueden tal vez ser las únicas causas de que nuestros cañones modernos hayan sido todos de mala calidad. A la verdad miéntras las fábricas de ellos corrieron por nuestro cuerpo se probó fundirlos en hueco, en sólido, en arena, en arcilla; se combinaron y prepararon de diversos modos las distintas menas de que se abastecian, &c. Mas no obstante, apénas resultaron algunos pocos cañones de seguro servicio: lo que solo puede atribuirse á que eran casi generalmente de un hierro gris oscuro; pues se observa que cuanto mas kis tenian tanto mas prontamente reventaban estallando.

123. Se podría congeturar que el hierro colado no es apropósito para fabricar cañones por ser naturalmente frangible. A esta opinion que no carece de fundamentos se obgetará la acreditada resistencia de los cañones antiguos de Villacastel, de los de Caron en Escocia, &c. Pero se podra responder: 1.° que las pruebas eran entónces mucho menores y que tal vez basta que un cuerpo tenga la resistencia precisa para sufrir sin quebrantarse la fuerza mayor que ha de obrar contra él, para que despues no se venza con la repeticion de otras fuerzas menores; mas si la primera y mayor fuerza es superior á su resistencia quedará tan maltratado que despues se destruirá con otra mucho menor. *Véase el núm. IV. del artíc. anterior.* 2.° Que la fuerza de la pólvora actual es mucho mayor que la de aquellos tiempos

en que los asentistas disputaban sobre si los alcances del morterete para que la pólvora fuera de recibo habian de ser de 50 ó 55 toesas; miéntras que al presente pasan por lo general de 100 toesas. 3.° Que la fábrica de Caron ha perdido su crédito en Inglaterra; y que en todas las potencias de Europa se esperimenta la misma falta de resistencia en los cañones de hierro colado.

124. Es verdad que en las famosas pruebas hechas en la Cabada en 1772, en que estallaron tantos cañones distintamente fundidos, resistieron á todas ellas cuatro de los fabricados en sólido. De este hecho se infiere: que el fundir los cañones de hierro en sólido no es una circunstancia que se opone á su mayor solidez; y que de hierro colado se pueden fabricar cañones de una resistencia á toda prueba, respecto á que los espresados cuatro cañones despues de haber resistido la primera prueba ordinaria dispararon 200 tiros con celeridad, y sufrieron despues la prueba de fosa. No obstante, á esta última consecuencia se puede responder: que el que salgan algunos cañones de esta especie puede ser efecto de la casualidad y no del arte, por no haber descubierto este todas las circunstancias precisas para que observadas salgan las fundiciones por lo general con la perfecion que para ello se requiere.

Número III.

Estracto de una memoria de Grignon sobre la fundicion de cañones de hierro colado, purificado ó de régulo de hierro.

125. La artillería ha llegado á ser despues de la invencion de la pólvora la parte mas esencial del arte de la guerra: al presente se la puede considerar dividida en dos ramos: el uno es el arte de fabricar las bocas de fuego que es nuestro obgeto; y el otro el de dirigir sus efectos. Las piezas se hacen de cobre, laton, bronce, hierro colado ó forjado, ó de uno y otro: el cobre es un metal blando y dócil que no puede por sí solo resistir los esfuerzos de la pólvora y proyectiles: este inconveniente se procura remediar componiendo una liga de diferentes metales, como cobre, zinc y estaño; pero este metal mezclado con el cobre cede fácilmente á la impresion de un calor vivo, se destruye y degrada los otros con que está ligado; ademas les comunica su acrimonía, así á causa de la parte arsenical con que está mezclado, como porque desune sus moléculas, interponiéndose entre ellas sin hacer una íntima union á causa de su poca afinidad. Estas consideraciones han hecho suprimir el estaño en algunas fundiciones y se funden las piezas con laton. Esta liga en proporciones diferentes parecia ser la mas sólida y propia para la fábrica de cañones, porque hasta entónces no se habia conocido el arte de fabricarlos de hierro forjado, metal que reune todas las propiedades necesarias para su seguridad y servicio.

126. La escasez del cobre y su alto precio han

hecho recurrir al hierro colado para fabricar piezas de artillería, singularmente las destinadas al servicio de marina; mas se tiene tan poca precaucion en la elecion de las minas y en el arte de fundirlas, para destruir en cuanto sea posible la calidad agria y frangible del metal que resulta, que las piezas compuestas de él tienen todos los vicios de la materia de que se hacen: así revientan muy pronto, y matan ó mutilan los hombres destinados á su servicio. Voy á individualizar los defectos de estas piezas, y despues á proponer los medios de corregirlos.

127. Para espresar las cosas por los nombres que les son propios y no confundirlas, llamaré *mata de hierro* la fundicion blanca; *hierro colado* la gris; *régulo de hierro* la fundicion gris purificada; en fin *hierro* al forjado.

128. Todas las minas pueden producir hierro de buena calidad, pero esto no será por un primer trabajo ordinario; sinó que es necesario preparar los minerales, combinarlos despues de estudiar su carácter, añadir fundentes y correctivos y afinarlos una ó muchas veces segun sean mas ó ménos impuros, y con relacion á la calidad del carbon.

129. La fundicion de hierro producida de una misma mina y con iguales procedimientos no es jamas de la misma calidad en toda la temporada que arde un horno; sinó que varía de blanca á negra, y de àgria á dócil por todos los grados intermedios segun la justa proporcion del grado de calor con la cantidad del mineral, independientemente de los acidentes del trabajo provenidos de circunstancias imprevistas que no todas veces se pueden remediar. Tampoco es de una propia calidad

el total de una fundicion de algunos millares de libras, porque como se dijo en el número anterior, el mineral se funde por una continuidad de accion durante doce ó mas horas, y el baño recibe sucesivamente la fundicion á medida que cae bajo la tobera: de modo que cuando se taladra la caldera para fundir, la parte que ocupa el fondo ha estado en ella todo el tiempo de la fundicion, en lugar que la que ocupa la superficie acaba de caer, y léjos de haberse podido purificar de sus partes heterogéneas, se ha cargado de las desprendidas de la que ocupa el fondo del baño: así la parte superior de este es solo mata de hierro, porque no ha tenido tiempo de purificarse. En los grandes ayunques de las ferrerias se observa que por su parte inferior son mas suaves y tiernos.

130. Un horno de fundicion construido bajo las dimensiones ordinarias, no contiene á lo mas sinó veinte y seis quintales: de consiguiente para fundir los calibres mayores es insuficiente un horno de esta especie, y mas cuando gran parte de la masa del baño no puede entrar en el molde respecto á tener que llenar las canales, conductos, bebederos y mazarotas. Hay, pues, precision construir muchos hornos, que fundiendo separadamente abastezcan en comun la cantidad precisa para un cañon. Por este medio se consigue tener una cantidad suficiente de materia; pero la de esta especie es fisicamente imposible que sea de la calidad que se exige; porque no se ha purificado suficientemente en cada horno; y porque es imposible que la procedente de cada uno de los hornos sea de la misma calidad. De esta mezcla resulta una masa compuesta

de partes desemejantes y heterogéneas que no pueden formar una union íntima.

131. Se ha reconocido que era heterogénea la masa de los cañones fabricados de las fundiciones de muchos hornos haciéndolos aserrar por trozos: en estos se veian distintamente separadas las colunas formadas por cada especie de fundicion: su ligazon se reducia á la sobreposicion y engranamiento de sus moléculas.

132. Se ha dicho ántes que un horno no puede producir en toda la temporada que arde fundiciones de una propia calidad: las venas de un mineral, aunque estraidas de una mina, son frecuentemente de diversa calidad; ademas, están mas ó ménos exactamente purificadas en los lavaderos; los carbones difieren por su esencia, calidad y estado; el movimiento de los fuelles es mas ó ménos acelerado por los acidentes de las máquinas; alguna negligencia en la maniobra de los obreros, la degradacion de las obras, en fin, la situacion de la atmósfera: todas estas causas ocasionan en tiempos diferentes acidentes distintos á cada uno de los hornos que hacen sus productos desemejantes.

133. Para remediar los inconvenientes anejos á los cañones fundidos por muchos hornos, se han construido en algunas partes hornos de mayores dimensiones que las ordinarias, á fin que en sus calderas cupiese bastante materia para fundir un cañon; mas siempre subsiste el inconveniente de que la masa de un baño no es jamas homogénea. Fuera de esto, unos hornos tan grandes consumen mucho, y es muy dificil reglar bien su régimen, y prevenir los acidentes á que están espuestos.

134. Se ha intentado inútilmente aumentar la resistencia del hierro colado, fabricando de hierro el ánima de las piezas, y poniendo al rededor de la camisa de hierro colado aros ó fajas de hierro situadas á este efecto en los moldes; pero el hierro, y el hierro colado son dos materias que no tienen suficiente afinidad para unirse; el colado se estrecha y disminuye de volúmen cuando se enfria; y ademas tiene la propiedad de poner agrio al forjado.

135. No entraré en el por menor de las diferentes formas de cañones; solamente diré que es un abuso desaprobado por la fisica y esperiencia componerlos de partes diferentes y separadas; pues es principio incontestable, que la resistencia depende de la unidad del todo, y que cuanto mas compuestas y complicadas sean las piezas de artillería, mas débiles son, y peligrosas de servir. Paso al medio de dar á la fundicion toda la densidad y coerencia posibles para fabricar bocas de fuego capaces de sostener los mas violentos esfuerzos: este medio es único, y se reduce á hacerla pasar al estado de régulo.

136. El hierro colado es una sustancia pesada, argentina, sonora, frangible, y que tiene bastante acrimonia. Esta frangibilidad proviene de las partes heterogéneas que contiene, y que están interpuestas entre las moléculas del hierro, de las cuales se puede purgar gradualmente por afinos hasta darle un estado metálico.

137. Hay un medio de reparar y afinar el hierro colado sin quitarle la propiedad de ser fluído, que es hacerle pasar al estado de régulo por maceracion. Esta especie de purificacion (de que las

ideas y procedimientos son análogos á los que la química emplea para reducir el antimonio á régulo, y aun mas á la purificacion de la mata de cobre y cobre negro para reducirlo á roseta) se egecuta por una segunda fusion, y dejando entónces la fundicion en baño hasta que no produzca mas escorias negras, que sobrenadando salen del horno por una canal abierta á este fin. El hierro colado pierde en la maceracion, que le reduce á régulo, su configuracion de granos poco trabados, y la figura de su cristalizacion; toma un color mas blanco y brillante, porque su testura es mas unida; aumenta de gravedad específica en razon de su proximidad al estado de hierro; se resiste ménos á la lima y al cincel; tiene un principio de docilidad ó correa; en fin, es muy dificil de refundir. Este régulo de hierro es el que se debe emplear para fabricar cañones de buena calidad: voy á entrar en el por menor de las operaciones necesarias para conseguirlo á poco gasto.

138. Se escogerán las minas de mejor calidad, como son las que tienen un principio calizo, ó de tierra suave y untuosa; y no se hará uso de las de piritas cuarzosas, refractarias y areniscas; particularmente cuando las sustancias agrias, que les sirven de base, no pueden separarse con calcinaciones, lavages y cribas; mas siempre será conveniente calcinarlas, sean de la calidad que se quiera.

139. Se fundirá el mineral segun el método ordinario en hornos elípticos, como el descrito en el número I.º: se tendrá cuidado de mantener la proporcion de él, y del carbon, de modo, que el producto sea una fundicion gris, muy fluida, y sin kis: no se sobrecargará el carbon de mineral, porque la fundicion que resultaria vendria á ser mata muy

dificil de purificar. La proporcion que hago observar entre la mena y el carbon es como 4050 á 2484, lo que da un producto de 1798 libras de fundicion. Esta no se moldeará en *lingotes* ó prismas triangulares; sino se echará en una gran cuba cónica, por donde pase una corriente de agua, para reducirla á granos gruesos.

140. Se tendrán ardiendo muchos hornos á un tiempo para obtener la cantidad de fundicion necesaria; ó se acumularán las fundiciones de un horno: se mezclará exactamente todo el producto, para que resulte una masa de igual calidad: esta se pondrá en un horno de maceracion para recibir su grado de perfecion, ser reducida á régulo, y colada en moldes enterrados en fosas circulares, construidas en frente del horno y cerca de él.

141. Esta será una torre cuadrada lám. 4. fig. 1. y 2. de 20 pies de diámetro fabricada de piedra gruesa: se harán canales aspiratorias fig. 1. en la mamposteria para el paso de los vapores de la mezcla. En el centro se dejará un hueco VV de ocho pies en cuadro para construir las paredes interiores de la caldera. La torre tendrá diez pies de alto; sobre ella se elevará un muro de dos pies de espesor y cinco de alto; y sobre este muro se armará el techo II fig. 2. dejando en medio una abertura H para la chimenea. Por el pecho del horno, ó lado del tin, se hará un corte oblicuo, que forme una media bóveda N de ocho pies de alto, en cuyo centro se dejará una abertura en forma de chimenea K para el paso de los vapores, del humo y chispas que saldrán por el tin; el lado de la tobera D estará igualmente cubierto de una bóveda; pero esta no tendrá chimenea. El interior del horno se compondrá de tres

partes; á saber del hogar superior C, del hogar principal B, y de la caldera A. El hogar superior, fabricado de ladrillos refractarios, formará un cono elíptico de cinco pies de altura; su base tendrá otros cinco desde el tin al recostén, y cuatro y dos pulgadas desde la tobera al contraviento: su vértice estará cortado por una elipse cuyos eges conjugados sean de treinta y veinte y cinco pulgadas. El hogar principal B, construido de ladrillos, piedras ó arenas refractarias, tendrá tres pies de alto, y la figura de un cono truncado inverso, cuya base mayor unida á la del hogar superior C será igual á ella, y la inferior que descansa sobre la caldera será igual á la boca superior del horno. La caldera A tendrá dos pies de alto, cuatro y medio de largo, y veinte y cinco pulgadas de ancho: su prolongacion será por la parte del tin hasta la dama T: esta dejará dos aberturas en los ángulos de la caldera, cerradas por lingotes, para dar salida al baño por Z.

142. Toda la mampostería, así del horno como de las fosas, estará sobre bóvedas S, X para evitar toda humedad: y se fabricarán dos fosas para que se puedan enfriar las piezas mas largo tiempo.

143. Se tendrá cuidado de calentar el horno, y particularmente la caldera, ántes de cargarle de hierro colado: entónces se proporcionará gradualmente el carbon á razon de un cuarto del metal: al principio se inclinará el carbon al lado de la tobera, despues cuando se interpole con el metal, este y él se echarán al lado del contraviento. Se fundirá la cantidad precisa para un cañon; de modo, que si este necesita cuarenta quintales, se fundan cerca de sesenta para las mermas, canales, bebederos y mazarota. Cuando despues de echado el

metal suficiènte para una pieza, bage el horno el espacio de una carga, se echará esta de solo carbon y despues para las cargas siguientes se empleará carbon y metal.

144. Miéntras que la fundicion esté en baño, se tendrá cuidado de facilitar la salida de las escorias, de que se despojará: se removerá el baño con barras, y especies de escarpias de hierro colado, y no de hierro, de las que se hará provision porque se consumen mucho: se podrán suplir estos instrumentos con perchas de madera verde. Los instrumentos para el servicio de la tobera serán tambien de hierro colado: y generalmente no se empleará ningun útil de hierro forjado, porque la menor parte de él que se incorporase en el régulo, seria capaz de determinar parte de él á pasar al estado de hierro, lo que causaría un embarazo grandísimo y la pérdida del horno. Esta propiedad del hierro forjado, de hacer pasar el régulo al estado de hierro, es tan sensible y pronta como el efecto del cuajo en la leche.

145. Cuando el baño ocupe la mitad de la caldera, los tres cuartos y toda ella, se introducirá en él un tubo de madera, fijo á una barra de hierro colado, que contendrá salitre purificado de sal comun, y muy seco: se correrán con este tubo todas las partes del baño, para que ocasione por igual una viva efervescencia por la descomposicion del salitre. Esta operacion privará al baño de parte del principio sulfúreo superabundante, que hace asemejar el hierro colado al acero, y del cual nace en parte su frangibilidad: quitará el poco zinc que no se haya sublimado: ocasionará un movimiento intestino en toda la masa del baño, con que este se librará de las

materias heterogéneas mas ligeras, y se reunirán las regulinas: en fin, el fundente ó potasa que producirá la descomposicion del nitro, dará mas fluidez á las escorias, y ayudará su vitrificacion, de la que resultará una separacion mas exacta. Estoy remoto de adoptar el secreto de los fundidores de bronce, que introducen en el baño cerca de dos onzas por quintal de un polvo, cuya composicion es el estremo de su ignorancia, y de la inconsecuencia de sus operaciones; pero las propiedades del salitre en la purificacion de los metales son conocidas de todos los buenos metalúrgicos; por lo tanto, recomiendo su uso en la maceracion del hierro fundido. La esperiencia fijará la dósis relativamente á la calidad de la fundicion: ocho onzas por quintal son suficientes para la de buena calidad. El empleo del salitre no puede ser otro sino para robar parte del carbon unido al baño y no del principio sulfúreo como dice el autor.

146. Cuando la fundicion esté suficientemente macerada, y haya adquirido su estado regulino, lo que se conocerá por la diminucion de las escorias, se destapará el horno por el lado de la dama correspondiente á la fosa, en donde se haya enterrado sólidamente el molde del cañon que se va á fundir: el baño se introducirá en él primeramente por dos canales que irán á comunicarse á la base del molde, á donde está la culata; y cuando se haya llenado el molde hasta los muñones, se destaparán otros dos conductos de menor diámetro, que introducirán el régulo juntamente con los primeros en lo restante del molde por los muñones: con este medio se evitará la caida muy precipitada del baño, y la escesiva rarefacion del aire, que origina escarabajos, des-

igualdades, y aun la fulminacion de la pieza; tambien se conseguirá que la superficie del baño que entra en el molde, se despoge continuamente de la película que forma el contacto del aire, acidente que impide se moldéen bien los vivos de la pieza. En fin, esta se fundirá en sólido, y tendrá una mazarota de un vigésimo de su peso para reemplazar el régulo que absorve el encogimiento de la materia, y para comprimir las partes metálicas: prescribo que sea cónica la mazarota para que se pueda cortar mas fácilmente.

147. Cuando el molde esté lleno se limpiará la salida del baño; se reconocerá la caldera, y quitará cuanto pueda estorvar, se tapará el horno con barro, que se fortalecerá con una plancha de hierro colado; y se andarán los fuelles, cuya acion debe estar suspendida durante la fundicion de la pieza.

148. Se dejará esta en la fosa, hasta que haya precision de estraerla para colocar otro molde: entónces se limpiará de las arenas ó barros, se cortarán las canales y mazarota, y se introducirá aun caliente en un horno de reverbero, cuyo laboratorio sea adecuado á este uso, en donde se recocerá con fuego de leña, que la mantendrá solamente roja por espacio de doce horas: se hará cesar el fuego, cerrará el horno tapando todos sus respiraderos, y se dejará enfriar la pieza dentro de él: en estándolo se estraerá, y conducirá á la máquina de barrenar y tornear.

149. Los desperdicios ó despojos de esta fundicion no se mezclarán con el hierro colado de que se hace: solo se podrá introducir alguna parte de ellos en la caldera una hora ántes de la fundicion; pero con mucha prudencia segun dicte el uso, porque el

régulo se vuelve frecuentemente hierro al refundirlo. Mas útilmente se emplearán estas partes de régulo en hacer un hierro escelente, propio para los eges de los carruages de artillería, ó para ánclas y otras piezas, que exigen un hierro dócil, nervioso y sólido.

150. El régulo de hierro así preparado es la materia mas densa, sólida y adecuada para fundir cañones, morteros y demás piezas. Las balas que han sufrido un fuego violento para calibrarlas, adquieren un recocido ventajoso, que las hace de un estado medio entre el hierro colado y el régulo de hierro.

151. Es necesario que el horno de maceracion esté situado en un terreno muy alto, para que se puedan aondar las fosas sin correr riesgo de que se humedezcan.

152. El arte de fundir las piezas de artillería con régulo de hierro no se ha puesto aun en práctica, ni ha sido imaginado de nadie; es solo fruto de mis esperiencias en los trabajos de las fraguas continuados por viente y cinco años.

Número IV.

Estracto del ensayo de una teoría sobre el modo de hacer las piezas de artillería de hierro forjado, por Grignon.

153. Desde el orígen de la artillería pírica se inquieren los medios de perfecionar la composicion de los metales de que se funden las bocas de fuego; mas como el paso de los conocimientos humanos es lento, se necesitan siglos enteros para per-

fecionar una operacion, cuya teoría se ha especulado, y se ha percibido ser posible su realidad. El caballero de Arcy ha espuesto en su *teoría de artillería* las ideas mas vastas sobre la necesidad de perfecionar las armas de fuego: hace ver la posibilidad de disminuir sus masas: responde vitoriosamente á todas las obgeciones que podria oponer la preocupacion: demuestra todas las ventajas de la artillería ligera, asi para el servicio de tierra como para el de mar: y hace conocer cuan importante seria para el estado poder fabricar cañones de hierro forjado. Animado del mismo celo voy á proponer un medio de efectuar las ideas de este sabio autor y las de todos los artilleros.

154. Se han espuesto en este y en el artículo anterior los muchos acidentes que concurren á la destrucion de los cañones de artillería, compuestos de hierro colado, en los cuales para aumentar la resistencia necesaria á los esfuerzos que han de sufrir, se acrecientan en vano sus espesores. El hierro puede recibir del arte un grado de perfecion que le haga superior á los demas metales, y preferente para la fábrica de las piezas de artillería; porque sus partes constitutivas son recias, duras y tienen entre sí una trabazon capaz de resistir á los mas violentos esfuerzos sin romperse. Mas aunque la esencia del hierro sea la misma en todo el universo, sin embargo el del comercio varía en calidad. Se sabe que cada país, mina, fábrica y aun operacion dan hierros que varían de frangible á correoso: lo que procede de las diferentes manipulaciones usadas en las ferrerías en donde el mineral no recibe siempre un tratamiento análogo á su carácter.

155. Para emplear con éxito el hierro en la ar-

tillería bastà reunir los medios que deben concurrir á la perfecion de los cañones y que consisten principalmente 1.° en proporcionarse el mejor hierro posible, 2.° en aumentar su resistencia por la combinacion de sus partes nerviosas, 3.° en soldar exactamente todas sus partes.

156. Los defectos que se atribuyen al hierro son acrimonía, pajas, grietas, hendeduras, hendeduras transversales, escarabajos, senos, y herrumbre ú orin. Circunstanciemos estos defectos á fin de conocer las causas.

157. La *acrimonía* es un acidente que turba el órden, disposicion y testura de las partes de un metal separadas por un cuerpo interpuesto: respecto al hierro no es una imperfecion que le sea propia, sinó que proviene de otras sustancias minerales y metálicas que estando esparcidas entre sus moléculas, rompen la agregacion de sus partes constitutivas. Se indicarán los medios de separar las materias estrañas unidas al mineral.

158. *Las pajas* son unas escamas de hierro separadas por la mayor parte de las masas á las que solo están unidas por pocos puntos: tienen su orígen de algunas partes grumosas de hierro colado, las cuales se han enfriado esteriormente ántes de soldarlas el martillo. Las pajas son defectos accidentales; indicaré los medios no solo de evitarlas, sinó de repararlas.

159. *Las grietas* son unas aberturas penetrantes y poco dilatadas que provienen de la interposicion de algun cuerpo que causa una solucion de continuidad entre las partes musculosas del hierro: este vicio es respecto al interior de las masas el mismo que las pajas respecto á las superficies, y depende

de algunas sustancias minerales, térreas ó pedregosas mezcladas con el carbon por falta de cuidado del carbonero ó de los obreros encargados de los almacenes. Tambien suele consistir este defecto en ser escesiva la cantidad de piedra caliza ó *castina*; porque la parte de ella que no se ha podido vitrificar con la ayuda de las escorias queda interpuesta entre el hierro, é impide la reunion de sus partes interiores. Los hierros nerviosos tienen mas grietas que los agrios, porque estos tienen muchas escorias que vitrifican las sustancias heterogéneas que pueden mezclarse con el carbon en el horno. Se evitan por la mayor parte las grietas echando en agua el carbon cargado de piedras, tierra ó mina, ántes de emplearlo en las fraguas, y rociando el fuego con agua de cal, en lugar de servirse de piedra caliza para la separacion de las sustancias cuarzosas y sulfúreas.

160. *Las hendeduras* son unas aberturas mas dilatadas que las grietas, situadas á lo largo de las piezas de hierro; por lo regular proceden de un defecto de fábrica. Cuando el ayunque es de una fundicion dócil y se han forjado en él varias piezas pequeñas, no queda igual su superficie sino que forma enmedio un surco: batida despues en él una pieza grande como en su centro se da el golpe del martinete en vago, y ademas obran contra la misma parte con mucha fuerza los vapores que levanta el agua caida en el surco (de la que se echa para que se desprendan los mocos ó escorias), obligan al hierro á abrirse por aquella parte. Asi se evitarán las hendeduras teniendo cuidado de que esté plana la superficie del ayunque. Un segundo fuego reme-

dia este defecto mas comun en los hierros nerviosos que en los frangibles y agrios que se tronchan ántes de henderse.

161. *Las hendeduras transversales* provienen de haberse pasmado algunas partes de hierro por una calda forzada; ó de algunas porciones de hierro colado que no han sido afinadas ó mas comunmente de haberse mezclado con el hierro algunas partes de cobre sea naturalmente por proceder de la mina; ó acidentalmente por haberse liquidado en parte el cañon de la tobera y ser de cobre, ó por usarse de hierros viejos entre los que vengan mezcladas algunas piezas de cobre: de cualquier modo que sea, este metal se opone á la reunion de las moléculas del hierro, y ocasiona una solucion de continuidad. Se evitarán las hendeduras teniendo cuidado de desechar toda mina que contenga cobre, que este metal nunca se mezcle con el hierro, y no dando jamas caldas violentas.

162. *Los escarabajos* son unos hoyos multiplicados en ciertos parages que se perciben en la superficie del hierro: mirándolos con una lente se nota en estos parages una multitud de grumos pequeños sin ligazon. Este acidente á que particularmente están espuestos los hierros agrios y sulfúreos, tiene por orígen la negligencia de los bocasdefraguas ó *arozas*, que no han tenido cuidado de presentar alternativamente al centro de la fragua las diferentes caras del hierro que caldean. Se conoce cuando una pieza de hierro saldrá con escarabajos al sacarla de la fragua, si se nota que en algunos parages de ella hay pérdida de sustancia que brilla y salta con una especie de fulminacion en chispas brillantes.

163. *Los senos* son unos vacíos ó huecos pequeños situados en todas direciones en lo interior de las piezas gruesas de hierro que se fabrican por lechos adicionales. Este defecto procede de muchas causas: de una calda incompleta ó forzada, pues ni una ni otra sueldan bien: de que los obreros dejan introducir entre los lechos algunas partes de hierro desecadas ó polvo de carbon: ó de soldar los estremos ántes que el centro. Mas abajo se indicarán los medios de evitar este defecto.

164. *El herrumbre* es el defecto mas general del hierro; pero que no le ataca sinó por la superficie cuando está espuesto á un agente cualquiera que disuelve sus partes y las reduce á cal. Se han buscado sin mucho éxito una infinidad de medios para preservar al hierro del herrumbre: los barnices resinosos se descomponen al aire: los grasos *carbonosos* como el que se da á los alfileres, son mas durables; pero ademas de desprenderse por escamas no es fácil darlos á las piezas grandes por la manipulacion necesaria para ello: la cal conserva muy bien al hierro, mas este arbitrio no es aplicable á las piezas de hierro que se han de mover y manejar. Pero hay otros dos medios de preservar al hierro del herrumbre, uno natural y otro artificial. Para que sus efectos sean mas ciertos, es necesario que el hierro sea puro y esté terso: el medio artificial se reduce á pavonar el hierro haciéndolo recocer suficientemente, lo que le da un barniz azulado mas ó ménos oscuro: el medio natural es el mismo herrumbre fundido por decirlo así, que se forma lentamente en la superficie del hierro espuesto á la humedad de la atmósfera. Este barniz musgo parecido por su contestura al barniz precioso de los

bronces antiguos, es una capa de hematites dura sobre la cual no tienen acion ni la humedad ni los ácidos; y aunque su color sea oscuro tiene cierto agrado por el pulimento de que es capaz. Mas solo lo pueden adquirir los hierros de la mejor calidad: los vitriólicos ó combinados con otras partes metálicas heterogéneas se descomponen cuando están espuestos á la humedad.

165. Para poder llegar á fabricar cañones de hierro de buena calidad es necesario proceder por diferentes operaciones que deben sucederse, y que se pueden dividir en tres especies principales. La primera es la preparacion de la materia de que se debe componer el cañon: la segunda los medios de soldar y reunir las muchas partes que constituirán un cañon macizo y en bruto: en fin, la tercera se reduce á abrir el ánima y pulirla. Estas tres operaciones se subdividen en otras secundarias, cuyo por menor se verá en el análisis que vamos á hacer.

166. Aunque se pueda obtener buen hierro de toda mina, siempre será conveniente buscar los minerales mas puros y francos. Es raro que un mineral dege de estar mezclado con alguna tierra estraña que no sea metálica, ó que no la contenga interiormente: es necesario despojarle de ella lavándole; y romperle en pedazos, de los cuales el mayor no esceda de una pulgada cúbica.

167. La quema es una preparacion ventajosa á los minerales mas puros, é indispensable para todos los que contienen principios volátiles estraños. Es menester pues someter á ella todo mineral de hierro destinado á la fábrica de los cañones, sea ántes ó despues de haberle roto y lavado: los que contienen

una tierra arcillosa capaz de endurecerse al fuego deben ser lavados ántes de quemarlos.

168. Si hay minerales de roca de una calidad dulce, no será necesario despues de preparados valerse de hornos para reducirlos á hierro colado: sinó bastará fabricar el hierro inmediatamente del mineral en una fragua apropiada para esta maniobra con carbon de maderas resinosas como se practica en el Delfinado, Cataluña, Córcega, y una parte de la Navarra y Vizcaya. Se tendrá cuidado de separar exactamente el acero que se encuentra ordinariamente en lo interior de las *zamarras*, procedentes de la liquidacion. Para forjarlo se seguirá el método que se espondrá despues.

169. Los minerales que es necesario ó ventajoso fundir para reducirlos á hierro colado, lo serán en hornos elípticos con las precauciones necesarias para que la fundicion sea gris cenicienta, y de un grano fino. *Véase el número I.* Se reducirá la fundicion á régulo en un horno de maceracion. *Véase el número III.* Cuando se perciba que las escorias que cubren al régulo en el baño se disminuyen y dejan de correr (lo que es una prueba que la depuracion está terminada), se soltará el baño y dejará correr á unos moldes hechos sobre tablas planas para que tome la figura de unas planchas: en este estado aun casi líquido se dividirá por varios surcos profundos y rectos hechos con la punta de un pedazo de madera: é inmediatamente se le echarán encima algunos cubos de agua para separar las escorias de su superficie. Luego que se haya consolidado la plancha se dividirá con un mazo por los surcos en otras varias de quince pulgadas de largo y ocho ó nueve de ancho.

170. Estas planchas de régulo de hierro asi macerado se afinarán y reducirán á hierro en una fragua de afino y de caldear á un tiempo, como las usadas en nuestras ferrerías: en cuya operacion se empleará un carbon suave que no esté mezclado con tierra, piedra, ni mina; se rociará el fuego con agua de cal, se dará fluidez á los mocos ó escorias con arcilla arenisca en polvo; y se refrescará el hierro con escorias ricas provenidas del martinete; ó con virutas del torno ó de la barrena. El afinador cuidará de hacer bajar la zamarra que se vaya formando á medida que las planchas de régulo se ablanden; de punzarla fuertemente con una barra; de elevar cuanto se haya separado en los ángulos del crisol; de no soltar las escorias hasta que sean muy abundantes, y tanto que puedan impedir la ácion del aire subiendo hasta la tobera; de mantener el fuego cerrado y no hueco; y de levantar y estraer prontamente la zamarra luego que esté hecha, no sea que se queme.

171. Estraida la zamarra del hogar se reunirá por todas partes con un mazo plano, y se pondrá inmediatamente sobre el ayunque para batirla con el martinete, (cuya maza convendrá que pese solo de 20 á 25 quintales) y se batirá por todas sus caras, dejándole una figura ovalada, y despues una de ocho caras, cuatro mayores y todas respectivamente iguales, y de una longitud triple de su diámetro.

172. Despues de esta primera forjadura se volverá á poner la zamarra en la fragua, donde se caldeará hasta el rojo albo, y despues en el ayunque para forjarla de nuevo: los estremos se batirán con mazos de mano, asegurándola por enmedio con el

martinete: en fin, se ensanchará á espénsas de su espesor, y entónces se podrá llamar hierro *reforjado* á diferencia del que se prepara para el comercio, que solo se bate una vez, á ménos de algun acidente desgraciado. Mas creo indispensable volver á batir las zamarras para preparar un hierro capaz de entrar en la fábrica de los cañones, porque de esta operacion depende la ligazon de las partes constitutivas del hierro, y porque volviéndolo â forjar se evitan los senos, hendeduras transversales y pajas.

173. La pieza de hierro que resulte así *reforjada* se pondrá, segun uso, sobre el viento en la fragua para enrogecerla mas por enmedio que por los estremos: se diseñará despues bajo el martillo una barra de muestra, dándole pulgada y media de ancho y una de grueso, y se continuará por caldas sucesivas y por el efecto del martillo reduciendo toda la torta de hierro á unas semejantes barras. Se tendrá cuidado de bañar las caldas con los mocos de las anteriores operaciones: de forjar las barras sudando, pero no quemadas, pues entónces resultarán escarabajos: de reunir las masas bajo el martillo ántes de cortar: de hacer raspar los mocos que se peguen, para evitar que salgan desiguales las barras; de no cortar profunda y desigualmente, para que no tenga muescas; y de forjar caliente é igualar, echando agua en proporcion, para que la barra salga formada por líneas paralelas y bien limpia. Asimismo, se tendrá sumo cuidado de que el plano del ayunque y el del martinete estén bien iguales para que no se tuerzan las barras; que el ayunque no esté hueco, ó surcado para que no resulten hendeduras: que la maza no hiera, sinó que bata ligeramente. En fin, para conservar al hierro

toda su correa, se dejará enfriar sin introducirlo en cubas de agua.

174. En estando absolutamente frias las barras, se las someterá á dos pruebas para asegurarse de su calidad. La primera será cortándoles los dos estremos, para separar la parte que puedan tener imperfecta, y reconocer el grano: á este fin se harán por sus caras incisiones superficiales con un cortafrio, y se troncharán los estremos á fuerza de mazo: se examinará en las fracturas si el hierro es fibroso ó granujado, si se troncha ó quiebra: el mas nervioso se separará; pero si en este se encuentra un grano muy oscuro, se pondrá con el granujado, y uno y otro compondrá el hierro de segunda calidad: el de primera se compondrá de un nervio largo carnoso y un grano ceniciento argentino.

175. La segunda prueba será enroscar y enderezar las barras de hierro de primera calidad: á este efecto se tendrá un cabrestante, cuyo molinete será de hierro colado y de ocho á nueve pulgadas de diámetro, y tendrá una mortaja perpendicular á su eje, capaz de recibir justamente los estremos de las barras que se han de probar. Para que estas se enrollen y desenrollen al rededor del martinete, habrá junto á él una pieza fija de hierro colado, que tenga una abertura por donde puedan pasar libremente las barras de canto: de consiguiente, introducida una barra por esta abertura, y fijándola por su estremo en la mortaja del molinete, cuando ande este, se tronchará ó enrollará: y enrollada, si el molinete anda en sentido contrario, ántes que el otro estremo de la barra se zafe de la abertura de la pieza fija, volverá la barra á su primitivo estado. Las que saliesen victoriosas de esta segunda

prueba serán de muy buena calidad, y se separarán distinguiéndolas por *hierro de la pieza*: las que descubran algun defecto se nombrarán *hierro del ánima.*

176. Todos los esperimentos que se han hecho para reconocer de donde procedia la fuerza del hierro han demostrado: que cuanto mas compuesto está de fibras nerviosas, ordenadas como haces ó manojos dirigidos en la longitud de las masas, era mas capaz de resistir violentísimos esfuerzos: que la fuerza de las fibras no procedia de su aderencia lateral, respecto á que pueden desunirse; sino de la íntima ligazon de sus partes constitutivas, que están enlazadas unas á otras por continuidad, como las fibras de la madera, filamentos del cordage, ó como los eslabones de una cadena. Pues que miéntras mas nervioso sea el hierro, mas fuerza tiene; y esta, igualmente que en todos los cuerpos fibrosos, reside en su estension, y se multiplica por el número de revoluciones que se le hace dar: es menester, pues, dirigir en los cañones las fibras del hierro en el sentido en que puedan oponer mayor resistencia. Para ello no hay mejor medio que fraguarlos en espirales. A fin de dar la mas completa esplicacion de este asunto voy á esponer los procedimientos por los que se fabricará un cañon de á 12.

177. Se principiará por formar una fragua con dos buenos fuelles de madera movidos por agua, y elevados dos pies del pavimento: la parte anterior de la chimenea y los costados estarán sostenidos por horcas de hierro colado, que se apoyarán contra la base del muro de la tobera. Tambien se tendrán delante de la fragua unas máquinas adecuadas

para retirar de la fragua, poner en el ayunque, y volver á la fragua las piezas, que por su peso ó volúmen no puedan manejarse con tenazas. La maza será de cigüeña, guarnecida de un muelle situado en su cola: la superficie del ayunque y la de la maza tendrán seis pulgadas de ancho, y quince de largo: habrá, en fin, un número suficiente de obreros.

178. Dispuesto todo se tomarán siete barras de hierro de ánima de diez pies de largo: se juntarán y enlazarán con tres ligaduras plegadas despues de rojas, una al centro y dos á un pie de los estremos: estas barras estarán colocadas de modo que las tres de enmedio estén sentadas de canto sobre otras dos de plano, y cubiertas por las dos restantes. Se caldearán principiando por el medio hasta que suden, y entónces se batirán con la maza hasta formar un cilindro de tres pulgadas: se continuará forjándolas hácia un estremo, y despues hácia el otro. Cuando el cilindro esté terminado, tendrá una cuarta parte mas de largo que las barras. Se soldará á cada estremo una cruceta cuya espiga sea de una pulgada de grueso, y se termine en un ojo, para poder pasar por él una palanca; y situados los de las dos en direcion contraria para tener cuatro puntos de apoyo por los que pueda girar el macho en las diferentes maniobras: aun será conveniente abrir en las espigas un segundo ojo para servirse de mas palancas.

179. Acabado el macho se darán disposiciones para cargarle: para esta operacion es necesaria una fragua pequeña, delante de la cual se pondrán muy cerca del crisól dos cargaderos, ó morillos fuertes de hierro colado, que sean movibles, y en su parte superior harán un rebajo en forma de un semicirculo

de diez pulgadas de diámetro; y se colocarán á ocho pies de distancia el uno del otro.

180. Se dividirá el macho en tres partes, el cuerpo y los dos estremos: aquel tomado en medio del cilindro, tendrá diez pies y tres pulgadas de largo, y se distinguirá por dos cortes superficiales. Los estremos tomarán los nombres de las partes del cañon á que pertenecen; el uno se llamará estremo de la boca, y el otro estremo del cascabel.

181. Se principiará soldando el estremo de una barra de hierro de la pieza sobre el corte del estremo de la boca: se pondrá despues el macho sobre los morillos, quedando encima la soldadura de la barra que debe ser oblicua á la direcion del macho, para que pueda formar hélices al rededor de él. Se tendrá cuidado de que la barra atraviese el hogar por su diámetro mayor; que se sitúe en el fuego á tres pulgadas de la tobera, un poco superior al viento; que este sea divergente, lo que se conseguirá aplanando la boca de la tobera; y entónces se harán andar suavemente los fuelles. A medida que la barra se enrogezca los obreros girarán el macho con las palancas, y al mismo tiempo uno batirá con un martillo las revoluciones que hará la barra al rededor del macho para impedir que formándose ondas, ó cavalgándose unas sobre otras no resulten senos; y para obligarlas á aplicarse exactamente sobre el macho, y unirse unas á otras lo mas que se pueda. El otro estremo de la barra se fijará á una pieza movible de dos quintales, que haciendo fuerza contra las revoluciones del cilindro, obligará á la barra á ajustarse con mas exactitud sobre el macho. Los morillos estarán sobre unos maderos movibles, y un obrero los andará progresiva-

mente cuando el macho principie á girar, á fin que la barra mantenga siempre su posicion respecto al hogar á medida que se suelde.

182. Como al forjar estas barras no se les podrá dar el largo competente para que una sola pueda envolver el macho, se cortarán á cola de milano los estremos de ellas, se taladrarán en el centro del corte, y se reunirán por medio de una clavija, haciendo de modo que por esta union no pierdan las barras sus dimensiones. Cuando la última revolucion toque al corte del cascabel, se cortará la barra por encima de él, y el macho quedará cubierto de su primera carga.

183. Para soldar las revoluciones de las barras se pondrá el cilindro asi cargado en la fragua grande donde se forjó, y se situará sobre dos grandes morillos iguales á los de la fragua anterior; pero colocados en una posicion contraria; esto es, atravesados: el crisol estará cortado semicircularmente bajo la direcion del macho, para que las caldas puedan ser bañadas de las escorias. Se principiarán por el estremo de la tulipa; y se girará el macho en el fuego á fin de caldearle igualmente, sin quemarle, por un espacio de cerca de un pie: se echarán en el fuego polvos de arcilla arenisca y mocos; y cuando se conozca por el color de la llama que el hierro está caliente, se quitará la pieza del fuego por medio de las máquinas para ponerla sobre el ayunque en donde se batirá con la mayor celeridad en todos sentidos, reculándola, avanzándola, y girándola continuamente. Cuando se vea que las hélices están bien forjadas se igualarán sus superficies. Terminada esta operacion se volverá la pieza al fuego para darle una segunda calda á continuacion de la pri-

mera, y asi sucesivamente hasta que la primera carga del macho quede forjada. Entónces se tratará de poner una segunda carga, para la cual se empezará por el estremo del cascabel; de modo que las hélices de esta carga crucen las de la interior. Asi se continuará en cargar y forjar, hasta que el diámetro del cilindro que resulte sea media pulgada mayor que el menor diámetro que haya de tener el cañon por su caña.

184. Si los cañones fuesen cilíndricos, su masa estaria completa despues de estas operaciones; pero la esperiencia ha demostrado que un cañon debe tener una forma piramidal, compuesta de muchos conos truncados: por cuya razon es necesario continuar cargando el macho sucesivamente por sus diferentes refuerzos. Se principiará por la culata, se prolongará la primera carga de los refuerzos hasta la mitad de la caña, y se continuará cargando de este modo hasta que el primero y segundo cuerpo tengan sus espesores respectivos: observando siempre en cada carga cruzar las hélices sobre las inferiores.

185. Cuando la pieza tenga media pulgada más de espesor por todos los refuerzos (respectivos á los que debe tener el cañon en semejantes parages) se fortalecerá con aros ó fajas de hierro en los lugares donde tenian fajas ó refuerzos los cañones antiguos. Puestos estos adornos y bien soldados, se procederá á poner los muñones, hechos de los estremos cilíndricos de los machos. Para soldarlos se hará sudar la pieza por el parage en que debe recibirlos: igualmente se forjarán las asas.

186. Esta pieza informe se transportará despues de fria á la máquina de tornear y barrenar, en

donde se le cortarán con sierras los estremos del macho, se torneará en los parages donde pueda entrar la cuchilla, se barrenará, y despues sobre bancos mozos se terminará como las piezas de bronce.

187. Fabricado el cañon, se pondrá á enrogecer por toda su estension, cuya operacion producirá dos efectos: uno, que se cubrirá de un barniz bronceado, que saldrá de su propia sustancia, el cual lo defenderá del herrumbre; y otro, que asi sufrirá una de las mejores pruebas que se puedan hacer con él; porque si tiene algun defecto, dilatando el calor las partes que no estarian soldadas suficientemente, lo hará manifestar, sea esterior ó interiormente. Despues se podrá esperimentar con las pruebas que parezcan mas adecuadas.

188. Siguiendo los procedimientos indicados en esta memoria, y confiando las operaciones á obreros inteligentes que trabajen á la vista de un director práctico en el modo de trabajar el hierro, me atrevo á prometer al estado unos cañones de hierro entorchado, que reunirián todas las ventajas que se apetecen tanto tiempo hace. Para convencerse basta hacer algunas reflexiones sobre los acidentes que hacen peligrosa, ó de corta duracion nuestra artillería actual.

189. Esta se compone de metales fundidos, solos ó combinados; pero es un principio de la metalurgia, que la fusion agria los metales, y que el batirlos les dá cuerpo y densidad: el hierro colado es una de las materias mas agrias; aunque en la memoria anterior se ha dado el método de aumentar su resistencia.

190. Todos los metales fundidos quedan al enfriarse acribillados de una infinidad de huecos pe-

queños irregulares, formados por el encogimiento respectivo de cada molécula metálica, que toma su configuracion natural y queda separada: al contrario, los metales forjados se encogen en la totalidad de su masa, porque sus partes mas ligadas se tocan todas; lo que constituye su densidad. El licor corrosivo que produce la pólvora quemada no puede penetrarlos; y por el contrario transpira por el espesor de los cañones de bronce, los corroe é inutiliza á poco tiempo. Ademas, los cañones de hierro entorchados nunca reventarán porque opondrán á los esfuerzos del tiro una resistencia diez veces mayor que los cañones de bronce aun teniendo ménos espesor.

191. Fabricando cañones de esta especie se tendrá la facultad de disminuir sus espesores, de donde resultarán una multitud de ventajas considerables para la celeridad de su maniobra y facilidad de su transporte. La artillería ligera disminuye mucho los gastos porque su servicio necesita de ménos hombres, ménos víveres, ménos caballos, forrages y equipages: la pesada no permite la egecucion de las operaciones que exigen las circunstancias imprevistas en una accion, cuyo éxito depende de la prontitud de la egecucion. ¡Cuantas batallas perdidas por la dificultad de hacer llegar la artillería en estos momentos críticos que deciden de la suerte de las naciones! Las ventajas de la artillería ligera no son ménos preciosas en la mar. ¡Cuantos acidentes funestos no ocasiona el enorme peso de la artillería en un buque, que lo obliga á disminuir el número de piezas, y á echar parte de ellas al agua en ciertas circunstancias!

192. Contra la artillería propuesta no se deja-

ran de hacer las siguientes obgeciones: 1.ª que no se ha podido hasta aora conseguir forjar cañones de hierro que tengan las calidades que se requieren: 2.ª que los cañones de hierro estarán espuestos al herrumbre: 3.ª que siendo las piezas mas ligeras, serán mayores sus retrocesos y menores sus alcances: 4.ª que cuando se inutilicen quedará perdida su materia. Es necesario destruir estas obgeciones.

193. Si no se ha podido llegar á fabricar cañones de hierro forjado con todas las calidades precisas, es porque no se han tomado las precauciones necesarias 1.° para proporcionarse un hierro exento de materias heterogéneas, 2.° para ligar exactamente todas sus partes, 3.° para aumentar su fuerza por la contestura de sus fibras envueltas las unas sobre las otras.

194. El herrumbre que atacará mas particularmente las ânimas de los cañones de hierro forjado no es un argumento invencible contra ellas; pues es constante que el licor corrosivo de la pólvora inflamada (que es el disolvente mas temible) tendrá ménos acion sobre el hierro forjado que sobre el cobre, lo uno porque este metal cede mas á este agente corrosivo; y lo otro porque el cobre fundido es no solamente poroso por la contestura de sus partes propias, sino porque las partes metálicas á que se une como el cinc y el estaño, lo abandonan frecuentemente y no dejan sinó un esqueleto metálico, por medio del cual penetra el licor corrosivo como por una esponja, y hace sudar las piezas. La densidad del hierro bien batido opondrá una resistencia invencible á la introducion del espresado licor; mas siempre será útil lavar las ánimas despues que las piezas hayan hecho fuego.

195. Si aconteciese que las ánimas de los cañones de hierro forjado se viniesen á dilatar considerablemente con el uso, se podrian aumentar los calibres de las balas de libra en libra; ó bien se barrenaria de nuevo el cañon, ensanchando su ánima hasta ser del calibre inmediato superior. Este espediente que se ha practicado con los cañones de bronce en la última guerra, puede efectuarse con mucha mas razon con los de hierro forjado, materia que opone mucha mayor resistencia.

196. Para disminuir el efecto del retroceso bastará aumentar el peso de las cureñas de la parte que se aligera el cañon: ademas que el peso del cañon es siempre tan considerable respecto al de la bala, que el retroceso será casi nulo. *Es preciso advertir que ni una ni otra razon eluden la dificultad: aumentando el peso de la cureña no se aligera la artillería*; y *sin embargo del considerable peso del cañon los retrocesos no dejan de ser fuertes*: véase el número 1.° del artículo siguiente.

197. En fin el hierro de los cañones inutilizados no se perderia, ántes bien seria de muy ventajosa calidad reducido á barras si se tiene cuidado de refrescarlo en esta operacion.

Número V.

Del hierro batido.

198. En el número anterior se ha espuesto el método mas adecuado para obtener hierro forjado de la mejor calidad; mas como este medio sea bastante costoso y prolijo, y ademas se diferencie notablemente del que se sigue de ordinario para tra-

bajar el hierro, nos créemos precisados á dar una breve noticia de los métodos comunes.

199. Para forjar el hierro es necesario hacer una masa ó pasta un poco espesa, que en nuestras ferrerías se llama *zamarra*: lo que se puede conseguir, ó introduciendo en una fragua el producto de las fundiciones de los hornos (de que se dió noticia en el número 1.°) moldeado en arena, y de la figura de prismas triangulares que se nombran *lingotes*; ó liquidando desde luego en la fragua el mineral, preparado como para los hornos por medio del carbon, hasta que en el fondo del crisol se reuna suficiente cantidad de él para formar una zamarra.

200. El primer método es mas costoso: pero indispensable para obtener buen hierro de las minas refractarias, areniscas, cuarzosas y arsenicales: mas en nuestras ferrerías solo se practica el segundo, sea porque la buena especie de nuestras minas de hierro no exige el primero; ó sea porque siendo el otro ménos costoso se ha abrazado generalmente á espensas de la buena calidad del hierro: es de presumir concurran uno y otro motivo á esta práctica general de hacer la zamarra inmediatamente del mineral.

201. Las ferrerías nuestras de Vizcaya son de dos clases, mayores y menores ó *tiraderas*: estas se diferencian en que sus fraguas son mas pequeñas y están elevadas dos pies y medio del piso; miéntras que las de las mayores tienen su parte superior á ras de él. Toda ferrería debe fabricarse á la márgen de un rio que mueva dos ruedas hidráulicas, que por sus respectivos árboles anden los fuelles y la maza.

202. Una ferrería mayor se compone de tres partes, que son fragua, *barquinera*, y *mageo* ó mar-

tinete. La fragua apoyada á una pared nombrada *cadenarte* que la separa de la barquinera, es una cavidad de vara en cuadro por su fondo, revestida por él y los costados de planchas de hierro batido. Por el lado del cadenarte se compone de una zapata de tercia y media de alto, sobre que descansa el *betarre*, que es una pieza de hierro batido de la mayor entidad, porque de su justa posicion algo inclinada hácia el fondo de la fragua (mas ó ménos segun la calidad del carbon de la mena &c.) depende la acertada colocacion de la tobera que se asienta sobre él. Esta es un cono truncado y chato, de cobre, bastante grueso y terso por su base menor que suele ser de 15 líneas de ancho y 12 de alto para que no se liquide tan fácilmente ni se pegue el hierro. La tobera debe sobresalir hasta el centro de la fragua en donde se ha de cruzar con igualdad el viento: por la base mayor que suele ser de 20 pulgadas de ancho, y 10 ó 12 de alto, se introducen en el espesor del cadenarte. Este forma un arco para recibir las cabezas de los barquines que se cierra por la parte de la fragua despues de asentada la tobera con cascote, escorias y barro. Los otros tres costados de la fragua se cubren como se deja dicho con piezas de hierro llamadas *agarrias*, de cuya proporcionada y oportuna posicion respecto á la tobera depende el buen ó mal producto de la ferrería: la anterior ú opuesta á la tobera tiene alguna inclinacion hácia fuera para recibir la mena. El costado opuesto al caz, nombrado *las manos*, tiene una puerta de hierro que se pone ó quita segun las ocurrencias; y mas abajo hay un agugero que se termina en una fosa mas honda que la fragua para recibir las escorias que salgan al sangrarla.

203. La barquinera es la parte del edificio que contiene los fuelles ó barquines para mantener y avivar el fuego de la fragua, y que deben andar por medio de una máquina hidráulica. Para imponerse en su construcion se puede ver la memoria escrita por Grignon sobre este asunto, y que obtuvo el premio en nuestra Sociedad Bascongada.

204. El mageo es la parte de la ferrería en donde está la maza para batir el hierro, que se debe mover con igualdad por una máquina hidráulica igualmente que los fuelles. Su peso ha de ser de 6 á 10 quintales á lo mas, pues las partículas del hierro se reunen, y se espelen las sustancias heterogéneas mucho mejor con la repeticion de golpes moderados. El movimiento de la maza debe ser tal que caiga á plomo sobre el ayunque, y ella es por lo general de hierro tirado.

205. El ayunque es en nuestras ferrerías de hierro batido; pero en las estrangeras suele ser por lo comun del solo colado que se crée preferente por su mayor dureza. Su superficie superior debe ser igual á la boca de la maza, y estar un poco inclinada hácia el árbol que la mueve para que puedan pasar por debajo las barras que se tiren, y se haga esta operacion mas prontamente.

206. Para afirmar el ayunque debe este tener una fuerte espiga piramidal, que se introduce en una mortaja ó cepo hecho en un robustísimo tronco de roble ó encina de 3 pies al ménos de diámetro que ha de estár enterrado, y afirmada su posicion con herrages, marcos de madera y mamposteria. Como para renovar ó componer el ayunque sea preciso cubrir su pie de arcilla, y caldearle para que

afloge la espiga quemándose la madera; á fin de no deteriorar el cepo, se abre en el corazon del roble una mortaja de pie y medio de diámetro ó mas, segun el del tronco, y se ajusta en él una pieza de madera donde se encepa el ayunque.

207. Nuestras ferrerías no tienen chimeneas, y se suplen dejando sin cubrir la parte del edificio que cae sobre la fragua. Para el servicio de las mayores se emplean cinco operarios, un aroza, un tirador, dos fundidores y un apretador: en las menores no hay aroza, y solo se ocupan los cuatro restantes. En unas y otras se trabaja el hierro haciendo de la mena ya raguada ó lavada una zamarra, que se repila ó amasa primero con el mango del mazo, y despues con su boca hasta formar una torta que se divide en dos partes: y vueltas estas á la fragua se van tirando ó reduciendo á barras con repetidas operaciones que escusamos individualizar por haberse indicado ya en el número anterior. En 1805 se principió á construir por órden de S. M. y al cargo del cuerpo de artillería una ferrería en el partido de la Somoza á las inmediaciones de Villafranca del Bierzo, con el obgeto de formar despues con su hierro una fábrica de fusiles. Se habian encontrado algunas minas de hierro muy cercanas al parage de la ferrería que ofrecian ser de buena calidad, á lo ménos para mezclarlas con la acreditada de Formigueiros distante 4 leguas. La obra estaba para concluirse en el verano de 1808, cuando por las circunstancias acaecidas en aquella época, y entrada inmediata de los enemigos en Galicia, hubo que suspenderlo todo absolutamente, sin que por los apuros del erario se hayan podido hasta aora continuar aquellos trabajos, que

desde luego presentaban bastantes ventajas. El director de aquel establecimiento, instruido por el mineralogista aleman Talacker de que en Alemania y otros paises del norte convertian con bastante facilidad el hierro colado en hierro forjado; y sabedor de que la casa de Mazarredo tenia ya corriente un establecimiento de esta clase junto á Bilbao, habia pensado pasar á enterarse de esta maniobra, y establecerla en la nueva ferrería del Bierzo. De este modo ya podia contarse con toda seguridad con los minerales que se hallan al pie de la fábrica; y generalizado este método se podian establecer cuantas fábricas se quisiesen en el Bierzo y Galicia para las muchas minas que se hallan en estos dos paises; y que en el dia solamente se conoce la citada de Formigueiros que dé un hierro dúctil y propio para la construcion de fusiles y otros usos delicados, pues el hierro de las demas ferrerías sale mas ó ménos agrio, y solamente apropósito para clavazon, aperos de labranza, lingotes y otros usos semejantes.

208. Para hallar y apreciar la calidad del hierro no hay mejor medio que tronchar las barras ó planchas que se quieran reconocer y examinar la testura y configuracion de las superficies que resulten, que precisamente se han de aproximar y reducir á una de las siete clases siguientes.

209. 1.ª Cuando la fractura presenta varias hojuelas blancas tan brillantes como un espejo, pero irregulares en su figura y en su coordinacion: y que ademas son algunas tan grandes que llegan á dos líneas, bien que dejan entre sí varios intervalos ocupados por otras mucho mas pequeñas que parecen granos.

210. 2.ª Cuando la fractura manifiesta tambien

hojas blancas y brillantes; pero mas pequeñas, iguales y regularmente ordenadas, y que dejan entre sí espacios muy cortos cubiertos de granos.

211. 3.ª Cuando igualmente muestra la rotura hojas blancas y brillantes, pero mas pequeñas: el carácter peculiar de esta especie de hierro es que su fractura no está toda cubierta de hojas sinó que hay gran parte en donde únicamente se ven granos finos algo oscuros, y semejantes á los del acero basto cuando tiene un temple fuerte.

212. 4.ª El hierro de esta clase no se distingue del de la 3.ª sinó en tener mayor parte de su fractura cubierta de granos; de modo, que esta venga á ser igual ó mayor que la cubierta de hojas.

213. 5.ª En la fractura del hierro de esta clase no se ven hojas, sinó granos semejantes á los de las dos clases anteriores, aunque algo mas gruesos.

214. 6.ª El hierro de esta clase no tiene hojas brillantes ni granos: al ménos sus hojas son tan poco planas que no merecen este nombre, y tan poco curvas que no deben llamarse granos: en su fractura se descubren varias fibras en mucho mayor número que en las especies anteriores, en las que apénas se hallan.

215. 7.ª En fin el hierro de la última clase es el que manifiesta su fractura cubierta enteramente de fibras rotas, y por lo tanto semejante á una estaca que se ha tronchado.

216. El hierro de esta última clase es muy superior al de las demas, que van descendiendo por su órden hasta llegar al de la primera, que es el ínfimo, y casi inútil para todo destino á que se quiera apropiar.

217. Son pues, muy distintas las clases del hier-

ro forjado, igualmente que las del colado, y lo propio sucede con el acero, como se verá en el número siguiente: asi las propiedades de él, que vamos á esponer despues de las indicadas al principio de este artículo, no se deben entender absolutamente de todo hierro, sinó respectivamente á su clase.

218. El hierro es un metal, que aunque sea forjado, es poco suave y correoso; pero sólido, compacto, tenaz, y el mas duro y elástico de los metales como lo manifiestan las propiedades siguientes.

219. 1.ª El hierro convertido en acero es capaz de un lustre y pulimento muy grande: y de él se fabrican los útiles propios para limar, cortar, y estender no solo los demas metales, sinó tambien los cuerpos mas duros de la naturaleza.

220. 2.ª Su grande elasticidad está visible en las hojas de espada, muelles, reloges, arcos, &c.

221. 3.ª Es sonoro y suave en cierto grado, y á escepcion del oro, es tambien el mas tenaz y fuerte de los metales.

222. 4.ª Su color propio es gris oscuro, pero cuando se rompe aparece brillante como el de la plata.

223. 5.ª Es el mas ligero de los metales prescindiendo del estaño, que aun suele ser mas pesado que el hierro colado.

224. 6.ª No solo se pone rojo por la acion inmediata del fuego, sinó tambien por la de un rozamiento fuerte; propiedad que se debe tener presente en su uso.

225. 7.ª Espuesto el hierro á un fuego violento chispéa al principio, pero despues queda fijo y azulado: sufre el fuego sin fundirse mas tiempo que el cobre; y fundido deja una escoria azulada ú oscura, que suele disiparse en vapores.

226. 8.ª Sobre ningun metal tienen tanta acion las sales y ácidos como sobre el hierro: el agua y el aire le disuelven convirtiéndole en orin, que suele tomar diversos colores y denominaciones segun los disolventes que le producen.

227. 9.ª Otra diferencia del hierro respecto á los demas metales (segun algunos autores) es que ocupa mayor volúmen estando sólido que líquido; en lo cual sería comun con el agua. Mas esta propiedad es solo cierta cuando por alguno de los muchos acidentes que se han espresado en el núm. I.° sale cruda la fundicion, y mas semejante á una zamarra de las fraguas, que á un baño muy líquido y suelto; pues en este caso disminuye el hierro considerablemente su volúmen al consolidarse.

228. 10.ª Ningun metal tiene ménos afinidad con el mercurio que el hierro, y por lo tanto es imposible amalgamarle si miéntras se tritura con él no se vierte encima una disolucion de vitriolo.

229. 11.ª Tiene singular afinidad con el iman, que es una de sus minas, propiedad muy conocida: igualmente que la de mirar al norte la aguja de hierro tocada en el iman.

230. 12.ª No hay cuerpo en la naturaleza que retenga mas el calor, y que por consiguiente tarde tanto en enfriarse: los esperimentos que se han hecho con los demas metales relativas á este asunto prueban, que los tiempos que conservan el calor no están en razon de sus masas, sinó en la de su mayor resistencia á fundirse: que es lo que mas propiamente podria llamarse solidez.

231. 13.ª Los tiempos en que dos globos ó balas de diferente magnitud se calientan y enfrian hasta no quemar, ó hasta ponerse al temple de la atmós-

fera, están en mucha mayor razon que la de sus diámetros.

232. 14.ª El tiempo que un globo ó bala de hierro tarda en ponerse albo en una fragua, cuyo fuego sea activo, es $\frac{1}{6}$ del que necesita para no quemar; y $\frac{1}{16}$ del preciso para que tome el temperamento natural. Esta esperiencia manifiesta cuanto mas activo y violento es el fuego de la pólvora que el de una fragua, respecto á quedar por mucho tiempo caliente el cañon, despues de hacer fuego.

233. 15.ª Si se calienta el hierro hasta quedar albo pierde parte de su peso. Entre varias esperiencias que manifiestan esta propiedad espondremos la siguiente.

234. Se pusieron á albar en una fragua por tres veces consecutivas diez globos de hierro, cuyos diámetros eran $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, 3, $3\frac{1}{2}$, 4, $4\frac{1}{2}$, y 5 pulgadas, y se observó que habian perdido de su peso $\frac{1}{18}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{15}$, $\frac{1}{14}$, $\frac{1}{13}$, $\frac{1}{13}$, $\frac{1}{13}$, $\frac{1}{12\frac{1}{2}}$, $\frac{1}{12\frac{1}{2}}$, $\frac{1}{12\frac{1}{2}}$. Este esperimento hace ver no solo que el hierro pierde de su peso albándose, sinó que pierde mas cuanto mas grueso sea: propiedad que parece contraria á la razon; porque soltando el hierro alguna cascarilla ú orin cuando se calienta, era regular que las pérdidas de su peso en los globos estuviesen en razon de sus superficies, que lo están en la duplicada de sus diámetros; y la esperiencia prueba que están en mayor razon aun, que las de sus pesos; esto es que la triplicada de dichos diámetros. Mas si se reflexiona que el hierro es un metal impregnado de partículas oleosas é inflamables, se hallará la causa de este fenómeno; pues espuesto por mucho tiempo á un fuego violento, llega á desecarse enteramen-

te y reducirse á orin; luego una bala gruesa que tiene que sufrir mucho mas tiempo la accion del fuego que una menor, se desecará ó calcinará mas, y perderá por consiguiente mayor porcion de sus partes constitutivas. El hierro es un verdadero combustible, y en apretándole mucho el fuego pierde parte de su masa como todos los de su clase.

235. De esta última propiedad se pueden inferir algunos resultados, que servirán para conocer la causa de que algunos hierros se deterioren trabajándolos, miéntras que otros se mejoran: porque en efecto, el hierro que está ya en el grado de perfecion de que es capaz, puesto al fuego se desecará y perderá la exacta y proporcionada testura y dósis de sus partes; miéntras que el muy cargado de sales y azufres se purgará de ellas á la accion del fuego y del martillo, y se perfecionará hasta quedar todo reducido á fibras.

236. Es indecible la mayor tenacidad y resistencia de este hierro nervioso compuesto de solas fibras; esto es del de la 7.ª clase respecto á los de las demas. Para dar una idea de esta diferencia basta esponer la siguiente prueba hecha por el ya citado conde de Buffon.

237. Habiendo cargado con varias pesas una argolla ó evillon, cuyos dos lados eran de $18\frac{1}{2}$ líneas de cuadratura, y de consiguiente cada uno de ellos resistia con un espesor de $348\frac{4}{9}$ líneas cuadradas, y los dos ó toda la argolla con 696 líneas á corta diferencia, se vino á romper con el peso de 28000 libras, de lo que se infiere que cada línea cuadrada de este hierro necesitaba para romperse 40 libras. Mas por otra parte un alambre de algo mas de una línea de diámetro llegó á sostener 482 y 495 libras,

y si hubiese sido cuadrado muchas más (porque hubieran contribuido los cuatro segmentos, que hacen la diferencia del cuadrado al círculo inscrito en él) por lo que se puede al ménos reputar la superficie de la rotura del alambre como de una línea; y por consiguiente se deduce: que la resistencia del alambre cuyo hierro era enteramente fibroso, es á la del hierro del evillon de mala calidad, aunque forjado, como 12 á 1 y aun algo mas.

238. Es verdad que la esperiencia, que por lo comun destruye los razonamientos mejor fundados, hace ver que la resistencia de cualesquiera cuerpos, aunque de una misma é idéntica especie y calidad, no están en la razon de sus gruesos ó espesores, sinó en otra menor; pero esta diferencia que puede consistir en las desigualdades que haya en la masa y testura de las partes de un sólido grueso, no es ni aun $\frac{1}{4}$ de la espresada diferencia de 12 á 1: por lo que aun rebajada esta razon al tenor de la presente observacion, quedará siempre la resistencia del hierro fibroso á la del que no lo es en la desigual razon de 9 á 1.

239. Siendo pues tan preferente el hierro fibroso, y pudiéndose reducir á esta clase todos los de las demas, respecto á que, como se ha dicho en los números anteriores, el hierro es uno mismo, y solo están sus diferencias en las dósis de sales, azufres y demas partes heterogéneas de que está impregnado, parece regular esponer el método de egecutarlo, que no es otro que poniéndole á un fuego activo, hasta que esté albo, martillándole fuertemente despues, y repitiendo esta misma maniobra varias veces: pues cuanto mas se trabage el hierro, mas sólido, tenaz y correoso será.

240. Pero este principio y regla tienen su *maximum*, como todos le tienen tanto en fisica como en geometría. Cuando el hierro ha llegado á su perfecion, esto es, cuando todo está compuesto de fibras, entónces un fuego violento léjos de mejorarle le deteriora y destruye. Si el fuego dura mucho tiempo se hace tan sensible esta alteracion, como que el hierro se convierte en una materia ligera y porosa, y en fin se calcina y arde.

241. Cuando la acion del fuego no es muy viva ni larga, de modo que el hierro tome solamente un rojo color de cereza, entónces léjos de deteriorarle aunque sea todo fibroso, le da nuevos quilates de perfecion.

242. El hierro mejor que se conoce es el que se forja de hierros viejos que hayan tenido mucho uso, como clavos, y callos de herraduras, alambres, argollas, llantas, &c. Mas debe advertirse que este hierro ha de forjarse en fraguas de afino: esta especie de hierro puede llamarse á semejanza del oro *hierro de* 24 *quilates*.

243. Sería demasiado prolijo y largo esponer las diferentes clases de hierro que se deben emplear en las máquinas, instrumentos y útiles que manejamos: conocidas las propiedades de las diversas clases de hierro, la importancia del destino que se le haya de dar, y hecho el cotejo de esta importancia con el mayor dispendio que habrá de hacerse para mejorar el hierro, ó proveerse del mejor, será fácil deducir la práctica que se deba tener en las fábricas y talleres: no prescindiendo tampoco de la mayor duracion de los útiles hechos de hierro bueno, la cual es tan considerable, que segun las esperiencias del ya citado naturalista una reja de arado de

hierro fibroso dura veinte veces mas que otra de hierro comun, sin embargo de tener esta su punta de acero: pasemos pues á tratar de este.

Número VI.

Del acero y modo de fabricarlo.

244. El acero es el hierro bien desoxidado, y combinado con una cortísima porcion de carbono, pues segun Vauquelin le bastan algunas milésimas de este combustible para constituirlo tal. Se diferencia del hierro por su grano que es mas grueso y mas brillante, por ser mas quebradizo, por la mayor dureza, elasticidad y sonido que adquiere con el temple: es mas pesado, mas blanco y mas susceptible de pulimento, ménos atraible por el iman: recibe mas lentamente, pero conserva mejor la virtud magnética, y es ménos oxidable.

245. Se distinguen tres especies de acero: 1.ª el *natural* que se obtiene inmediatamente de la fundicion del hierro, y se llama tambien *acero de fusion* y *acero de Alemania*: 2.ª el *acero de cementacion* ó *artificial* que es mas fino que el anterior, de grano mas igual, mas susceptible de pulimento, mas duro y mas quebradizo; y 3.ª el *acero fundido* que es el mas fino de los tres y el que se destina para los instrumentos delicados.

246. El acero natural resulta como hemos dicho inmediatamente de la fundicion gris en hornos revocados con arcilla y carbon, y que por su particular construcion proporcionan al hierro los principios, y el carbono que debe contener. Para este objeto se prefieren las minas espáticas y algunas he-

matites por razon de la parte de manganeso con que están mezcladas, por lo que las suelen tambien llamar *minas de acero*. El método de fabricar este acero no difiere del que se sigue para el hierro forjado mas que en dejar en la goa del afino la parte de carbono que necesita para constituirlo tal: así, si al afinar el hierro se maneja y mitiga el aire de los fuelles de suerte que no se destruya toda la parte carbonosa, no resultará hierro forjado, sinó acero de fusion.

247. El mineralogista Galceran que ha trabajado mucho en estos últimos años sobre la naturaleza y fabricacion de los aceros, ha manifestado que el natural ó de fusion es una liga de hierro puro y de manganeso combinado con $\frac{1}{100}$ de carbono. Este acero tiene mucho cuerpo: se trabaja y suelda fácilmente sea con otra barra del mismo ó entre dos de hierro; y es muy bueno para construir resortes y armas blancas.

248. El acero de cementacion es un hierro forjado recocido ó cementado con materias inflamables: en cuya operacion adquiere $\frac{1}{150}$ mas de su peso. Es muy frágil: su fractura no presenta ya nervio, sino unos puntos brillantes que desaparecen trabajándolo bajo el martillo.

249. Para fabricar este acero se escogen barras de hierro forjado de la mejor calidad, y se ponen en una caja del mismo metal, ó en un crisol llenando sus huecos con polvo de carbon ú otras materias carbonosas; y se pone á recocer por el tiempo necesario en un horno de reverbero teniendo cuidado de que la caja ó crisol estén bien tapados para que no se queme el carbon. Se suele mezclar el carbon con algunas sustancias salinas pretendien-

do que con ellas se logra mejor la cementacion.

250. Este acero que se aliga muy bien con sigo mismo ó entre dos hierros, es propio para los útiles tajantes y cortantes, pero no para hacer resortes ni armas blancas. Las betas y pelos que suele tener el hierro que se pone á cementar, las conserva este acero é impiden que se pueda pulir; y por otra parte como la cementacion se hace de la superficie al centro de las barras de hierro, no salen estas cementadas con igualdad; aunque este defecto puede corregirse volviendo á cementar el acero imperfecto por 10 ó 12 horas solamente con carbon.

251. Fundiendo el acero natural, el de cementacion y el hierro afinado como lo practican los Ingleses, y últimamente lo ha hecho en Francia el capitan de artillería Chalup, es como se consigue un acero homogéneo en todas sus partes, exento de toda impureza y susceptible del mas completo pulimento: y es el que se llama *acero fundido.* Los flujos que parece ser los mas apropósito para la fusion del acero son el vidrio hecho con dos partes de tierra silícea y una de álcali: el que conviene para fundir el hierro dulce en acero se compone de la mitad de piedra caliza, y la otra mitad por partes iguales de silícea y arcilla amarilla calcinada. Cuando se emplea el vidrio silíceo ó los elementos del vidrio sin álcali, como se practica para fundir el hierro en acero, se debe evitar que no entren óxidos de plomo y arsénico. Fundiendo de esta suerte el acero se vacia en un lingote de hierro forjado para que tome una forma cuadrada.

252. La fractura de este acero es parecida á la del anterior: en su superficie suelen presentarse

algunas pequeñas cavidades; pero no son peligrosas: y una barra se estiende en el martinete sin dejar pelos ni grietas con cuidar solamente de no calentarla demasiado, principalmente en las primeras caldas: el grado mas conveniente de fuego es despues que ha pasado el color de cereza: cuanto mas delgada se haga la plancha tanto mas dulce sale y fácil de trabajarse. El acero fundido no se suelda ni consigo mismo ni entre dos hierros.

253. Una de las propiedades principales y mas interesantes de todo acero es que enrogecido hasta cierto punto, y sumergiéndolo repentinamente en agua fria (á cuya operacion llaman templar el acero), adquiere una dureza considerable; pero al mismo tiempo es muy quebradizo ó salta como el vidrio, lo que no sucede con el hierro. El acero en el estado que acaba de decirse, no se puede emplear sinó se le da el *recocho* que se reduce á calentarle despues de templado entre carbones ardiendo ó sobre una plancha de hierro batido haciéndole pasar por las graduaciones siguientes, amarillo bajo, color de oro, de cereza, de púrpura, de violeta, azul claro y color de agua, y retirándole del fuego en el grado de color que haya manifestado la esperiencia ser el mas apropósito para la obra que se quiera hacer con el acero, y en seguida se vuelve á meter en el agua.

254. La calidad del acero se reconoce mejor por el trabajo que admite que por su temple; aunque este puede dar sin embargo indicios bastante seguros de aquella; pues cuanto mas fino es un acero, tanto mas susceptible es de tomar el temple á un menor grado de calor. El color bajo de cereza es suficiente para dar mucha dureza al acero

fundido: el de cementacion exige un color vivo de cereza; y el de fusion ó natural necesita aun mas calor.

255. Cuando el acero es muy malo se reconoce por tal á la simple vista: si sus barras tienen muchas grietas en sus superficies, y muescas en sus esquinas se puede tener por cierto que serán dificiles de trabajar: asimismo, si se observan muchas hojas en las superficies de sus fracturas, indicarán que no puede servir para obras tersas y de pulimento: en fin, si despues de templado y roto el acero descubre en sus fracturas fibras de hierro, parages desigualmente configurados, ú hojas brillantes mezcladas con granos oscuros tendrá mucho hierro, y por consiguiente será muy malo.

256. Supuesto, pues, que una barra de acero no tenga pajas, venteaduras, grietas, quemaduras, herrumbre, ni betas de hierro, y que sea fácil de trabajarse, deben reconocerse su grano, dureza y cuerpo para hacer juicio fundado de su calidad, valor y usos á que ha de aplicarse. Tambien es preciso determinar en que grado están combinadas estas propiedades en un acero, para poderle cotejar con otro y preferir uno de ellos; porque cuanto mas menudo sea el grano, tanto mas cuerpo tendrá este, y tanta menor dureza; por consiguiente debe decidirse cual de estas combinaciones será mas ventajosa, y en que acero se encuentra.

257. Es dificil poder comparar con exactitud el grano de dos aceros; pues aunque se hayan templado á un mismo fuego, es muy casual romper sus barras por los parages que lo hayan sufrido igualmente: por esto, para compararlos en esta parte se soldará cada barra ó plancha de acero con otra

de hierro de igual longitud; se dividirá esta por medio á lo largo con un cincel; se templarán las de acero asi soldadas, y despues será fácil romperlas precisamente por medio en toda su longitud, porque el hierro impedirá que se tronchen al traves: con este arbitrio se podrán cotejar con exactitud. En fin, guardadas algunas de estas barras asi preparadas y divididas, podrán servir para reconocer los aceros: asi como la piedra de toque de los plateros para hallar los quilates del oro ó de la plata.

258. Aunque por las señales espresadas es fácil distinguir al hierro puro del acero, hay otra prueba química que lo manifiesta y es la siguiente. Echese sobre la pieza que se quiere reconocer una gota de ácido nítrico debilitado con agua: despues de dos minutos lávese el metal con agua, y la parte donde cayó el ácido quedará sin pulimento con una mancha blanca si es hierro, y negra si es acero; porque dicho ácido estendido en agua disuelve solamente el hierro y no el carbon, y este es el que se presenta bajo dicha forma de mancha negra. La gota de ácido nítrico se debe echar con un puntero de cristal ú otro cuerpo que no se dege atacar por dicho ácido para que no haga variar el resultado del esperimento.

259. Como uno de los principales obgetos de este tratado sea dar á los individuos del cuerpo todas aquellas nociones teóricas que les sean precisas para perfecionar, conocer y apreciar las prácticas que encontrasen establecidas, pudiendo discernir así en que dependen las diferencias tan notables de sus resultados, que es preciso uniformar para el bien del servicio; nos ha sido indispensable en este ar-

tículo introducirnos en algunos puntos, que parece no tienen una conexion inmediata con la artillería; pero que sin embargo no dejarán de ser útiles á sus oficiales en muchas ocasiones, y encargos particulares.

ARTÍCULO IV.

De la construcion del carruage, útiles y máquinas para el servicio de la artillería; y de las maderas mas apropósito para ellos.

1. El obgeto del presente artículo es dar conocimientos suficientes para saber dirigir y apreciar la multitud de carruages, máquinas y útiles necesarios para el manejo y uso de la artillería: para ello parece se debe tratar de los materiales de que se componen, pues segun la calidad de estos será la de aquellos; y despues esponer cuales deban ser las dimensiones y figura de las diversas partes de cada cosa, para que su resistencia sea proporcionada á los esfuerzos que han de sufrir, y al uso que han de tener.

2. Mas este segundo punto no se ha arreglado por otros principios que los que ha manifestado el uso: así lo prueba la continuada variacion que ha habido en las dimensiones de las cureñas y demas efectos. Al presente que se cultiva la física y maquinaria con tanto éxito, se ha querido valiéndose de sus luces arreglar las máquinas de artillería con precision y principios; pero esta inovacion ha sido impugnada en todas sus partes por los oficiales antiguos, que satisfechos del buen servicio que habian observado en los efectos cuyas proporciones habia arreglado una larga esperiencia temen que los construidos sin ella sean débiles ó tengan otros varios inconvenientes.

3. Infiérese de aqui que esta materia es muy dificil de tratar con propiedad y acierto: lo uno por-

que seria un trabajo inmenso y muy superior á nuestras fuerzas y facultades calcular y apreciar cuales deban ser las dimensiones, cortes y refuerzos de las varias piezas de cada máquina, para que puedan resistir los esfuerzos que han de obrar contra ellas, y los temporales á que han de estar espuestas: y mas cuando se sabe que la esperiencia suele desmentir comunmente las mejores teorías hechas sobre semejantes asuntos. Lo otro porque no es fácil, ni nos es propio determinar si sea mas acertada la construcion antigua de los espresados efectos, ó la moderna. Tampoco podemos prescindir de una ú otra, porque ambas se han adoptado en parte en nuestras maestranzas: los afustes de morteros, y las cureñas de los cañones de campaña son del nuevo método.

4. En esta ambigüedad darémos noticia de uno y otro método por medio de diseños exactos, haciendo en el testo las llamadas correspondientes para que el lector los tenga á la vista; y reservando su esplicacion detallada para un cuaderno separado, pues el hacerlo aqui seria estender demasiado este artículo, bastante largo ya por su naturaleza y en el núm. 1.° de este artículo se dará noticia de las principales inovaciones del método moderno, y de las obgeciones y defensas que sobre ellas se han hecho. Lo que ademas de dar luces para juzgar sin temeridad y á bulto, enseña discurrir y pensar sobre estas materias.

5. Como por los planos y esplicacion de este artículo se venga en conocimiento de las dimensiones de todos los efectos precisos para el servicio de la artillería, los cuales se componen de madera y hierro, se tendrán por este medio suficientes datos para saber dar las

proporciones necesarias tanto á la madera en bruto ó en rollo, en las cortas y apeos de árboles para las maestranzas, como para las justas dimensiones de las mismas despues de secas y labradas, y de la clavazon y herrages: teniendo presente que á las piezas en bruto se debe añadir á sus regulares dimensiones un octavo ó un décimo, segun su calidad, por lo que merman en su enjugo.

6. Habiéndose tratado en el artículo anterior del hierro batido que tanto uso tiene en los carruages y efectos de la artillería, deberemos tratar aqui de sola la madera, lo que egecutaremos 1.° manifestando sus diferencias segun su naturaleza y calidad; es decir, segun el género de árboles que la produzca, y la situacion y esposicion de ellos: mostrando al mismo tiempo cuales maderas sean mas oportunas para la artillería: 2.° esponiendo las consideraciones que se deben tener presentes para la elecion de árboles en particular, y modo de apreciar la magnitud de su madera: 3.° en fin, discurriendo sobre el tiempo mas oportuno para las cortas, sobre las precauciones para conservar las maderas, y modo de apreciar su calidad: de cuyas materias tratarán los números II.°, III.°, y IV.° de este artículo.

Número I.

De las inovaciones introducidas en la artillería por lo concerniente á carruages y demas pertrechos.

7. La variedad introducida en las piezas de artillería por el nuevo método (que toma por principio la exactitud y la precision) se ha estendido al

cureñage y demas pertrechos, haciéndolos ménos toscos y pesados, pero mas movibles y exactos. Los apologistas del antiguo los reputan mucho mas costosos, complicados, y aun ménos sólidos. Nosotros sin atrevernos á declararnos parciales ni del uno ni del otro método, espondrémos aqui las principales diferencias de ellos por lo concerniente al obgeto de este artículo: añadiendo á continuacion, como dejamos dicho, sus principales impugnaciones y apologías.

De las cureñas de campaña de los calibres menores.

8. Las gualderas de las cureñas de campaña del nuevo método fig. 2. lám. 9 y 11 tienen á corta diferencia ménos que las antiguas 3 pies de largo, media pulgada de grueso, y tres de ancho la de á 12, dos la de á 8, y una la de á 4: de consiguiente por esta parte son mucho mas ligeras; pero como por la misma razon serian ménos resistentes, para evitar este defecto se han fortalecido con robustos herrages, y particularmente con las planchas de hierro, que á continuacion de las barras de retenida cubren el grueso de las gualderas. Para evitar el rozamiento de sus eges se han hecho estos de hierro; y en lugar de los buges con que se armaban los cubos, se han sustituido unos conos truncados, ó tubos de bronce, en donde entran las mangas *q* de los eges. Con el mismo intento se han suprimido los clavos con cabeza á punta de diamante, y las abrazaderas que sugetaban las llantas. Asimismo para impedir el grande retroceso de estas cureñas se ha aumentado una pulgada la ságita del arco ó centro de las gualderas; asi tocan el terreno con ménos oblicuidad.

9. En las cureñas antiguas se hacia la puntería con cuñas de mira, y en las del nuevo método descansa la culata del cañon sobre una solera movible, enlazada con goznes á la telera de volada: el otro estremo de la solera correspondiente á la culata se eleva, ó baja por medio de una rosca de hierro con su tuerca de bronce: esta se sitúa entre las gualderas bajo del parage donde se ponía la telera de descanso, y se afirma con pernos á las gualderas. La cabeza de la rosca entra en una concavidad hecha en la solera, guarnecida de una pieza de bronce llamada *sombrerete*: finalmente la rosca tiene cuatro manivelas para su uso. Como se representa en las fig. 4. y 5 de dichas láminas.

10. Ademas de las muñoneras ordinarias E fig. 2. tienen las cureñas nuevas de á 8 y de á 12 otras F, distantes de las primeras cuatro diámetros de la bala de sus calibres, para situar los cañones en las marchas: por cuyo medio su peso se promedia entre los eges de la cureña, y del armon ó juego delantero.

11. En cada cureña se puede llevar un cajon fig. 18 y 19 de las mismas láminas, que contenga, en la de á 12, 9 tiros; en la de á 8, 15; y en la de á 4, 18.

12. En fin, tambien se han variado los armones de estas cureñas (mas conocidos por *abantrenes*) láminas 10 y 12: las ruedas de los antiguos eran pequeñas: de modo, que podian pasar por debajo de las gualderas; y las de los actuales *q* son mucho mayores. Sus eges son de hierro igualmente que los de las cureñas.

13. Tales son las principales diferencias entre las cureñas modernas y las antiguas. las que se notarán mejor en el tomo de láminas á vista de sus

planos y dimensiones: veamos aora lo que opinan á cerca de ellas varios autores de uno y otro partido.

14. Las cureñas nuevas, dicen sus opositores, con sus armones pesan mucho mas que las antiguas por razon de los herrages, escepto la de á 4 que pesa algo ménos.

15. No es cierto que el estar las construciones mas bien dirigidas, y las ensambladuras mas fuertes compensen con ventaja lo que la diminucion de espesores en la madera puede quitar á su solidez: miéntras mas delgadas sean las gualderas (iguales las demas circunstancias), mas las alterarán las alternativas de sequedad y humedad, sol y lluvia. Estas cureñas mucho mas costosas que las antiguas durarán ménos; y sus herrages tan justos en la primera construcion, no servirán para otra, sinó recomponiéndolos con sumo cuidado.

16. La adicion inútilmente hecha á las cureñas de pernos, tuercas, planchas de hierro, &c. todas obras delicadas de cerragería, ocasionan un esceso de gasto tan considerable como inútil, asi por lo respectivo á las primeras construciones, como por la manutencion de un número cuantioso de obreros hábiles, que exigen estas inovaciones en un egército.

17. Como las piezas del nuevo método atormentan mas las cureñas por su ligereza que las antiguas, se necesitará recomponerlas con mas frecuencia, y muchas veces en el momento mas crítico. Y cuando se hayan roto algunos herrages en las cureñas nuevas, quedarán fuera de servicio por no tener siempre los obreros los útiles, el tiempo, ni la comodidad que requieren los nuevos herrages. Los

antiguos ménos primorosos y vistosos, eran ciertamente mas groseros, pero mas sólidos y de una manutencion mas fácil.

18. A estas obgeciones hechas sobre el peso, solidez y precio de las cureñas nuevas, satisfacen sus apologistas diciendo: 1.° que el aumento de peso de las cureñas de á 12 y 8 proviene lo uno de que sus armones tienen lanza en lugar de varas, lo que es una ventaja considerable por la mayor celeridad con que se mueven los carruages; y lo otro por el cajon de municiones que lleva cada cureña, utilidad que nadie disputa. Ademas, el peso de las cureñas no puede ser perjudicial á la facilidad de su movimiento, pues por esta parte es su construcion muy ventajosa: 2° que obgetar que las gualderas resistirán ménos á las injurias del tiempo porque son ménos gruesas, es lo mismo que decir, debe ser igual el espesor de toda gualdera, sea del calibre que se quiera; pero la esperiencia prueba que las cureñas de los calibres menores no dejan de tener igual duracion, aunque sus gualderas sean ménos robustas. Por otra parte, la plancha que cubre las gualderas modernas las preserva mucho mas de la intemperie, que lo estaban las antiguas. 3.° Que el costo de una cureña del nuevo método es solo $\frac{1}{117}$ mayor que una igual del antiguo; pero que aun cuando fuese mayor, parece no se debe reparar en él, si proviene de los nuevos herrages, en los que se exagera mucho lo exacto y primoroso, pero sin razon; pues aun cuando hubiese que recomponerlos para hacerlos servir segunda vez, se encontraría economía respecto á que la principal ventaja resulta de la precision de sus partes, é inteligencia con que están construidas, lo que contribuye á la solidez de

la cureña. La obgecion de que el primor y exactitud de los nuevos herrages exigirian que acompañasen á un tren gran número de obreros hábiles, es infundada; pues es dificil de concebir porque las piezas hechas de priesa por un obrero mediano no servirán tambien en caso de necesidad, como servian y sirven para las cureñas antiguas.

19. Contra la rosca para apuntar se dice: que el menor golpe del cañon la descompone, y es muy dificil habilitarla; que ella misma se desordena con los tiros por el orin ó herrumbre; y que un poco de barro, ó una piedra pequeña que se introduzcan en la tuerca le quitan su juego.

20. Se responde: que aunque es cierto que la rosca se puede descomponer por los tiros, respecto á la presion que hace contra ella la culata (en virtud de la resistencia que opone el aire al choque violento del fluido que sale por el fogon, y por la situacion de los muñones respecto al ege de la pieza); pero las cuñas de mira, aun atadas con cadenas para que no se pierdan, tienen el defecto de arrojarlas el tiro y levantarse de consiguiente, sino están sugetas en unas correderas que se oprimen con la humedad: y que la punteria se hace mas pronta y seguramente con la rosca, lo que es de la mayor importancia respecto á las piezas de campaña.

21. Sobre los eges de hierro y los tubos de bronce dicen los defensores del antiguo sistema: que si facilitan la marcha en llanuras, aumentan el trabajo en las bajadas, y en las cuestas si el movimiento no es continuo: que son demasiado costosos: que exigen repuestos numerosos á causa de la precision de su construcion, y de la estrema dificultad de repararlos en el campo como se hace con los eges de

madera, que se pueden formar del primer árbol que se presente: que aumentan considerablemente el retroceso: y otras contras de menor entidad.

22. Se responde: que el esceso de precio no es digno de reparo á vista de la facilidad que procuran al movimiento de las ruedas, como lo prueban los grandes retrocesos de estas cureñas ocasionados únicamente de este principio; pues atendidas las demas circunstancias aun deberian retroceder ménos que las antiguas. Esta facilidad depende de la diminucion del rozamiento del ege con los cubos, que es considerable: 1.° porque siendo el hierro una materia mucho mas resistente que cualquier madera, se pueden hacer las mangas de los eges hechos de él mucho mas delgadas; y como el rozamiento de una rueda dependa de la razon que haya entre su diámetro y el del ege, será por esta parte bastante menor el rozamiento de las cureñas modernas: 2.° la cantidad de rozamiento depende tambien de la testura de los cuerpos en que se egerce: y la esperiencia ha manifestado que el rozamiento de madera contra madera es $\frac{1}{3}$ de la presion del peso, y del hierro contra el bronce $\frac{1}{4}$ de la misma presion.

23. Aunque el menor rozamiento de los eges sea incómodo para las cuestas, son muy fáciles de remediar los inconvenientes que resultan. Cuando se haga descanso subiéndolas bastará para no molestar las mulas de tronco, calzar las ruedas con una palanca, ó con cuñas: y en las bajadas muy pendientes se podria hacer uso del medio practicado en los países muy quebrados, que se reduce á una pieza de hierro cóncava en donde se acomodan las llantas y atada á las gualderas ó brancales, la hacen

correr las ruedas delante de sí toda la cuesta, con lo que no se maltratan los rayos.

24. Por lo perteneciente á la recomposicion de los eges de hierro en un camino se dice: que los medios para habilitar los eges de madera se pueden adaptar á los de hierro, respecto á que en uno y otro caso solo se trata de sugetar por fuertes ligaduras la pieza que ha de remplazar la manga rota.

25. La mayor contra que tiene el uso de eges de hierro, y tubos de bronce en las cureñas, es la de aumentar considerablemente los retrocesos, defecto de entidad y digno de la mayor atencion, y mas cuando no es fácil hallar medio para corregirlo: el de aumentar el declivio de las esplanadas, ademas de maltratar las cureñas, no es adaptable para piezas de campaña que se sirven sin esplanadas: y el de aumentar el arco ó centro de las gualderas, es precisarlas á que falten por él. Si este inconveniente de los eges de hierro pareciere superior á sus ventajas, se podrian suprimir en las cureñas, y adoptarlos para todos los demas carruages, para los cuales son sin duda muy ventajosos.

26. Contra la altura de las ruedas de los armones modernos se obgeta: que no se pueden tomar revueltas un poco estrechas sin esponerse á volcar el cañon ó romper la lanza, á causa de no poder entrar las ruedas por debajo de las gualderas. Esta obgecion es sin duda sólida y de importancia; pero se responde, y satisface plenamente al parecer con decir; que hacer las ruedas de los juegos delanteros muy bajas, es solo cómodo para tomar revueltas muy estrechas, como las que se encuentran en poblados, las cuales no tienen necesidad de tomar los carruages de artilleria, aun cuando no fuese por

otra razon mas que porque siendo el tiro muy oblicuo en ellas se fatiga mucho el ganado: ademas esta ventaja atrae el inconveniente grandísimo de que se atascan con suma facilidad los carruages, y llegando el barro á la altura del ege delantero lo maltrata y aun rompe: lo mismo sucede chocándolo una piedra sobre que haya de pasar. Las ruedas altas tienen tambien la utilidad de disminuir el rozamiento por ser mayor la razon de su diámetro al del ege, como arriba se dijo.

27. Sobre la preferencia de las lanzas ó varas en los armones y demas carruages (cuyo arreglo segun Bezout en el tomo IV. de su *Nuevo curso de matemática* no es fácil determinar) se ha escrito y discurrido mucho por ambos partidos; de modo que este paralelo seria demasiado difuso. Mas de las prácticas establecidas en varios paises, y de las razones que se esponen á favor de uno y otro método se deduce: que los carruages con lanzas pueden marchar con mucha mas velocidad que los de varas; pero que estos son ménos costosos y mas durables. Asi se observa que se prefiere la lanza para todos los carruages que deben marchar con diligencia, y al trote ó galope; y por el contrario, las varas para los que han de transportar cargas considerables con ménos celeridad. Por consiguiente parece que las lanzas son preferibles para los armones de las piezas de campaña que deben acompañar á las tropas en todas sus evoluciones y movimientos. Uno de los armones de varas está representado en la lám. 15. y el de lanzas en la 10 y 12.

Cureñas de campaña de los calibres de batir.

28. Las cureñas de campaña lám. 13 y 14, destinadas para las piezas de batir, esto es, para los calibres de á 24 y 16, se han variado tambien en el sistema moderno: sus gualderas tienen 1½ pies ménos de largo, y media pulgada ménos de grueso; pero la barra de retenida se prolonga formando una plancha que la cubre por la parte superior. Sus eges son de madera; pero sus mangas están cubiertas de planchas de hierro, y entran en tubos de bronce. En lugar de solera tienen un cuadrilongo de madera que se ajusta y ensambla en las teleras de descanso y de mira; y sobre él se afirma la cuña de puntería en una corredera. Los herrages de estas cureñas son muy semejantes á los de las cureñas de las piezas de campaña. Como las obgeciones que se ponen á ellas son casi las mismas que las que acabamos de esponer, es escusado repetirlas.

Cureñas de plaza.

29. Las cureñas que actualmente usamos para el servicio de las plazas son mucho mas cortas que las de campaña: pues teniendo las gualderas de estas para el calibre de á 24, 13½ pies de largo, tienen las de plaza del mismo calibre solos 10 pies: sus ruedas son mucho mas bajas, con otras diferencias que se verán en el citado tomo de láminas cotejando sus planos y dimensiones. Mas en Francia se ha adoptado para el servicio de plazas una cureña particular, con la que se puede hacer fuego por encima de los parapetos, y que nos parece

por sus ventajas digna de que hagamos su descricion.

30. Esta cureña ó máquina propuesta al ministerio de Francia por Gribeauval en 1749, tiene sus gualderas muy semejantes á las de una cureña de marina, con la diferencia de ser mas altas, circunstancia que añadida á la de tener unas ruedas de 4 pies de diámetro, es causa de que la parte inferior del cañon esté elevada 5 pies.

31. En lugar de las dos ruedas de atras que tienen las cureñas de marina lám. 32. fig. 4, tiene esta una sola, lám. 16. fig. 4, á fin de que no cargando mas que sobre tres puntos, no balancée, y para que la puntería sea mas precisa. Estas tres ruedas corren con facilidad por tres canales fuertes, reunidas por un marco robusto que se fija con un perno muy grueso, al rededor del cual se mueve cuando se quiere ronzar la cureña lateralmente, pues descansando sus ruedas sobre el marco participan de todos sus movimientos, lám. 17.

32. Las gualderas de esta cureña son de encina y pueden ser de dos ó tres trozos sin perjuicio de su solidez, porque se ensamblan suficientemente con fuertes pernos que las atraviesan: y están unidas con solas dos teleras que serán de encina ó álamo. El marco puede ser de pino: en su construcion entran dos soleras y dos reglones de igual largo, situados sobre ellas hácia el costado interior; de modo que las ruedas corran sobre las soleras rasantes á los reglones: estas piezas se ensamblan por su frente á un batiente por en medio á una telera, y por la cola á un contrabatiente: entre el batiente y la telera se fortalece su trabazon con dos travesaños en aspa: sobre la mitad de la telera y del contrabatiente se

fija una canal compuesta de una solera y dos reglones, sobre la cual corre la rueda de atras.

33. Los reglones sirven para que ninguna de las ruedas pierda su direcion, y el contrabatiente para que el retroceso no esceda los límites del marco; y á fin de que las ruedas no le choquen violentamente, lo que haria falsear al perno que sugeta el cuadro á la esplanada, se ponen para amortiguar el choque unas cuñas bastante largas sobre las dos soleras principales apoyadas sus cabezas al contrabatiente: á este efecto se le da tambien á la esplanada un declivio de 7 pulgadas. El marco como se deja dicho se une á la esplanada por medio de un perno que atraviesa el batiente por la mitad de él: asi cuando se quiera apuntar lateralmente se mueve el marco con un espeque apoyado por debajo de la canal de la rueda de en medio, ó á un estremo del contrabatiente.

34. La cuña de mira que sirve para mantener en una elevacion fija la pieza es muy ingeniosa. Sobre la telera de mira se fija con pernos una cuña, sobre esta entra otra, cuya cabeza está hácia dentro: una barra de hierro cuya superficie superior sea plana y tenga 24 taladros en dos filas, entra por la cabeza de la cuña inferior y va á enlazarse en la de la superior; asi, tirando de la barra se introduce la cuña superior y se eleva el cañon: cuando se tiene apuntado á la altura conveniente se fija la posicion de las cuñas introduciendo una clavija en el taladro de la barra mas próximo á la cabeza de la cuña inferior. Como las cuñas se sitúan inversamente, la superficie superior viene á quedar en una posicion casi orizontal.

35. Para el servicio de una pieza montada so-

bre esta cureña, son necesarios dos artilleros y tres sirvientes. Un artillero y un sirviente se ponen á la boca de la pieza, la cargan y pasan la lanada ó el escobillon: dos sirvientes se ponen á la culata, el uno ceba y el otro da fuego: el artillero restante apunta y cuida de las municiones. Los cuatro primeros tienen espeques para entrar la pieza en batería y apuntarla.

36. Las ventajas de estas cureñas segun Coudray son: 1.ª proporcionar el medio de tirar de noche con igual fruto que de dia contra las obras de los sitiadores, y que así no puedan recomponer á favor de la oscuridad los trabajos que se les hayan destruido de dia. 2.ª Que elevándose las piezas por la cureña y el marco á cerca de seis pies de altura, solo se necesitan troneras de 18 pulgadas de alto: con lo que se conservan los parapetos á los que arruinan las troneras ordinarias, y se puede formar una batería con facilidad. 3.ª Siendo mas bajas las ruedas de estas cureñas que las de las ordinarias, están ménos espuestas y tienen no obstante la altura necesaria para transportar y manejar el cañon con facilidad, sin lo que no se puede defender bien una plaza. 4.ª El retroceso se destruye por el solo peso de la pieza sin maltratar la cureña ni el marco. 5.ª Una pieza montada sobre semejante afuste no exige sinó la mitad de sirvientes que se necesitan para las otras. 6.ª La altura de costado ó traves que basta para cubrir muy imperfectamente los artilleros que estén á un lado de la pieza, cubre á esta y á su cureña completamente. 7.ª Sirviendo piezas montadas en estas cureñas no tienen tanto que temer los artilleros los tiros que entran por las troneras, que solo pueden ofenderlos en los brazos, y

esto en la acion de cargar y limpiar la pieza; miéntras que con las cureñas ordinarias que exigen troneras muy bajas, tienen estos mismos artilleros espuesto todo su cuerpo desde las rodillas á los tiros directos; y los restantes están enteramente espuestos á los de rechazo, igualmente que la pieza y su cureña. 8.ª No exigiendo esta cureña otros herrages que algunos pernos, siendo sus gualderas casi la mitad menores que las ordinarias, y bastándoles una esplanada de cualesquiera maderos; reune á sus demas ventajas la de la economía y la facilidad de sus recomposiciones.

37. No obstante las ventajas que acabamos de esponer de esta nueva cureña de plaza, y el uso tan útil que hizo de ella Gribeauval en la gloriosa defensa de Schweidnitz, los apologistas del método antiguo la critican igualmente que á las demas inovaciones: véanse aqui sus principales obgeciones.

38. La Valliere en su tratado de la *Defensa de las plazas* dice: „La segunda cualidad esencial de los „instrumentos de artillería es la *simplicidad*::: Si „para tirar sin troneras y de noche se acordase sus„tituir grandes tablados á nuestras esplanadas, sin „los que algunas veces se puede servir la artillería; „ó construir en lugar de nuestras cureñas unas má„quinas mas compuestas, y que presentasen mas par„tes débiles al enemigo, ¿que embarazo no resultaria „de estas inovaciones? ¿Que facilidad no se daria „al sitiador para ponerlas fuera de servicio, parti„cularmente por sus rebotes? La tercera cualidad „que es la *uniformidad* no es ménos esencial: no so„lo es necesaria en todos los carruages de artille„ría, sino que seria muy útil poder observarla en las „menores partes, si fuese posible reducir á ella to-

»dos nuestros arsenales. Si se permitiesen tantas má»quinas diferentes como hay casos particulares en »que pudiesen ser útiles, ¡que gastos, que dificultades, »que tardanza en esta multitud de construciones! »¡que confusion en el servicio! ¡que dificultades en los »transportes! El principio de la uniformidad es la »barrera de estos desórdenes. Por esta razon no se ha »permitido jamas introducir piezas ni cureñas parti»culares para la defensa de las plazas. La unifor»midad con las de las piezas de campaña es igual»mente útil en la prosperidad y en la desgracia pa»ra poder sacar artillería de las plazas.

39. A estas obgeciones de la Valliere replican los defensores del nuevo sistema: es necesario no haber visto jamas la cureña inventada para el servicio del cañon en la defensa de las plazas, ni el marco que regla el retroceso y asegura la direcion del tiro por la noche como de dia; ó querer preocuparse para decir que la una presenta mas partes débiles al rebote, y llamar al otro un *grande tablado*, miéntras que todo este tablado se reduce á cuatro piezas de madera ensambladas por una aspa que se pueden en un momento desmontar y transportar sin mas socorro que el de los artilleros destinados al servicio de la pieza. ¿Como se puede negar que este marco sea la mas simple y ventajosa de todas las esplanadas? En cuanto á la complicacion que se le obgeta relativa á la cureña ordinaria, es necesario convenir en el principio por que se deben juzgar las máquinas. Si se quisiese proscribir la cabria bajo el pretesto que es mas complicada y costosa que la escaleta, se raciocinaria mal. Cuando se quieren comparar dos máquinas destinadas á un mismo obgeto, es menester examinar siempre si la ménos

simple compensa ventajosamente por sus efectos la diferencia de costo y simplicidad. Mas la diferencia real entre la cureña de plaza y la de campaña consiste en una simple rueda, de mas, que se encuentra á la cola de la primera, y que entre otras propiedades tiene la de facilitar la maniobra mas larga del servicio del cañon, que es entrarlo en batería: si á esta propiedad se añade el cúmulo de las que ya se han espresado, no se sentirá la diferencia de gasto ni de construcion.

40. Para ser *uniforme* segun la Valliere, es menester servirse de una misma máquina para diferentes usos. ¿Mas ignora cual sea la *uniformidad* que se pide en los pertrechos de artillería? ¿Ha podido imaginarse que esto significaba que fuese necesario servirse de la misma máquina en todos casos y para todos usos? Por uniformidad se entiende en las construciones la exacta observancia de unas mismas proporciones en las máquinas de la misma especie. Pero jamas la uniformidad en la artillería ha exigido que se usase de una misma máquina para distintos servicios cuando se acaba de inventar otra que en tal circunstancia, no pasagera (porque entónces se podria dudar por los gastos) sinó en un obgeto tan considerable y estenso como la defensa de las plazas, tiene mil razones de preferencia sobre la que se usaba precedentemente.

41. En España donde las cureñas para el servicio de las plazas son diferentes de las de campaña, y aun tambien los cañones que suelen ser de hierro no existe el inconveniente de la Valliere contra la nueva cureña de plaza, de que un general no podrá reponer ó aumentar su tren con la artillería de una plaza.

42. La obgecion de que la nueva cureña presenta mas obgeto á los rebotes es efectiva respecto á nuestras cureñas de plaza, aunque no lo sea respecto á las de campaña: mas no por esto deja de ser una invencion importante, y de que se debe hacer uso en la defensa de las plazas, pues para evitar este inconveniente basta levantar algo mas los traveses hechos para contener los rebotes.

Cureñas para las costas.

43. Se han proyectado mucho tiempo há cureñas particulares para las baterías marítimas, cuyo obgeto es ofender las naves que van á la vela: se percibe que en este caso se exige mucha celeridad para apuntar las piezas, pues el blanco varía continuamente de posicion. Las cureñas bastardas, ó de marina, que se han destinado comunmente á las costas, corresponden mal á este fin, porque son muy incómodas para dirigir las piezas montadas sobre ellas. Nuestras cureñas de plaza no se pueden tampoco mover con facilidad respecto á la poca longitud de sus gualderas, y al peso del cañon. Se ha imaginado, pues, situar las cureñas de marina sobre un marco fig. 2. lám. 18. semejante al que se acaba de describir para las de plaza, y facilitar el movimiento lateral de él. A este efecto se afirma el marco por enmedio de su frente á un fuerte perno fijo á un madero robusto P situado sobre el nivel de la batería; y por la cola se eleva 16 pulgadas sobre el terreno por medio de una rueda ó rodaja N, cuyo ege se asegura con fuertes abrazaderas á las teleras del marco por su parte inferior: de modo, que esta rodaja sirve para mover el mar-

co fácil y prontamente al rededor del perno con un solo espeque como lo manifiesta dicha lám. 18.

44. Gassendi en su *Aide-memoire* propone que esta cureña se coloque al reves de lo que se acostumbra, fijándose el batiente y perno sobre que gira el marco ácia la gola de la batería, y las rodajas ácia el espaldon, proporcionando los declivios de modo que la pieza entre facilmente en batería. Este pensamiento lo abraza tambien el autor de la *Memoria sobre varios puntos de artillería* impresa en Segovia en el presente año de 1816, y para su apoyo dice: "que esta idea útil é ingeniosa proporcionaria á la artillería un doble servicio en todos aquellos puestos que puedan ser atacados por la espalda; pues para este caso bastaria hacer dar vuelta á la cureña hasta que el cañon estuviese en la direccion conveniente." Lo que apuntamos creyendo que seria conveniente hacer algunos ensayos sobre este obgeto.

Afustes.

45. Nuestros afustes antiguos eran unos prismas rectangulares de álamo ó nogal con varias abrazaderas, chapas y pernos para su mayor solidez, como se manifiesta en las fig. 1. y 2. de la lám. 24: es cierto que los herrages eran costosos; pero podian servir para dos ó mas afustes. Actualmente nos servimos de afustes de bronce fig. 3. 4 y 5. que se reducen á dos grandes gualderas de este metal, unidas por fuertes pernos de hierro: para amortiguar su grande vibracion se pone entre ellas un macizo de madera M, M, que podremos llamar *entre-gualderas*, el cual por ninguna parte sobresale de las gualderas: estas se oprimen contra este ma-

cizo por medio de tuercas que ajustan los pernos, que se terminan á este efecto en roscas por uno de sus estremos.

46. Estos afustes tienen la ventaja de ser mas sólidos, de mayor duracion, de situarse el mortero en ellos mas justa y exactamente, no ser tan fácil que con sus retrocesos descomponga las muñoneras, y quede holgado en ellas, poderse desarmar para sus transportes, y en fin aprovecharse en ellos el metal de los desperdicios de las fundiciones. Aun tienen otra ventaja mayor que las espresadas, y es: que habiéndose variado por el nuevo método la situacion de los muñones en los morteros, y colocádose mas altos, no se pueden acomodar en los afustes antiguos sin dejarlos demasido débiles: y esta ventaja es mas digna de consideracion, respecto á que los morteros han ganado en esta variacion, pues aora no se tuercen los muñones como ántes.

47. Sin embargo de estas ventajas los nuevos afustes tienen grandes inconvenientes: el principal es no haber esplanada que pueda resistir sus retrocesos, y zapatazos; sean de piedra ó madera todas las quebrantan, y de consiguiente pierde el mortero la exactitud de su direcion. Asi se ha observado que los morteros de ordenanza montados sobre estos afustes destruian sus esplanadas ántes que los de plancha. Ademas, roto un perno queda el afuste inútil hasta que se le ponga otro, lo que no es fácil en una batería: las entregualderas se pudren y apolillan prontamente por estar encajonadas entre las gualderas, y no poder arrojar el agua: el retroceso de estos afustes es tambien mucho mayor que el de los de madera, particularmente cuando la esplanada está mojada: en fin, rota ó maltrata-

da una gualdera, todo el afuste queda inútil, pues no admite recomposicion, y las tuercas se aflojan facilmente á pocos tiros; de modo, que aun teniendo llaves ó destornilladores para apretar los pernos se llegan á gastar las roscas, y siempre quedan flojos despues de algun servicio. El autor de la memoria citada (44), para evitar que se pudran y apolillen las entregualderas de madera, propone forrarlas por la parte superior é inferior y los costados, como tambien los coginetes y toda la madera de estos, con planchas de cobre de 1½ á 2 líneas de grueso, dejando los agugeros correspondientes para el paso de los pernos, y uniendo dos planchas con soldaduras, sino las hubiese de una sola pieza apropósito para ello. Del mismo modo, añade, podria precaverse tambien la putrefacion de la madera en algunas partes de los demas carruages; y prevenir casi enteramente el herrumbre de las llantas, chapas, &c, interponiendo entre la madera y el herrage una plancha de cobre muy delgada y como embutida, ántes de sentarlos.

Carruages al servicio de la artillería.

48. A todo el carruage destinado al servicio de la artillería se le han puesto en Francia eges de hierro y tubos de bronce para sus mangas: inovacion que tiene las ventajas que se han espuesto tratando de las cureñas de campaña, sin tener el inconveniente de temer sus retrocesos. Pero en los que se han hecho mas variaciones es en los carros de municiones: se han construido de cuatro ruedas, y con lanzas, para que puedan seguir las piezas á que se destinen: el cajon ó repuesto tiene sus di-

visiones, como se representa en la lám. 19: se cierra exactamente, y precave las municiones de la humedad. Cuando el autor escribió este tratado no se construian aun en nuestras maestranzas los tales carros de lanza sino de varas, llamados generalmente *carros capuchinos*, como el representado en la lámina 44, cuya esplicacion se dará separadamente. Al presente se construyen ya todos de lanza lám. 20 y 21, por haber manifestado la esperiencia que son mas movibles, fuertes y adecuados al obgeto.

49. Nuestro *carro fuerte* sirve para conducir la artillería á largas distancias, y tambien se emplea para transportar pesos considerables y piezas largas. La lámina 33 representa el plano de uno de ellos sin herrages: la 34 su elevacion y vistas de varias piezas sueltas: la 35 el plano con herrages pero sin brancales; y vistas del ege y cabezal de la trasera: la 36 la vista del carro, ege y cabezal delantero con sus herrages; y finalmente la 37 representa los planos y elevaciones de las piezas de hierro correspondientes á dicho carro.

50. El *trinquibal* es un carro que sirve para conducir la artillería y otros efectos á cortas distancias. Los hay de tres especies: grande y mediano que se sirven con caballerias, y otro mas ligero para usarlo á brazo. El plano y elevacion del mediano están representados en las figuras 1.ª y 2.ª de la lám. 46. El grande se diferencia en que en la parte superior de la tigera tiene una plancha de hierro á semejanza de la tigera del carro fuerte. El de mano, que se emplea en las faenas de los almacenes y parques, está igualmente representado en las fig. 3 y 4 de la misma lámina. El uso de está máquina puede verse en el tomo de egercicios.

51. *El carro balero* que se usaba antiguamente para transportar municiones, está representado en la lám. 43; pero hace ya mucho tiempo que le han sustituido las galeras, las que sirviendo para el mismo obgeto son indispensables en todo tren de campaña para el transporte de otros muchos efectos que deben ir á cubierto. Este carruage es bien conocido de todos, y está representado de varios modos y con sus piezas sueltas en las láminas 38, 39, 40, 41 y 42.

52. Por bien dispuesto y surtido que vaya un tren de campaña, con las largas marchas y en las aciones de guerra necesita frecuentemente de recomposiciones en su madera y herrages; por lo que es preciso para habilitarlo en cualquiera parte que ocurra, tener *fraguas portátiles* ó de *campaña* como la representada en la lám. 45; pero actualmente se ha simplificado mucho haciéndola de solas dos ruedas y varas; suprimiendo la caja del fuelle y otras muchas correciones, de las que se hablará en un apéndice cuando se abra la lámina correspondiente para su cabal inteligencia.

Cábria.

53. En España se usan dos diferentes *cábrias*: una con dos roldanas en la grua y otras dos en el moton; y la otra con tres en ambas partes. La descricion y uso de ambas puede verse en el tomo de egercicios; por lo que pasaremos á hablar de la adoptada en Francia y conocida con el nombre de *Lombard*, que se halla representada en la lám. 17. Se diferencia de las anteriores en que teniendo dos roldanas en la grua no tiene mas que una en el moton, y el molinete está dividido por mitad en dos

diferentes diámetros en la razon de 9: 7. Por lo comun la parte mas gruesa *bb* tiene 10 pulgadas y 4 lineas de diámetro, y la otra 8 pulgadas y media linea: el largo *dd* de las dos es de 62 pulgadas, y todo el molinete está terminado por dos quicios *d* de 4 pulgadas de diámetro, y 6 ó 7 de largo: á cada uno de sus estremos tiene dos aberturas, que se cruzan en ángulo recto para recibir las manivelas.

54. En lo alto de la cábria hay dos roldanas E fijas en un mismo ege de hierro. Para armarla se fija un estremo de la beta en medio del molinete sobre el cilindro de menor diámetro, y se enrolla en él hasta que lo cubra enteramente: despues se hace pasar el cabo por la roldana correspondiente á aquel lado, y pasándolo por otra movible NF á la que se suspende el peso, se pasa por la otra roldana de la cábria, y se fija el cabo en medio del molinete al principio del cilindro mayor, en donde se envuelve en una direcion contraria cuando se maniobra con la cábria. Es esencial para su manejo que quede tirante la beta; de modo, que el peso principie á moverse al primer cuarto de revolucion del molinete.

55. Las manivelas K, K para el servicio de esta cábria son unas barras de hierro del peso de 37 libras cada una, y 5 pies de largo; y como está indicado en la misma lámina, 5307 libras se hallan equilibradas con una fuerza ó potencia de 165.

56. La principal ventaja de esta cábria consiste en que una pieza queda suspendida y en equilibrio á cualquiera altura que se halle aunque se saquen las manivelas: con lo que se previenen los acidentes que pueden resultar de la inadvertencia de los que la manegen.

57. Hay otras dos máquinas muy conocidas en la artillería para levantar pesos, que son la *escaleta* y el *cric* ó *gato*. Aquella está representada en la lámina 30, en la que el perno A fig. 1.ª que se coloca á mas ó ménos altura, segun la necesidad, sirve de apoyo á una leva ó espeque para levantar ó remover un cuerpo. Sus usos mas comunes son para dar vueltas á las ruedas de las cureñas y carros, y mudarlas: para elevar un cañon por la boca y culata, y otros, cuyas maniobras pueden verse en el tomo de egercicios.

58. El *cric* ó *gato* con varias de sus piezas sueltas se halla representado en la lám. 31. Es una de las máquinas mas sencillas y fuertes que se han inventado para levantar grandes pesos, y puede manejarla un solo hombre, como se manifiesta en el tomo de egercicios. Su uso mas comun en la artillería es el de elevar los pezones de los eges para dar sebo, para mudar las ruedas ó variarlas de posicion, y levantar grandes pesos.

59. Otras muchas inovaciones se han hecho en las máquinas y útiles pertenecientes á la artillería: en ellas se ha tenido presente la exactitud, y precision: puede ser que en algunas á mucha costa, y tal vez con perjuicio de la solidez; pero no podemos entrar en este pormenor que seria demasiado prolijo.

60. Antes de terminar este número debemos prevenir que las cureñas de obuses de á 7, inventadas en Francia, representadas en la lám. 4. se han hallado insuficientes para resistir el fuego de estos, hecho con toda la carga; pues á pocos disparos rompen las gualderas por una tangente á la parte inferior de las muñoneras, y levantan las

barras de retenida y los pernos. Para remediar este defecto no ha bastado dar mayores refuerzos á todas las partes por donde se observaba que flaqueaban, pues no por eso han tenido mayor resistencia. Como el obus se apunta por 20 ó mas grados de elevacion, las barras de retenida y los pernos presentan una resistencia oblicua á la acion de los muñones, y aun tambien las fibras de la madera, de consiguiente nunca se podrá por este medio fortalecer competentemente la cureña. Parece que á este fin seria conveniente hacer las muñoneras I fig. 2. de una plancha de hierro de la mejor calidad de 6 líneas de grueso, y situar los pernos capuchinos F un poco oblicuos, de modo que sean perpendiculares á la direcion del obus apuntado por 20 grados: tambien para mayor seguridad se podrian fortalecer las gualderas por la parte opuesta á las muñoneras con planchas de hierro en que se asegurasen los pernos.

61. Asimismo, estas cureñas de obuses tienen el inconveniente de maltratar y aflojar con sus fuertes zapatazos sus ensambladuras con las cuadras FG fig. 3. de los eges y las sotabragas C figura 2: de modo, que no hay abrazaderas suficientemente robustas para evitar este desórden originado de que por tener las esplanadas el mismo declivio que las de cañones, las gualderas de las cureñas un arco ó centro considerable, y apuntarse el obus por elevacion, el retroceso ó reacion de esta pieza se egecuta por la mayor parte contra la esplanada, obligando á la cureña á saltar y dar fuertes golpes. Es pues necesario para remediar este defecto quitar en parte la causa de donde resulta: así será preciso no dar declivio á las esplanadas de obuses, y disminuir el

arco de sus gualderas: al mismo tiempo se debe procurar fortalecer cuanto sea posible la union del ege con las gualderas.

62. Despues que el autor publicó este tratado no solamente se han hecho en esta cureña las mejoras que propone sino otras varias, y con ellas se ha adoptado tambien entre nosotros para campaña. Pero á pesar de esto no podemos ménos de decir que este carruage es aun demasiado complicado, y no tiene aquella resistencia necesaria para sufrir las marchas y trabajos de una guerra; y por lo mismo pasarémos á dar noticia de la cureña y armon que usan los Ingleses para su obus de 5½ pulgadas, por parecernos mucho mas sencilla y sólida que la anterior, reservando para el cuaderno separado el dar una descricion detallada de ambos carruages, como por la brevedad se ha hecho con todas las demas láminas de este artículo.

63. Dicha cureña está representada en plano en la fig. 2.ª de la lám. 4.ª, 1.ª adicional. AD es el largo de un mástil ó timon, en el que están afianzadas dos pequeñas gualderas, y todo lo restante del carruage. La parte IM de este timon forma una curvatura hácia arriba, como se representa en las figuras 1.ª y 3.ª, y termina en un grande y fuerte argollon, fácil de enganchar en la clavija maestra del armon, sea de noche ó con la precipitacion que suele suceder frecuentemente á presencia del enemigo. En las figuras 4.ª 5.ª y 6.ª está representado de plano, elevacion y perfil el tornillo de puntería: la 4.ª da á conocer el movimiento orizontal de la manivela G y el vertical del tornillo: la 5.ª sirve para hacer ver que este tornillo está sugeto al cascabel por la bisagra M, con lo que se evita del todo ó á lo mé-

nos en gran parte que la manivela varie de posicion por los zapatazos del obus ó movimiento del carruage. Este tornillo está asegurado tambien al timon por medio del puente de hierro EF fig. 4.ª y 6.ª y de los pernos YJ.

64. El armon correspondiente á esta cureña se halla representado en plano y elevacion en las figuras 1.ª y 2.ª de la lámina 4.ª, 2.ª adicional. En la 1.ª las varas H,Y están colocadas segun corresponde, cuando el tiro es apareado: el estremo I de la 1.ª hace de volandera, y la parte IJ de vara tirante. La 2.ª Y descansa en un estrivo de la vara de guardia que hay debajo de la argolla N. Cuando el tiro del ganado ha de ser en hilera, se pasa la vara H al estrivo que hay debajo de la argolla N, y Y al que está bajo de la argolla K, como se representa en P figura 2.ª En esta se manifiesta en TV la altura de uno de los dos cajones de municiones, capaz cada uno de 6 cartuchos, quedando espacio para cuerda-mecha, espoletas, estopines ú otros efectos. Estos cajones se sitúan sobre el armon por medio de las chapas de hierro V,X fijas en sus fondos, y que pasan por debajo de unas correderas aseguradas en los estremos del cabezal y de las correderas laterales; y se ponen mas ó ménos delanteros con el perno movible Z. La fig. 3.ª representa en plano la cuadra del ege de madera y hierro, colocadas la clavija maestra A y la rodaja; y la 4.ª es un perfil de dichos eges; y la elevacion de la clavija maestra con una chaveta D para impedir que se salga del argollon de la cureña.

65. Todo el cureñage de las demas piezas de campaña está construido bajo la misma forma, variando solamente las dimensiones: y los carruages correspon-

dientes al calibre de cada pieza, inclusos los carros de municiones, tienen sus ruedas perfectamente iguales tanto en su construcion como en las dimensiones.

66. El hacer un paralelo entre este carruage y el nuestro pide mas exâmen y tiempo que el que tenemos actualmente, y sobre todo maniobrar prácticamente en todos sentidos y ver el servicio de uno y otro. Asique solamente indicamos aquellas ventajas que á primera vista presenta este carruage en órden á su sencillez, economía y mejor servicio.

67. El mástil ó timon de la cureña inglesa, mas sencillo y ménos abultado que una de nuestras gualderas, es la pieza principal de esta cureña, y á él están sugetas todas las demas piezas acesorias, en vez que siendo cada una de las gualderas de nuestra cureña de mucho mas trabajo y coste que aquel, hay que sugetarlas y unirlas entre sí por medio de teleras y una multitud de pernos, planchas y herrage: y á pesar de estos refuerzos prolijos y costosos nuestra cureña se rompe con la mayor facilidad por la sotabraga y por detras de las muñoneras, siempre que se hace fuego dando alguna elevacion al obus: lo que no sucede á la inglesa, como lo aseguran los oficiales del 5.° escuadron que la han usado ya en campaña y traido á este departamento.

68. Este timon puede reemplazarse con suma facilidad en campaña y en las marchas; pues ademas de ser su construcion tan sencilla, es muy probable encontrar un árbol ó madero á propósito en cualquiera parte, lo que no sucede con nuestras gualderas que necesitan maderos grandes de cierta configuracion, un buen maestro carretero y oficiales, y un número crecido de herrages, cuando aquel no tiene mas que la chapa y anilla de la contera.

69. Su peso no tiene comparacion alguna con nuestras dos gualderas, y asi con la mayor comodidad lo levantan dos artilleros; y por medio del robusto y grande argollon que tiene en su estremo, se engancha aunque sea á tiéntas en la clavija del armon: operacion que cuesta algun trabajo hacer con el nuestro aun en los egercicios doctrinales, cuanto mas en una retirada á presencia del enemigo, y por cuyo solo motivo se abandonan algunas piezas en campaña.

70. Esta grande holgura que tiene el gancho del armon en la argolla, con lo cual puede moverse el carruage libremente en todos sentidos, le facilita tambien el caminar por términos desiguales sin temor de romperse, lo que sucede frecuentemente á nuestros armones por la tigera, á causa de la fuerte palanca que hacen sobre ella las gualderas; y aunque se procura salvar este acidente con la prolonga, se sabe que esta maniobra no puede hacerse sino en terrenos muy abiertos los que se presentan raras veces.

71. Otra de las ventajas no corta de este carruage es el poco bulto que hace respecto del nuestro á los tiros del enemigo.

72. Algunos quieren decir que siendo de varas el armon ingles, el caballo puesto en ellas no puede trotar y galopar con la soltura que el nuestro lo hace con la lanza; pero esto es contra lo que hemos visto en la guerra pasada en todas las ocasiones que les era necesario. Ni esto se debe atribuir á la mayor fuerza de los caballos ingleses respecto de los nuestros, sino á ser altas é iguales las ruedas de la cureña y el armon, lo que como se sabe facilita el movimiento. Ningun caballo ingles de varas se hiere con ellas como sucede frecuentemente con los

nuestros: lo que consiste en la construcion de aquellas, modo de atalajarlo y defensas que lleva. Esto último contribuye tambien á que en las cuestas abajo no padezca tanto en la retenida; y aunque no podemos asegurarlo tenemos idea que el caballo de su izquierda que va fuera de varas está ligado de algun modo á ellas para sostenerlas, y coadyuvar á su movimiento. Por eso convendria tambien tener á la vista un atalage completo ingles, y saber como lo usan.

73. La igualdad de ruedas en todos los carruages de cada clase de piezas simplifica tambien su construcion en nuestros parques y maestranzas, y con pocas que se lleven de respeto se puede atender indistintamente á cualquiera acidente que ocurra. Se hacen generalmente en nuestros carruages las ruedas delanteras mucho menores que las traseras para tomar las vueltas y revueltas; pero esto se logra con la misma ó mayor facilidad con el carruage ingles por la grande holgura que tiene la argolla en la clavija del armon; y se evita el atollarse en los grandes barrizales y pantanos como nos sucede muchas veces metiéndose hasta el cubo nuestras ruedas delanteras.

74. Con este motivo recomendamos tambien el que se hagan esperimentos comparativos con nuestro obus de á 7 pulgadas, y el ingles de $5\frac{1}{2}$ que equivale á 6 y 2 líneas castellanas; pues si sus alcances y efectos son los mismos á cortísima diferencia, como lo afirman los citados oficiales del 5.° escuadron que lo han usado, resulta mucha economía, y sobre todo mayor ligereza y menor retroceso que es lo terrible en esta especie de armas por el estrago que hace en la cureña. En Francia no sabemos que ha-

yan construido hasta aora obuses de menor calibre que el nuestro de á 7 pulgadas; pero si que en la campaña de Italia que hizo Lespinasse al lado de Bonaparte, siempre que cogieron al enemigo algunos obuses de menor calibre, los usaron con preferencia á los suyos; de lo que se hablará mas estensamente en un apéndice al artículo de trenes de campaña al tercer tomo de esta obra.

75. Lo dicho es suficiente para presentar esta idea con el interes que creemos se merece para que se hagan entre nosotros pruebas y esperimentos repetidos, y abracemos aquello que presente mayores ventajas, venga de donde viniere. Aunque este pensamiento no sea original de los ingleses, todo el mundo sabe lo que estos trabajan para perfecionar cualquiera máquina, y esta en mi entender la han puesto en el estado de sencillez y solidez que exige su servicio.

Número II.

De la naturaleza y calidad de las maderas.

76. La madera no es una misma como todos saben, sino que tiene diferentes propiedades segun su naturaleza, es decir, segun el género de árboles que la crian: tambien la de una misma naturaleza tiene distintas calidades segun el terreno y clima en que se haya formado, y segun la situacion y esposicion de los árboles. Así, para dar conocimientos precisos por donde se sepa escoger la madera mas apropósito para el servicio de la artillería, es indispensable manifestar las propiedades anejas á las de distintas especies de árboles, y como varía su calidad respecto á las espresadas circunstancias.

77. No es nuestro intento tratar de todas las

maderas que se conocen: esta seria un teoría difusa y en gran parte impertinente á nuestro obgeto: basta dar conocimiento de las que se crian en nuestra península, que por su abundancia y propiedades son útiles para la artillería. Es cierto que en las Américas hay muchas maderas mejores que las de nuestro continente para el servicio de la artillería; y que seria útil, y aun se ha dispuesto que se traigan en rollo á nuestras maestranzas para darlas este destino; pero no tenemos noticias suficientes para tratar de ellas.

78. Para el servicio de la artillería se emplean, pues, encina, álamo negro ú olmo, fresno, nogal, haya, pino, álamo blanco, chopo y aliso. Aunque cada una de estas maderas sea mas apropósito que las otras para ciertos destinos, no son por esto tan absolutamente precisas que la falta de una de las cinco primeras no se pueda suplir con las otras cuatro y aun con otras, como se vio en Mallorca en donde se empleó con mucha ventaja el naranjo para espeques y levas: las tres últimas son maderas blandas y casi de una misma calidad. Para que se puedan usar con conocimiento darémos una sucinta noticia de ellas.

79. La encina es el primero, el mayor, el mas durable y útil de todos los vegetales que se crian en Europa: generalmente abunda en todos los paises templados y es de un gran número de especies. Duhamel las reduce todas á *encina verde*, ó que no pierde sus hojas en todo el año; y á *encina blanca*, ó que se despoja de las hojas en el otoño: á esta especie la distinguimos nosotros por la voz de *roble*.

80. La encina verde, ó simplemente encina, es de varias especies, entre las cuales solo se dis-

tinguen las mas pequeñas, que conocemos por las voces *chaparro* ó *carrasco*, y que son unos arbustos cuya madera no es de ninguna utilidad para la artilleria; y el *alcornoque*, que es una especie de encina, cuyas bellotas son muy grandes y desabridas, y que cria una doble corteza esterior que es el corcho. Las demas encinas, y que comunmente conocemos por tales, se pueden reducir á dos especies, que son *encina macho*, cuyas bellotas son gruesas y grandes, y su tronco derecho é igual; y *encina hembra* cuya corteza es desigual, su tronco retuerto desde nuevas, y sus bellotas muy pequeñas.

81. El roble es de muy distintas especies, y sus diferencias se conocen por sus hojas, y aun por el fruto que en algunas es una especie de agalla: la principal y mas abundante en nuestros montes es la que llamamos *quegigo*: este árbol, particularmente en las provincias meridionales, es tanto ó mas corpulento que la encina, y cria unas bellotas largas y amargas: las demas especies de roble se suelen confundir, y apreciar solo por la magnitud de sus árboles, que algunos son muy robustos.

82. Las maderas de todas estas especies de encinas se diferencian bastante entre sí: la de la encina macho es sin duda la mejor y mas útil, no solo de todas ellas, sinó de los demas géneros de árboles que conocemos en nuestro continente: es recia, dura, compacta, y algo correosa: resiste mas peso que ninguna otra: y se conserva muchos siglos cuando no está espuesta á las injurias del aire. La sola condicion que exige es ser empleada seca y bien sazonada; mas esta precaucion no es necesaria cuando se emplea bajo de agua ó de tierra, en donde se conserva, dicen, hasta mil y quinientos años:

esta madera solo tiene el defecto de no poder sufrir mucha clavazon y herrages á causa de su misma dureza, por esta razon no es la que mas uso tiene en los carruages, y tambien porque resultarian muy pesados. El citado Duhamel tiene por mejor madera de encina la que tiene un color amarillo claro, aunque es regular que hable de la encina blanca ú roble. En nuestra península la mayor parte es algo roja, y esta suele ser aun de mejor calidad; mas la negra es sin duda la mejor y mas compacta.

83. La madera de encina hembra, y la del alcornoque tienen el defecto de que como sus fibras están torcidas, no tienen la mayor resistencia divididas en piezas, ni se labran bien.

84. La del quegigo es muy buena, y puede suplir á la encina macho: aunque no es tan fuerte ni compacta es mas correosa. Las de las demas especies de robles no son tan buenas como la de quegigo; pero se dejan trabajar bien, y pueden suplir la falta de él. Es de advertir que la agalla de los robles no es propiamente fruto de ellos sinó una escrescencia.

85. El álamo negro, conocido tambien por olmo, cuyas ojas son ásperas, de un verde oscuro, y su corteza desigual por grietas ó surcos longitudinales, produce una madera recia, dura, y muy correosa: sus fibras parecen envueltas y mezcladas unas con otras, lo que hace la madera estoposa y nada tersa; pero que por lo mismo no deja henderse, y sufre toda clavazon y herrage mejor que ninguna; y como al mismo tiempo sea la ménos pesada de todas las maderas duras y fuertes, es de consiguiente la mas ventajosa para el servicio de la artillería.

86. El fresno es una madera muy recia y flexible: de consiguiente buena para astas y mangos de instrumentos, y tambien para los carruages cuando se halla con abundancia. Se le atribuye el defecto de que la ataca la polilla.

87. El nogal produce una madera correosa y suave, pero porosa y no muy recia: sin embargo como este árbol sea de los mas gruesos, se puede suplir con su madera la falta de otra de las espresadas anteriormente para piezas muy robustas.

88. El pino es de diversas especies: los peores son los muy nudosos y abundantes de tea: el blanco y sin tea es poco fuerte y correoso: se puede conocer su buena calidad por varias señales que son: su color amarillo, claro y muy igual: ser pesado; miéntras mas lo sea, es mas sólido y fuerte: que los circulos concéntricos que forma el cuerpo de este árbol no estén muy unidos: que cuando se deja espuesto al sol sude por todas partes una resina de buen olor. El peor pino es el que tiene mas nudos, y su resina muy oscura. Esta madera tiene mucho uso por su abundancia y lo fácilmente que se trabaja: enjuta es quebradiza, y mucho ménos fuerte; así conviene emplearla para muchas obras ántes que se seque.

89. El haya es una de las mejores maderas que se conocen ántes de secarse: entónces es muy fuerte y correosa, por lo tanto sirve como el fresno para astas y mangos; pero enjuta enteramente se vicia y tuerce: espuesta al temporal y á cubierto se apolilla: debajo del agua permanece mas que ninguna otra madera sin alteracion; pero estraida despues fermenta y se pudre.

90. El álamo blanco es madera poco consisten-

te y por lo mismo tiene poco uso en la artillería. El chopo es aun ménos fuerte, y lo mismo el aliso, asi su uso se ciñe á las obras que no exigen grande resistencia, y sí que sean ligeras.

91. A todas estas maderas se les dan distintos destinos en la artillería, segun su clase. Para los carruages, y particularmente para las cureñas es, como dejamos dicho, preferible el álamo negro, á escepcion de los rayos, que deben ser siempre de encina seca y sin nudos: tambien seria muy buena la encina para todo el carruage; pero este saldria muy pesado, y muchas piezas estarian espuestas á henderse: las cureñas de fresno serian bastante buenas aunque pesadas; pero no suelen encontrarse árboles de esta especie suficientemente corpulentos para sacar de ellos las piezas principales; ademas, esta madera no resiste tanto el temporal: el nogal puede suplir la falta del álamo negro ó de la encina para gualderas y afustes.

92. Mas por lo comun no se hace ningun carruage de una sola madera: las cureñas, que son los carruages mas fuertes, tienen de ordinario sus gualderas y cubos de álamo, para estos convendrá que no esté del todo seco: las pinas y rayos de encina; y las teleras de álamo, fresno, ó encina indiferentemente segun la abundancia de estas maderas. Los brancales, viguetas, y lanzas de carros fuertes se hacen de álamo negro: los brancales y lanzas de los demas carruages pueden ser de encina, fresno y aun de haya. Cuando los eges no sean de hierro, deben ser de álamo ó encina los que se quiera tengan mas fortaleza, y los otros de fresno.

93. Para los carros cubiertos, cajones, fraguas, y otros usos se emplea haya, pino, chopo ó aliso.

94. Para los afustes de morteros y pedreros se gasta álamo, en su defecto encina ó nogal. Cuando se quieren hacer pesados como los que se emplean para morteros de plancha, se deben hacer de encina.

95. Los ingenios ó máquinas para mover y suspender la artillería se hacen de álamo negro, y en su defecto pueden hacerse de encina ó fresno. Las palancas del cabrestante, el molinete y manivelas de la cábria, y la barra de la escaleta son por lo comun de encina.

96. Los espeques y otros utensilios semejantes son de encina ó fresno; las astas y mangos de fresno ó haya: los mazos de encina: las estaquillas de encina ó fresno: las esplanadas de pino, haya, ó álamo blanco: los blindages de pino ó haya; pero si se quieren hacer muy fuertes y capaces de resistir los fuegos del enemigo serán de encina ó fresno: las espoletas de fresno, álamo, ó haya: los guardafuegos y chifles de álamo blanco, chopo ó aliso.

97. Ultimamente para faginas, salchichones y cestones se debe buscar rama larga, poblada, y correosa, como la de sauce, castaño y fresno.

98. La naturaleza del terreno contribuye en gran manera á la buena calidad de las espresadas maderas: dos encinas criadas en diversos parages, é iguales en todo lo demas, diferirán mucho en la calidad de su madera, segun la naturaleza del terreno donde se hayan criado.

99. Las tierras acuáticas, pantanosas, ó sumergidas producen maderas flacas, porosas y sin resistencia, ni solidez, y que se pudren prontamente.

100. Cuando el terreno es arenisco, endeble,

árido, y muy seco en el estío, están espuestos los árboles á padecer venteaduras interiores, tener camisas dobles, y otros defectos capitales. Las encinas criadas en ellos son vidriosas, poco corpulentas, y las peores de todas, pues ni aun arden al fuego. Pero como las raices se estienden y multiplican con facilidad en estos terrenos, se suelen hallar aun en los mas áridos árboles corpulentos y frondosos, y con particularidad pinos.

101. En las tierras gredosas apénas se encuentran árboles, porque el sol no las penetra, ni las raíces se pueden estender: cuando la greda está cubierta de una capa de arena ú otra tierra que las raíces puedan atravesar, como la greda retenga al agua, los árboles aparecen robustos; pero su madera es de mala calidad.

102. El terreno mejor para producir árboles robustos, y sanos es el sustancioso y de buen fondo que tenga mas de seco que de húmedo. En él se crian bien toda especie de árboles, pero principalmente el álamo negro: la encina criada en terrenos algo húmedos y blandos donde el aire circula con libertad es muy correosa, y por lo tanto la mejor: los mejores fresnos, aunque se crian en todos terrenos, son los que han crecido en buena tierra, ni muy seca, ni pantanosa, y que se hayan criado en bosque, y no separados unos de otros.

103. Los árboles acuáticos, ó que necesitan estar inmediatos al agua, son mejores cuando el terreno es bueno y está elevado tres ó cuatro pies de la superficie del agua: tales son el álamo blanco, el chopo, el sauce y el aliso. El pino, haya, y nogal son buenos en toda suerte de tierras, con tal que no sean demasiado húmedas: los dos primeros se

crian aun entre las rocas y piedras de las montañas, y solo les es perjudicial el terreno demasido tenaz y duro; al contrario el nogal, que lo penetra con sus raices y se cria bien en él, principalmente cuando está en la inmediacion de tierras de labor.

104. A mas de la naturaleza de los terrenos debe considerarse su situacion; pues los frutos de dos tierras iguales, pero situadas diferentemente son muy diversos. Asi para proceder con claridad es preciso advertir, que por situacion se entiende el lugar donde están los árboles respectivamente al clima, y á la figura del terreno; y por esposicion el mismo lugar respecto á la acion del sol, de los vientos, heladas y demas meteoros.

105. Todas las situaciones tienen sus ventajas é inconvenientes prolijos de individualizar; pero por regla general formada de muchas y repetidas observaciones se sabe que las maderas de los paises cálidos son mas sólidas y duras que las de los frios. Los olmos y encinas de España son mas fuertes, graves, y duras que las de los paises mas inmediatos al polo: y en nuestra misma península debe preferirse la parte meridional á la septentrional.

106. Esto es por lo que pertenece al clima: por lo que mira á la figura del terreno, las llanuras y montañas son mas ventajosas que los valles y profundidades, á causa de que los árboles transpiran con mas libertad, y están exentos de humedades escesivas. Por esta razon los valles secos producen buenos árboles; pero mejores las llanuras, y aun mas sobresalientes las faldas de los cerros, y colinas, supuesta siempre igual la naturaleza del terreno: en el declivio de un cerro ocupa un árbol mayor espacio de tierra, y por consiguiente se ali-

menta y nutre mejor que en una llanura ó en un valle.

107. La esposicion de los árboles es otra de las señales para juzgar de la bondad de sus maderas; y tanto que á veces influye aun mas en su calidad, y la hace mas ventajosa que la situacion.

108. Pero bien consideradas todas las circunstancias de las diferentes esposiciones con respecto á la variedad de terrenos, á la acion del sol, á las heladas de invierno y primavera, y de los vientos fuertes y uracanes resulta: que ninguna está enteramente exenta de inconvenientes, y que por lo tanto deben preferirse segun la naturaleza de los paises.

109. La madera de los árboles espuestos al medio dia es generalmente mas dura, sólida, y de mejor calidad, que la de los que están al norte: mas esta regla no se estiende á los países fríos y con ciertas maderas, particularmente la encina, en la que de resultas de exactas y prolijas observaciones, y esperiencias se ha hallado, que la acion del sol despues de fuertes heladas deteriora su madera destruyendo su solidez y dureza.

110. Los árboles espuestos al levante están libres del perjuicio que ocasionan las heladas del invierno, y los vientos; pero sus vástagos nuevos se pierden frecuentemente por las heladas de la primavera, cuando por la mañana obra contra ellos la acion del sol, y particularmente cuando estas heladas suceden á algun granizo: este acidente retarda su vegetacion, y los hace deformes cuando pequeños.

111. Los vientos de poniente suelen maltratar y romper las ramas, y deteriorar los árboles que es-

tán espuesto á ellos: el granizo les hace tambien daños considerables; porque viniendo acompañado de vientos furiosos del sudouest, estos acaban de destruir la parte de la corteza que ha herido el granizo: asi los árboles que tienen esta esposicion son los que mas comunmente tienen el corazon dañado.

112. Los árboles espuestos al norte son mas corpulentos y derechos, y los que ménos defectos interiores tienen: propiedades originadas de no padecer los efectos de las heladas del invierno y primavera; mas crecen lentamente por el poco sol que disfrutan, y su madera es mas tierna.

113. Ultimamente, el ya citado Duhamel de resultas de muchos esperimentos y observaciones establece las siguientes consecuencias: 1.ª las encinas que han crecido en paises cálidos y secos son mas compactas y ménos espuestas á podrirse: 2.ª las maderas de los climas mas frios tienen la ventaja de ser de mayor volúmen y mas fáciles de trabajar: 3.ª los árboles que se han criado en las faldas de los cerros, en los términos de los bosques, separados en cercas; en fin, que sus ramas y raices se puedan haber estendido libremente, y sobre que el sol y los vientos hayan tenido libre acion, tienen una madera muy dura y de buena calidad, pero basta, áspera, repelosa, y aun tambien con algunos defectos esenciales: 4.ª finalmente las maderas criadas en llanuras, en el centro de bosques ó montes son ménos duras; pero largas, su corazon sano y sus fibras rectas.

Número III.

De la elecion de los árboles.

114. Todas las reflexiones hechas hasta aqui sobre la naturaleza y calidad de las maderas en general, no tienen otro obgeto sinó enseñar los principios que deben servir de regla para la mas acertada elecion de los árboles cuando su abundancia lo permita: pues en caso contrario es forzoso emplear los que se encuentren cualesquiera que sean su terreno, situacion y esposicion.

115. No sucede asi con las circunstancias peculiares de cada árbol de las cuales no puede prescindirse en su elecion, porque sin ellas seria inútil ó perjudicial al servicio. Estas circunstancias son su edad, su tamaño y su figura: de todas las cuales vamos á tratar.

116. Todo viviente no llega á su perfecion, es decir, no adquiere toda la corpulencia de que es capaz, sinó en un cierto espacio de tiempo: la mayor parte de los seres organizados se mantienen mas ó ménos en este estado, despues decaen, y poco á poco se van destruyendo. El vulgo piensa que los árboles grandes como la encina y el olmo tardan cien años en crecer, permanecen igual tiempo en su mayor vigor, y otro tanto en perecer. Pero esta idea aunque muy estendida carece de fundamentos sólidos. Un árbol puede crecer asi en altura como en grueso, y no obstante ir en decadencia; de modo que respeto á todas las partes de un árbol no se puede estender con propiedad el principio espuesto; y es la razon, porque componiéndose de lechos cónicos

sobrepuestos unos á otros, y teniendo cada uno un año de diferencia, sus partes tienen de consiguiente distinta edad y vigor. Un árbol de cien años tiene otras tantas capas leñosas por su pie, las cuales tienen de tiempo desde uno hasta cien años, y lo mas alto de él es de madera de un solo año: de donde se puede concluir que si es menester un cierto tiempo para que la madera esté en su perfecion, en un mismo árbol la habrá nueva que no la haya adquirido de buena calidad, y ya deteriorada.

117. Para comprender como puede la madera durante cierto tiempo mejorar su calidad y alterarse despues, basta reflexionar sobre los diferentes estados por que pasa ántes de llegar al de la perfecion de que es capaz. Se observa al principio que las capas que deben ser de madera no tienen ninguna consistencia sólida: entónces no son sinó herbosas: el jugo pasa por ellas en abundancia: las partes propias para adquirir solidez se fijan en sus poros y se hacen fibrosas: el jugo continúa atravesando esta sustancia que aumenta en densidad y llega á ser lo que llamamos camisa en los árboles: esta camisa es aun una sustancia rala que necesita que el jugo conduzca ciertas partes fijas, que la pongan en estado de ser madera densa. Mas se concibe que estos poros pueden estrecharse de tal modo que el jugo no pueda atravesarlos con facilidad, y que este ostáculo sea causa de que la madera empiece á perder su organizacion y á alterarse; porque estando privado el jugo de su movimiento ordinario se corrompe infaliblemente.

118. De resultas de muchos y prolijos esperimentos que ha hecho Duhamel con la madera de un mismo árbol se infiere: que cuando este está per-

fectamente sano, su madera es mas pesada por el centro que por la circunferencia; y que sucede lo contrario cuando el árbol va en decadencia.

119. Igualmente se infiere: que la edad mas oportuna en que se deben cortar los árboles es en la que empieza á alterarse el corazon por junto al pie; pues entónces es cuando se puede sacar de ellos la mayor y mejor acondicionada cantidad de madera.

120. De este principio se sigue, que es una preocupacion considerar el grueso ni la edad de un árbol para apearlo. En efecto, en las tierras áridas y climas calientes crecen mas lentamente los árboles, y nunca llegan á ser tan voluminosos como los criados en tierras sustanciosas y medianamente húmedas; pero aunque su madera es de mejor calidad, como de consiguiente sus poros son estrechos, es mas pronta su decadencia. Los que crecen en un terreno pantanoso lo egecutan en poco tiempo y pasan súbitamente á una deterioracion sensible. Los árboles procedentes de otro apeado ó de retoños, tardan ménos en alterarse que los que proceden de semilla ó estaca, á causa de que el jugo nutricio los alimenta con dificultad; y esta misma es la causa porque los árboles que se descabezan para que crien una copa frondosa tienen por lo comun hueco su tronco.

121. Es pues preciso para conocer si un árbol está en disposicion de cortarse con utilidad, no guiarse por su edad ni por su grueso y corpulencia, sinó por su estado natural. A este efecto se deben considerar las señales siguientes.

122. 1.ª Cuando un árbol forma con las ramas de su cima una copa redonda debe seguramente tener poco vigor, tenga el grueso que se quiera: al contrario cuando se ven algunas ramas mucho mas

altas que otras es señal de que el árbol está muy sano.

123. 2.ª Cuando la cima de un árbol se cubre muy pronto de hojas por la primavera, y particularmente cuando en el otoño se ponen amarillas estas hojas ántes que las del pie que se mantienen verdes, es tambien una señal de que tiene poco vigor.

124. 3.ª Cuando un árbol se corona, es decir, cuando se le secan algunas ramas de su copa es señal infalible que la madera del centro principia á alterarse, y que el árbol decae.

125. 4.ª Cuando la corteza se separa ó se desune de distancia en distancia por grietas transversales, se puede estar cierto de que el árbol está muy deteriorado.

126. 5.ª Cuando la corteza está mohosa, llena de empeines, ó de agárico, ó con pintas negras y rojas todas son señales de grande alteracion en la madera.

127. 6.ª Cuando las nuevas ramas ó tallos son muy cortos, y los lechos ó anillos leñosos últimamente formados muy delgados, es señal cierta de que el árbol tiene poco vigor.

128. 7.ª Cuando, en fin, se percibe que la *savia* ó jugo nutricio se filtra ó sale por las grietas de la corteza, el árbol se secará prontamente.

129. Todas estas señales indican qué árboles están en decadencia; y segun se vean mas ó ménos atacados de estos defectos, se puede juzgar si aun son de buena calidad, ó si se deben reputar como enteramente fuera de servicio. En caso de duda se deben preferir los árboles que no hayan adquirido toda su perfecion á los que ha tiempo están en decadencia: la madera de estos suele aparecer de bue-

na calidad cuando está verde; mas luego que empieza á enjugarse se descubren sus defectos.

130. Las señales para conocer que un árbol es vigoroso, y su madera de buena calidad son: que sus ramas principalmente las de la cima, sean robustas (aun cuando las otras estén lánguidas y aun secas) y que se eleven sin formar copas; que sus hojas estén verdes, vivas y viciosas, particularmente las de la cima; que estas no se caigan hasta fines del otoño; que la corteza sea clara, delgada, lisa y casi de un mismo color en todo el tronco; que en las quiebras de ella se noten algunas grietas longitudinales que siguen la direcion de las fibras, y al traves de ellas se vea una corteza viva.

131. Si los árboles aunque de buena calidad no fuesen del tamaño proporcionado al destino para que se quieren, seria inútil el cortarlos: por esto es necesario saber medir, conocer ó apreciar las dimensiones precisas para sacar de ellos las piezas que se desean.

132. Los que son muy prácticos en cortas forman este juicio á la simple vista y por aprecio; y no hay duda que un oficial de maestranza ó un buen maestro mayor de montages decidirán mas brevemente y aun mejor que cualquiera otro la aplicacion que pueda dársele á un árbol.

133. Mas como hay casos en que pueden faltar estos auxilios, ó en que se requiera un exámen preciso y exacto, es conveniente tener un método para conocer la altura, la circunferencia media, y la cuadratura de un árbol que está en pie. Para esto hay varios medios unos mas exactos que otros, y mas ó ménos complicados y dificiles: aqui solo se indicarán los mas sencillos y espeditos.

134. La altura de un árbol puede medirse con varas de madera de media toesa de largo, que se pueden unir por sus estremos (por tener en uno un tornillo, y en otro una rosca) hasta que formen un vàral igual á la altura del árbol. Tambien puede regularse esta arrimando al tronco una regla de seis ó mas pies, y graduando prudencialmente desde una distancia competente el número de veces que contendrá la altura del árbol á la de la regla. Esta operacion es bastante fácil y acostumbrándose á ella se calcularán con suficiente exactitud las alturas: en fin estas se pueden medir con mucha precision comparando sus sombras con la de una regla ó baston.

135. Dos modos hay de medir el grueso de un árbol: el primero tomando su circunferencia en medio de él; y el segundo midiéndola por el pie y por lo mas alto, y la mitad de la suma de estas dos medidas será la de la circunferencia media, respecto á ser la figura de los árboles semejante á la de un cono truncado. Pero ambas operaciones exigen que se suba al árbol, lo que por lo comun es embarazoso y dificil.

136. Por tanto es mas cómodo hacer esta medida desde abajo usando de una cadeneta ligera y flexible con la cual se medirá teniéndola de nivel, el grueso del árbol por su pie, y por ocho ó mas pies mas arriba, y conocida la altura total del árbol se multiplicarán recíprocamente las espresadas circunferencias por sus alturas respectivas; la diferencia de los productos se partirá por la distancia que hay entre las dos circunferencias medidas, y el cuociente será la espresion de la circunferencia del tronco en lo

mas alto. Esta práctica se funda en la suposicion de ser el tronco de un árbol un cono truncado, pues entónces será su altura á la circunferencia del pie ménos la de la parte mas alta, como otra cualquiera altura á su respectiva circunferencia ménos la superior.

137. Sabida la circunferencia media de un árbol será fácil saber su cuadratura; pero como para escuadrarlo se le quita la corteza y la camisa, tomando un quinto de la circunferencia media se tendrá una aproximacion suficiente: por egemplo si la circunferencia media fuese de 15 pies, el lado del cuadrado podrá estimarse como de 3 pies.

138. Ademas de las justas dimensiones y buena calidad de un árbol, es menester para elegirle que su figura sea apropósito para el servicio á que se destina. Los rectos y bien guiados son los de mejor figura y mas general empleo. Los de figura imperfecta pueden reducirse á cuatro clases: á saber, árboles curvos, nudosos, de gruesos desiguales y retuertos, achaparrados y ramosos.

139. La curvatura no es siempre defecto en un árbol, á veces es perfecion. Para las piezas rectas no será apropósito la madera torcida pero sí para las curvas como son en la artillería las gualderas, pinas, cigüeñas de cábria y otras: estas serán escelentes siempre que se saquen de árboles que tengan su curvatura ó vuelta semejante á la que exige el destino de dichas piezas.

140. La esperiencia y la física están de acuerdo en que la disposicion natural de las fibras leñosas es la que causa su mayor resistencia: asi no admite duda que las maderas deben emplearse segun

dicha disposicion; pues si se violentasen haciendo rectas las curvas, ó al contrario, se disminuiria considerablemente su resistencia.

141. Esta suele ser muy grande en los árboles nudosos cuando están sanos, y como suele decirse repelosos y toscos, los cuales son muy á propósito para las obras de carpintería basta, y que haya de estár á la inclemencia, como sucede con nuestros carruages: é igualmente para las piezas de mucho rozamiento como cubos y pinas. Mas si el árbol es muy nudoso, rara vez dejará de tener algunos nudos podridos ó muy gruesos y penetrantes, vetas de madera blanda, y otros defectos que pueden inutilizarlo.

142. La demasiada desigualdad de un árbol, ó bien la escesiva diferencia entre sus gruesos estremos pueden hacerlo desproporcionado para el obgeto á que se destina. En este caso el defecto de figura viene á coincidir con el tamaño, de que ya se ha hablado. Generalmente adolecen de este mal los árboles de copas viejas, cuyas maderas suelen reputarse ademas por de mala calidad.

143. Casi siempre va unido el defecto de ser demasiado nudoso un árbol al de ser retuerto: y el que lo es rara vez puede ser útil, porque su tronco es corto, vetado, y las ramas muchas y por tanto muy endebles, lo que se conoce á primera vista. Por consiguiente no deben elegirse los árboles que tengan este, ni otro defecto esencial; sinó buscar aquellos en los que concurran las buenas señales y circunstancias que se han indicado en el presente número.

Número IV.

Del tiempo mas oportuno para cortar árboles, y del modo con que se preparan y conservan despues de cortados.

144. Determinada la buena elecion de los árboles por su naturaleza y calidad, y por su edad, tamaño y figura, es menester determinar tambien el modo de cortarlos, prepararlos, conservar, y conocer la calidad de su madera. Lo primero, segun el concepto comun, pende de la estacion del año, del aspecto de la luna, y del temporal y vientos que reinen al tiempo del corte: y lo segundo de las precauciones que se tomen ántes y despues de cortar los árboles.

145. La natural reflexion de que la vicisitud, y mudanza de las estaciones es forzoso que haga notable impresion en los vegetales, ha causado grande diversidad de pareceres acerca del tiempo de su corta, conforme al concepto que han formado los autores de las diferentes situaciones en que se hallan los árboles en cada estacion.

146. La opinion mas comun es, que los derribos deben hacerse desde Octubre hasta fines de Marzo, porque el jugo nutricio de los árboles tiene ménos movimiento, y es ménos cuantioso en este tiempo, lo que conduce para que las maderas se conserven mejor, sean sólidas, y tengan mayor resistencia. Algunos sobre el propio fundamento limitan las cortas á las menguantes de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero. Otros las reducen al mes de Setiembre, en el que dicen está mas modificado el jugo nutricio. Y en fin, no falta quien opine

que los árboles deben cortarse en la primavera y verano porque se secan mas pronto.

147. Esta última consecuencia consta por exactas observaciones y esperimentos. Por las mismas consta que la madera espuesta á los temporales se conserva ménos que la empleada á cubierto, y que la ya seca es de mayor duracion que la reciente; de lo que se deduce que el jugo y otras humedades deterioran las maderas, y que de consiguiente deben estas cortarse en la estacion que los árboles tengan ménos jugo; pero precisamente se ignora cual sea esta. Segun los esperimentos hechos á este fin por el ya citado Duhamel, en ninguna estacion tienen tanto jugo los árboles como en invierno: entónces transpiran poco y está concentrado: tambien sus troncos se estrechan con el frio. De lo que se podria deducir, que si las cortas deben hacerse en el tiempo que los árboles tienen ménos jugo, de ningun modo convendria efectuarlas en invierno. Mas por otra parte, segun los esperimentos del mismo autor, la madera de los árboles apeados en esta estacion es algo mas pesada y fuerte, que la de los derribados en tiempo mas templado: diferencia que atribuye á que la rapidez del jugo nutricio en tiempo de calor envuelve algunas partes fijas, que permanecerian en los poros de la madera, si su evaporacion fuese mas lenta: ó tambien á que siendo mas completa la disolucion de las partes integrantes del jugo en verano, la parte de él que debe quedar fija tiene mas disposicion á disiparse entónces que en invierno.

148. Sin embargo, este autor no ha notado diferencia considerable entre las maderas cortadas en cualquiera estacion del año por lo concerniente á

su resistencia y duracion; pues aunque como dejamos espresado, las cortadas en invierno han tenido alguna mas resistencia, este esceso no es de consideracion, y mas cuando las cortadas en verano tienen la ventaja de enjugarse muy prontamente.

149. Las preocupaciones antiguas acerca del general influjo de la luna en todos los entes fisicos, se han estendido hasta á la corta de los árboles, determinando generalmente que esta debe hacerse en las menguantes: este principio se ha graduado de tal, sin mas exámen que una tradicion vulgarísima, y destituida de toda prueba, conforme al antiguo modo de filosofar. Actualmente que las investigaciones fisicas se forman á la luz de la observacion y esperiencia, se ha conocido por muchas y muy exactas que es una preocupacion pueril créer que los árboles se deban cortar en las menguantes de luna; y que por consiguiente sus apeos se pueden hacer prescindiendo de los aspectos de éste astro.

150. No es ménos vulgar la opinion de que es muy ventajoso hacer el corte de maderas cuando corre un aire seco como el norte. Se crée que los árboles derribados con él no están espuestos á pasmarse, como los que se cortan con viento húmedo de medio dia.

151. Mas esta es otra preocupacion semejante á la de las lunaciones. Aunque se conceda que los vientos influyen en la calidad de las maderas, es positivo que lo harian igualmente en la de los árboles apeados, que en las de los vivos: asi es inútil esperar un determinado viento para hacer las cortas. Pero lo que se debe esperar para estas es que el tiempo esté sereno y seco, porque en el húmedo, y lluvioso tardarán mas en enjugarse, y si aun per-

manecen mucho en este estado se corromperá el jugo, y se apolillará é inutilizará la madera.

152. Lo único que es forzoso observar en las cortas relativamente al temporal, es suspenderlas cuando corren vientos muy fuertes para evitar que se ragen los árboles, cayendo al impulso del viento ántes de estar acabados de cortar, y para que los hacheros puedan disponer libremente la caída del árbol hácia la parte que sea mas conveniente. Igualmente, se tendrá presente interrumpir, ó no hacer las cortas miéntras haya heladas muy fuertes, tanto por que están los árboles muy espuestos á romperse y rajarse; cuanto porque á cáusa de la mucha resistencia de la madera son muy penosos de cortar.

153. Antes que llegue el caso de cortar los árboles puede beneficiarse su madera preparándola: para ello hay un método particular, asi como le hay para apearlos con ventaja, y para conservar sus maderas despues de apeadas.

154. Todos los que han hecho esperimentos y observaciones sobre los árboles convienen en que se aumenta la densidad y resistencia de sus maderas haciéndolos morir en pie. Consiguese esto de tres maneras. 1.ª Despalmando el árbol, ó quitándole por espacio de un pie la corteza, camisa, y parte de la madera. 2.ª Descortezándole por el pie, esto es desde las raices hasta la altura de dos pies. 3.ª En fin, descortezando enteramente el tronco.

155. El resultado de los esperimentos y comparaciones hechas entre las maderas de árboles muertos en pie, y las de los cortados segun el método usual ha sido: que las procedentes de árboles despalmados, ó descortezados por el pie eran algo mas pesadas y fuertes que las de los árboles apeados se-

gun el uso ordinario; pero que las de los árboles que se habian descortezado enteramente eran mucho mas duras, fuertes y pesadas: propiedades que se notaron con mayor esceso en los árboles que habian tardado mas tiempo en morir despues que se descortezaron. Tambien se ha observado, que la madera de los árboles asi preparados es de mayor duracion, resiste mas á las intemperies, y no se raja ni abre, ni con mucho, tanto como la de los árboles apeados sin ninguna preparacion. En fin, la camisa de estos se apolilla con facilidad y muy prontamente, pasando su infecion al cuerpo del árbol: asi es preciso despojar cuanto ántes la madera de ella; miéntras que la camisa de los árboles descortezados se consolida y endurece quedando exenta de este inconveniente.

156. En vista de estas buenas propiedades de las maderas procedentes de los árboles descortezados en pie, confirmadas por muchos y combinados esperimentos del conde de Buffon, y Duhamel, parece no debe omitirse el preparar asi los árboles que se hayan de cortar para el uso de la artillería, singularmente cuando las cortas hayan de ser considerables, y algunas circunstancias particulares no exijan se efectuen con precipitacion. Es de advertir, que los árboles deben descortezarse en la primavera al tiempo que brotan, porque entónces se despega con facilidad la corteza, humedecida, y alterada por la abundancia del jugo nutricio, que subiendo por ella circula por la camisa y corazon del árbol.

157. De cualquier modo que se haya de hacer una corta de árboles hay ciertas reglas que observar para aprovechar las maderas con utilidad del servicio. Estas precauciones son relativas al modo

de cortarlos, y al de apearlos ó dejarlos caer.

158. Los árboles pueden derribarse serrándolos, descepándolos, ó cortándolos por el pie con hachas. El primer medio es el peor; ademas de ser costoso, no se aprovecha con él mas madera que usando del hacha, y como la sierra sea un instrumento que rasga, conmueve, y rompe las fibras ó filamentos de la corteza y de la madera arrancándolos; la desunion que resulta interrumpe el curso del jugo, y da acceso al aire, que deseca las partes, é impide el efecto de la vegetacion: de consiguiente usándola, se deja el pie imposibilitado de producir nuevos retoños, que pudieran, aunque imperfectamente, remplazar el árbol cortado.

159. Al contrario es muy ventajoso derribar los árboles descepándolos, pues se aumentan considerablemente las dimensiones de la madera por el estremo mas grueso del árbol, y ademas se evita el daño que resulta de prodrirse bajo de tierra la cepa y raices. Es verdad que este método suele ser mas costoso, y tiene el inconveniente de quitar los retoños que producen regularmente los árboles cortados; mas esta contra no merece mucha consideracion, respecto á que las maderas procedentes de estos retoños jamas son de buena calidad, porque siempre se pudren algunas raices, y el jugo no circula con facilidad.

160. Aunque el descepar los árboles parezca y sea muy costoso, lo será aun ménos que el cortarlos, usando de alguna de las muchas máquinas inventadas á este fin: de ellas las mas comunes son unas escaletas muy robustas, en las cuales la palanca hace su fuerza contra el estremo de una cadena á que está enlazado el árbol que se ha de apear.

161. Mas supuesto que se haya de emplear el hacha en el derribo de los árboles conforme al método ordinario, es preciso examinar ántes si el peso de las ramas inclina mucho al árbol hácia un lado: si hay en su inmediacion otros que puedan estorbar su caída, ó en los que pueda enredarse: y por último, si tiene algunas ramas cuya union con el tronco convenga conservar para algun uso importante. Examinado esto se ha de hacer el primer corte ó escarpe á raíz de tierra, lo mas profundo que ser pueda, de modo que el árbol dé un poco de vuelta al caer, y que lo egecute del lado donde se haga ménos daño.

162. Si el peso de las ramas hácia una parte es tal, que dejando caer el árbol por su propio peso pueda recelarse que se quiebren ó inutilicen algunas ramas servibles, ó se maltrate el tronco; deben cortarse entónces las ramas mayores ántes de derribar el árbol, dejándole solo unidas las que se reputaren convenientes, y se apeará el árbol por el lado opuesto para que no las maltrate.

163. Si al tiempo de caer pudiere derrocar los árboles inmediatos, ó perjudicarse en el choque con ellos, deberán derribarse estos ántes si acaso están incluidos en la corta; pero sinó, es forzoso poner todo cuidado para preservarlos, dirigiendo hácia otro lado la caída del que se ha de apear por medio de los cortes ó escarpes, y valiéndose del arbitrio de apuntalarlo con horcas bien firmes y sostenerlo con maromas. Estas, y otras precauciones que sugerirá la situacion local de los mismos árboles es menester usarlas con madurez y tino, y solo en los casos necesarios.

164. La utilidad que se puede sacar para con-

servar las maderas despues de cortadas, beneficiándolas inmediatamente, es un problema cuya resolucion varía mucho. Unos quieren que luego que se derriben los árboles se descortecen, limpien y cuadren: otros que se sierren y reduzcan á cuartones ó á las piezas á que se destinen: algunos que se degen con su corteza y en rollo, y al ménos sin labrar; y entre estos dicen unos que se deben conservar con la corteza ocho ó diez dias, otros que uno ó dos meses, y otros en fin que un año ó mas.

165. Cada uno de estos pareceres tiene sus razones y fundamentos, pero como el mas sólido y seguro que hay en física es la esperiencia, recurrimos por eso á las hechas con mas conocimiento y exactitud sobre esta materia.

166. Por ellas se ha visto: que los árboles conservados con la corteza pocos dias padecen las mismas alteraciones que si se hubiesen limpiado desde luego: que en los que se mantienen con ella largo tiempo, hace esta el efecto de una esponja, recoge la humedad y comunica corrupcion al leño, que ademas se llena de polilla y de gusanos que lo roen y consumen, principalmente si las maderas se dejan al descubierto y en lugares húmedos. Pero al mismo tiempo han manifestado tambien que la madera de los árboles descortezados y labrados desde luego está espuesta á abrirse, ventearse y torcerse; y tanto mas cuanto mas fuerte y de mejor calidad sea: así ambos métodos tienen ventajas é inconvenientes, y ninguno puede seguirse absolutamente.

167. El medio, pues, que debe usarse para conservar mejor las maderas evitando en lo posible los espresados inconvenientes, es dejar con la corteza ó en rollo las que se han de gastar enteras, por

egemplo los cubos, viguetas y lanzas; pero con la precaucion de cubrir sus estremos con tierra, moho ó musgo, y tenerlas en parage cubierto y enjuto. Por el contrario, los árboles cuyas maderas se han de partir para emplearlas, luego que se derriben deben serrarse en piezas tan menudas, cuanto sea compatible con el obgeto á que se destinan, y apilarlas á cubierto para preservarlas de la humedad y de la acion del sol, pues aquella les impide el enjugo preciso, y esta las tuerce y estalla. De este modo se aprovecha mas la madera, se sierra con mayor facilidad, se descubren mas presto sus vicios interiores, se atajan sus progresos, y en fin cuesta ménos su conducion.

168. Como hay diversas opiniones acerca del modo de conservar y enjugar y preparar las maderas creyendo unos ser conveniente esponerlas al aire libre para su mas pronto enjugo, otros en tinglados, y otros en fin bajo de agua, singularmente la de encina; créemos oportuno esponer el resultado de los muchos esperimentos que sobre estos tres puntos ha hecho el tantas veces nombrado Duhamel.

169. Como las maderas apiladas al aire están espuestas al sol y al viento, se secan muy prontamente; pero se tuercen, se hienden, estallan y atormentan tanto, particularmente las de buena calidad, que quedan alguna vez de ningun servicio. Aun no es este el solo inconveniente: cuando están en parte enjutas, se mojan con las lluvias, aspiran la humedad del aire, la de los rocíos y los vapores de la tierra. Es verdad que esta humedad estraña se disipa brevemente por el viento y el sol; pero de estas alternativas de sequedad y humedad resulta un juego contínuo en sus filamentos que se inchan con la hu-

medad, y se estrechan con la sequedad: y este juego debe quebrantar las fibras, cuya tension es muy considerable cuando estando húmedas sobreviene una helada. Añádese á esto, que entrando el agua por las hendeduras de la madera se embebe en ella y facilita su corrupcion. Todos estos acidentes son mas temibles respecto á las maderas blandas que á las duras y compactas.

170. No obstante, cuando sea indispensable apilar las maderas al aire se podrán remediar en parte las causas destructivas espresadas con estas precauciones. Se hará un pavimento de cal y piedra, ó ladrillo en el parage donde se hayan de formar las pilas para precaver las exalaciones de la tierra, y con mucho declivio para que el agua no se mantenga: sobre el pavimento se pondrán unos caballetes á fin que el aire que pase por debajo deseque á la madera que se coloque encima: entre cada pieza se dejará un corto intervalo, y se tendrá cuidado de que no se toquen tampoco por sus cabezas: entre cada lecho de madera se pondrán unos listones de tres á cuatro pulgadas: y en fin se cubrirá la pila con algunas tablas viejas.

171. Las maderas de una calidad escelente se rasgan y hienden mucho mas que las otras; y todas se sienten mas, cuando se esponen á un pronto enjugo: por esta razon no conviene hacer los tinglados donde se han de secar muy espuestos al viento, singularmente en los paises cálidos. Al contrario, los destinados para maderas blandas y en parages húmedos y frios deben estar muy venteados para que las maderas no se pudran. El pavimento de los tinglados debe ser de argamasa sobre un fondo de greda para que no dañen á las maderas las exala-

ciones de la tierra. Los peores tinglados son los húmedos, y en los que no hay ventilacion, en ellos se pudren prontamente las maderas, particularmente si están en paises cálidos. Duhamel piensa seria siempre útil hacer en los tinglados una especie de chimeneas para dar salida á los vapores.

172. Habiéndose observado que las maderas se podrian en tinglados, sea porque los árboles de que procedian estaban en decadencia, ó por ser los tinglados húmedos y no tener ventilacion ó por estar apiladas las maderas unas sobre otras; y por otra parte viendo que las apiladas en tinglados muy descubiertos en paises secos y cálidos se abrian considerablemente: en lugar de inferir que era preciso remediar la mala disposicion de los tinglados, se ha creido que la madera se conserva mal en ellos, y se ha tomado el partido de ponerla en el agua. Unos han creido que se debia tener en ella algunos meses ántes de apilarla, otros que seria mejor dejarla siempre en el agua hasta usarla, y otros que el agua la alteraba considerablemente. Véase el resultado de los esperimentos hechos para aclarar esta materia.

173. 1.° Que es menester mucho tiempo para que la madera se sacie de agua: 2.° que el agua dulce se insinua mas prontamente en los poros de la madera que la del mar: 3.° que la madera saciada de agua del mar admite aun agua dulce: 4.° que estas aguas estrañas se disipan muy prontamente cuando se esponen las maderas al aire: 5.° que el agua disuelve las partes mas disolubles del jugo, y lleva tras sí una parte cuando se disipa: 6.° que las maderas penetradas del agua de la mar no se desecan perfectamente, y se cargan mucho de la humedad del aire: 7.° que las maderas perfectamente secas,

aumentan ó disminuyen de peso segun el aire está húmedo ó seco: 8.° que lo mismo sucede á las saciadas de agua, aun cuando estén bajo de ella: 9.° que las maderas que han nadado en el agua pierden mas de su peso en secándose; y mas cuando han estado sumergidas en agua corriente, que cuando lo han estado en agua estancada, y cuando han estado ya dentro, ya fuera de agua: 10.° que las maderas tiernas y de mediana calidad se alteran mas en el agua que las de una calidad escelente, y las maderas blandas mucho mas que las duras como la encina, &c: 11.° que la encina de mediana calidad está mucho ménos espuesta á henderse al secarse cuando ha estado mucho tiempo en agua, lo que proviene de la alteracion que ha sufrido; pues las maderas cuanto peores sean ménos se abren, y las podridas no se hienden de ningun modo: 12.° que las maderas de superior calidad se hienden al secarse aunque hayan estado largo tiempo en agua: 13.° que las maderas aun las blancas no se alteran miéntras están en el agua ó en tierra húmeda: 14.° que la introducion del agua en la madera hace cerrar sus grietas, pero que la solucion de continuidad subsiste; de modo que sus defectos aparecen cuando se seca: 15.° que el agua estorba los progresos de la putrefacion; pero no se remedia el mal porque se manifiestan en secándose la madera: 16.° que las maderas que han estado algun tiempo en el agua están ménos espuestas á ser atacadas de la polilla; y como el agua tarda mucho en penetrar la encina, se pudieran sumergir tres ó cuatro meses los trozos gruesos de ella; pues en este tiempo se alterarian poco, y tendrian la ventaja de no estar tan espuestos á la polilla.

174. De todo lo espresado resulta: que las maderas en que únicamente se desea que no se hiendan y no su resistencia, se deben introducir en agua: que en las que principalmente se apetece la solidez se deben conservar en buenos tinglados, y que podria ser útil tenerlas ántes algun tiempo en agua para precaverlas de la polilla: y que es ménos perjudicial tener las maderas bajo del agua que no á la intemperie. En caso de tener las maderas en agua, conviene que estén sumergidas y no nadando.

175. El tiempo que necesitan las maderas para su enjugo es muy incierto, siendo respectivo y aun proporcionado á sus densidades. Entre ellas es preciso conservar mucho mas tiempo apilada la encina, porque miéntras mas se enjuga crece su fuerza y resistencia como lo acreditan los esperimentos hechos con fragmentos de naves y edificios antiguos.

176. Para conocer si cualquier especie de madera está enjuta y bien constituida, se golpea por un estremo con un martillo, y siempre que el sonido sea claro y distinto se podrá emplear con seguridad.

177. Es de advertir que no todas las maderas adquieren resistencia y solidez enjugándose: el haya es mas correosa y fuerte recien cortada; no obstante es preciso emplearla muy seca, pues de lo contrario se destruye é inutiliza brevemente. El pino es tambien mucho mas fuerte ántes de enjugarse y debe emplearse no del todo seco en las obras de mucha resistencia, y en las que se usa en piezas gruesas; al contrario en tablas y otras semejantes por el riesgo de que se tuerza y vicie.

178. Las señales que se han espuesto en el número III. para conocer á la simple vista de los ár-

boles la calidad de su madera, no son tan ciertas como las que manifiestan los mismos árboles despues de apeados y aun divididos; porque entónces se descubren los defectos de su madera. A fin que se puedan apreciar y conocer, vamos á dar una breve noticia de ellos.

179. Se dice que un árbol tiene el corazon dañado, cuando se encuentra una division ó solucion de continuidad que sigue la direcion de los lechos ó anillos anuales; es decir, cuando hay en lo interior de él círculos concéntricos que no están unidos unos á otros. Algunas veces no se percibe este defecto en los árboles llenos de jugo: pero se manifiesta á medida que se secan: estas cavidades ó hendeduras cogen algunas veces toda la circunferencia del árbol; de modo que se ve un cilindro de madera nueva que encierra un ege de madera muerta que se puede hacer salir á golpes de mazo. Es evidente que este es un defecto esencial, y que el árbol que esté atacado de él no puede ser de buen servicio.

180. Llámase *hendedura* toda abertura ó grieta que se estiende del centro de un árbol á la circunferencia: defectos que regularmente proceden de las heladas fuertes, y que se cubren despues por nuevos lechos ó anillos leñosos; pero como las fibras separadas nunca se reunan, el árbol queda tanto mas defectuoso cuanto mayor sea la hendedura.

181. Cuando en el corazon de un árbol se encuentran dos ó mas hendeduras, se dice que tiene *pata de gallo*. Este defecto aunque semejante al anterior procede de muy diversa causa, que es de la alteracion de la madera, la cual es necesario sea muy escesiva cuando el defecto se percibe en los árboles llenos de jugo.

182. Los árboles tienen despues de su corteza una especie de sustancia que no ha adquirido la consistencia que se requiere para llamarla madera, y que se nombra *camisa*: esta casi no se distingue en las maderas blancas, de las que se puede decir que todas son camisa; pero es muy notable en las duras, como la encina y el olmo, en las que forma un anillo de hasta dos pulgadas de grueso. Como la camisa segun queda espuesto, es perjudicial á las maderas de los árboles que no se hacen morir en pie descortezándolos, es preciso despojarlas luego de ella. La camisa simple aunque sea un defecto, es general á todos los árboles; pero no la camisa doble, que es una corona de madera tierna é imperfecta que rodea el corazon del árbol: despues se encuentra otra corona de madera buena rodeada de otra camisa con la corteza. Esta camisa acidental es aun ménos sólida que la natural, de consiguiente ocasiona un defecto considerable en la madera, y mayor cuando está acompañada de su corteza correspondiente.

183. Cuando la madera de un árbol está *vetada*, esto es, cuando se notan en ella mutaciones súbitas de color, por egemplo vetas blancas y otras rojas, que parecen mas húmedas que el resto de la madera, es una prueba cierta de que el árbol tiene un principio de corrupcion, ó alguno de los defectos espuestos, que empezará á descubrirse luego que se vaya enjugando. En los árboles bien acondicionados prescindiendo de la camisa, la madera es de un color uniforme, que se va oscureciendo insensiblemente hasta el corazon.

184. Como unos años son mas favorables que otros á la vegetacion, los lechos de que se compone la madera no son nunca iguales; pero cuando la des-

igualdad es muy grande, de modo que apénas se puedan distinguir algunos, se debe sospechar de la calidad de la madera, porque no estarán unidos y trabados unos lechos á otros.

185. Hay árboles cuyas maderas tienen las fibras derechas, lo que es una perfecion; mas en otros están de tal modo torcidas que describen una espiral al rededor del tronco; lo que es un defecto en la madera que ha de servir en piezas menudas.

186. Cuando los nudos penetran hasta el corazon de un árbol son un defecto de la mayor entidad; pero siempre será útil quitarlos y ajustar una pieza, de temor que pudran la madera inmediata.

187. Las maderas de buena calidad deben tener sus fibras fuertes y elásticas, unidas unas á otras, aun cuando estén secas: las astillas que se quiten con el hacha no deben romperse cuando se plegan, y si se doblan hasta romperlas deben egecutarlo dejando filamentos muy crecidos; pero hay maderas áridas que se rompen sin estallar, dejando igual la fractura: sus virutas son poco largas y apénas se enroscan: las maderas de esta calidad son las peores que se pueden emplear en el servicio de la artillería.

188. La mejor prueba de la buena calidad de una madera es que sea muy pesada, asi se debe escoger y preferir entre la de una misma especie la que estando igualmente seca, ó húmeda, pesase mas.

189. Para completar este artículo parece se deberia dar una teoría del modo de apreciar, y calcular la resistencia de la madera, asi en piezas sueltas como ensambladas; pero esto seria salir de

los límites que nos hemos propuesto: así nos contentamos con remitir á los que necesiten, y quieran saber esta teoría, y tener noticias exactas sobre las maderas, á las obras de Duhamel, Buffon, Müller y otros.

ARTICULO V.

De los puentes militares.

1. Entre todas las máquinas militares ninguna hay mas importante que los puentes por lo vasto de ellos, por la utilidad de su servicio, y por los grandes daños que ocasionaria su falta, ó su poca solidez. En cualquier país donde se haga la guerra, y en cualquier situacion que se halle un egército es indispensable que esté en disposicion de poder pasar cómoda y prontamente los rios que encuentre en sus marchas ó retiradas; pues el tránsito de ellos intentado sin los correspondientes auxilios le originaria pérdidas considerables: y la demasiada detencion le espondria á que los enemigos frustrasen sus designios. Cuando el autor escribió el presente tratado, estaba el ramo de puentes encargado al cuerpo de artillería, por lo que se dedicó á tratarlo con la estension necesaria para que sus oficiales supiesen con solidez, y estuviesen versados no solo en la construcion de ellos, sinó tambien en todos los incidentes que pueden ocurrir en este punto, y en los medios mas sencillos y seguros de vencerlos y remediarlos. Habiendo pasado posteriormente este encargo al cuerpo de ingenieros, podiamos suprimir este artículo; pero como de este modo quedaria imperfecta una obra destinada á instruir á los oficiales de artillería en todo lo que directa é indirectamente pueda pertenecerles, hemos dejado este artículo cual lo compuso su autor, ampliándolo con la esplicacion de las láminas, y algunas adiciones que nos han parecido oportunas, como

se hará igualmente con el artículo de minas que en el dia es tambien de la inspecion del cuerpo de ingenieros.

2. La observacion de que los rios mas rápidos y caudalosos suelen carecer de toda especie de maderas en sus inmediaciones; y la reflexion de que la celeridad y rapidez en los movimientos de un egército son el origen de la felicidad de sus empresas, manifiestan bien claro que en los egércitos deben llevarse de prevencion puentes proporcionados á los rios que se hayan de pasar, para usar de ellos sin demora en cualquiera ocasion que se necesiten. De aqui la precision de hacer de antemano las barcas ó pontones sobre que se han de establecer; de conducir el maderámen, tablazon, cordage, y demas útiles y aparejos correspondientes; de construir carros adecuados al transporte; y últimamente de combinar la resistencia y peso de las barcas y pontones de modo, que puedan sufrir un puente capaz de franquear paso cómodo á un egército, sus trenes de artillería y equipages, y conducirse no obstante con la posible facilidad en las marchas.

3. Si todos los rios fuesen igualmente caudalosos y rápidos, y si por todos hubiese de pasar un egército con iguales trenes, bastaría la descricion de un solo puente para desempeñar el obgeto de este artículo; mas como los rios sean muy diversos asi en su magnitud como en su rapidez, y el paso de ellos se haga muchas veces sin tren de batir, ó por gruesos destacamentos que suelen llevar consigo á lo mas cañones muy aligerados; acontece que los puentes proporcionados para un rio caudaloso son embarazosos é inútiles para uno pequeño, y al contrario. Ademas, las particulares circunstan-

cias en que se puede hallar un egército podrán exigir que tenga que valerse de otros medios que el de puentes para pasar un rio, pantano, &c. De lo que se colige la necesidad de que los oficiales de artillería estén instruidos, no solo en la construcion de un puente de barcas ó pontones; sinó en las distintas especies de puentes y máquinas, que segun el país donde se haya de hacer la guerra, las intenciones y proyectos del egército, y las circunstancias de este y del terreno, sean mas adecuadas y proporcionadas al paso de los rios, pantanos, canales, &c.

4. Son, pues, peculiares y ànejos al ramo de puentes las descriciones de las diversas especies de ellos, que suelen ser mas oportunas para el trânsito de los rios; y las máquinas apropósito para hacer desembarcos en las márgenes de los que son navegables, escalar y sorprender las plazas defendidas por fosos de agua, ó que están rodeadas en parte de algun rio ó canal; ó en fin para marchar sin notable detencion por países cortados con muchos arroyos, pantanos, azequias ó canales: de consiguiente todos estos puntos deben tratarse y esplicarse en el presente artículo.

5. En el que es necesario esponerlos con la mayor proligidad y estension, particularmente en la parte que concierne á la construcion de las barcas ó pontones, sus carros correspondientes, y aparejos precisos para la construcion de un puente: asi por la importancia de la materia, como por su novedad y estrañeza para la mayor parte de los individuos del cuerpo; y en fin por no haber publicadas ningunas obras que traten con individualidad y directamente estos puntos. El único puente militar que hemos

visto bien circunstanciado y representado en obras impresas, es el que se encuentra en el artículo *Pont Militaire* del dicionario enciclopédico por Guillote, y que dejaremos de describir, asi por hallarse ya público en dicha obra, como por no parecernos suficientemente esperimentado, ni reputarlo tan sencillo como es necesario.

6. Para lograr, pues, dar en este artículo las nociones espresadas con claridad y distincion, se tratará 1.° de las barcas, pontones, y lanchas que nos han parecido mas seguras, cómodas, y sencillas para sostener y formar los puentes militares, y de sus carruages correspondientes: 2.° de los aparejos y útiles necesarios para la construcion de los puentes: 3.° de la construcion efectiva de un puente de barcas ó pontones: 4.° en fin, de las máquinas que se pueden poner en uso para el paso de rios, fosos, canales, pantanos, &c: cuatro puntos que servirán de asuntos á otros tantos números, que compondrán el presente artículo.

Número I.

De las barcas, pontones, y lanchas mas propias para la construcion de los puentes militares.

7. La parte principal de un puente militar son las barcas sobre que se ha de establecer; pues de la solidez y justas proporciones de ellas con el peso que han de sostener, dependen la firmeza y seguridad del puente. Ademas, no solo debe tenerse presente esta propiedad (pues asi seria muy sencilla y fácil la construcion de distintas especies de barcas sobre que se podrian formar puentes so-

lidísimos) sinó que es indispensable atender tambien al fácil y pronto transporte de las barcas, y á la simplicidad de su construcion. Por estas razones despues de haberse inventado una multitud de especies de barcas, mas ó ménos grandes y fuertes, y de diversas figuras y construciones, se idearon los pontones que son unas barcas pequeñas cubiertas de hojas ó planchas de cobre, y tambien de hojas de lata, sobre las cuales igualmente hay varias opiniones acerca de sus proporciones y construcion.

8. La esperiencia ha manifestado que los puentes construidos sobre pontones son á la verdad muy sencillos, portátiles y sólidos en rios pequeños, y de poco ancho; pero poco seguros en los muy caudalosos: por esta razon nos hemos propuesto dar conocimiento no solo de esta especie de puentes; sino tambien de los de barcas, que ciertamente son los mas sólidos. Asi, en este número espondremos sucintamente en primer lugar cual debe ser la construcion de una barca, despues cual ha de ser la de un ponton, y en fin la de una de las lanchas que son precisas para armar, cuidar, y desarmar un puente.

9. Las barcas lám. 1. sobre que se hayan de fabricar los puentes militares mas sólidos, y capaces de dar paso á las piezas mas gruesas de artillería, y de sostenerse en los rios mas caudalosos y anchos, tendrán 35 pies 5 pulgadas de popa á proa (si pueden llamarse asi sus dos estremos que deben ser casi enteramente iguales): el largo del cuerpo de ellas, ó de la parte sobre que debe cargar el puente, que es el espacio recto comprendido entre las dos argollas N, N fig. 1, será de 18 pies. El fondo

de una barca, cuya mitad está representada en la fig. 3, se compondrá de tres *tracas* ó tablones E, G, GH, HY de los mismos 18 pies de largo, y pulgada y media de grueso: el de enmedio será lo mas ancho posible y entre los tres tendrán cuatro pies y medio en YK, y dos pulgadas ménos por sus estremos E, D. En esta parte se ensamblan con otros tres que hagan alguna curvatura, y despues oblicuamente vengan á formar los fondos de popa y proa terminándose en un pie de ancho DE. La curvatura de estos fondos EDDE y su opuesto en el otro costado que tienen por la popa 8 pies y 7 pulgadas, y por la proa 8 pies y diez pulgadas se construyen del modo siguiente. Tomada la distancia CA que como acabamos de decir tiene 8 pies y 7 pulgadas, se tira por A una paralela á ECD; y se cortan las partes AE, AD de 6 pulgadas cada una, resultando la ED de un pie. Se tiran las rectas DD, ED, en las cuales desde los puntos *a*, *a* se toman las distancia $ab=1$ pie, $ac=2$, $ad=3$, $ae=4$ y $af=5$; en los puntos *b*, *c*, *d*, *e*, *f* se levantan perpendiculares, y se cortan $bg=2\frac{1}{2}$ pulgadas $ch=3$, $di=3\frac{1}{2}$, $ek=4\frac{1}{2}$, y $fl=3$; por sus estremos *a*, *g*, *h*, *i*, *k*, *l* se hace pasar una curva, y se tira la recta *l*D con lo que queda determinado un costado de la figura, y del mismo modo se construyen los otros tres.

10. La eslora ó longitud total M, M fig. 1. de la barca ya armada resultará por la inclinacion de sus estremos de 33 pies: su manga ó ancho por la parte superior de $6\frac{1}{2}$ pies: este ancho por los estremos ó espolones será de pie y medio. Los anchos interiores serán: en el fondo $4\frac{1}{6}$ pies; 16 pulgadas mas arriba, $6\frac{1}{7}$ pies; á 2 pies 7 pulgadas del fondo, $6\frac{2}{3}$ pies: la altura interior de la barca

por en medio será de $3\frac{1}{3}$ pies; por la proa $4\frac{1}{3}$, y por la popa $4\frac{6}{7}$ pies.

11. Cada barca se fortalece con diez y seis *varengas* ó soleras F, F, &c. fig. 1. de 2 pulgadas de grueso y 5 de ancho, ménos las de los estremos que tendrán 8 pulgadas: sus longitudes deben estar terminadas por los costados de la barca de modo que se ajusten al traves del fondo: dos se han de poner sobre las uniones del cuerpo de la barca con los estremos; ocho se han de repartir igualmente en el intervalo de estas dos; y las seis restantes se sitúan en la popa y la proa, dos á $19\frac{1}{4}$ pulgadas de las colocadas sobre las uniones, otras dos á igual distancia de estas, y las dos restantes que serán las mas anchas á $19\frac{1}{2}$ pulgadas de ellas. Cada varenga, esceptuadas las estremas, se fija con ocho clavos, de los cuales se clavan dos oblicuamente en medio del fondo con las cabezas por dentro, y á 2 pulgadas de los costados de las varengas; y los otros seis á sus estremos con las cabezas hácia fuera.

12. Cada costado se compone de tres tracas de tablon: la *abc* fig. 2 que se ensambla con el fondo tiene $1\frac{5}{6}$ pies de ancho y $1\frac{1}{2}$ pulgadas de grueso, y forma con el fondo un ángulo bastante obtuso para que la barca se ensanche hasta la dimension que se ha dicho tiene en esta altura: la segunda *acd* que se une á la primera esteriormente, tiene un pie y 5 pulgadas de ancho, y una pulgada 3 líneas de grueso: y la tercera *edf* del mismo espesor se termina en la borda. Se debe procurar que la traca ó tablon inferior sea de una sola pieza, las otras podrán ser de dos, uniéndolas con cuatro órdenes de clavos pequeños, dos de ellas con las cabezas hácia fuera, y las otras dos hácia dentro. Se tendrá la

precaucion de ensamblar estos tablones de modo que el *resalto* que forme el uno por la parte esterior mire á *popa*, para que la corriente no choque contra él.

13. Los costados se afirman con treinta *curvas* I, I, &c. cuyos gruesos son: por frente del ángulo del fondo $5\frac{1}{2}$ pulgadas (y se corta una del vivo ó vértice del ángulo, para dejar entre la curva una canal por donde pueda pasar el agua, á fin que la pueda estraer la bomba donde quiera que se sitúe) á diez pulgadas de este ángulo $2\frac{1}{2}$ pulgadas; y por sus estremos 2. Sus anchos serán: por medio 5 pulgadas y por los estremos 4. Su longitud en la parte contigua al costado 2 pies $3\frac{1}{2}$ pulgadas: el otro brazo se terminará á una pulgada del costado opuesto. Sus dos estremos se cortan oblicuamente; la base del plano inclinado que forma el corte próximo á la borda será de $1\frac{1}{2}$ pulgadas, y la del otro corte de 2 pulgadas. Su situacion debe ser en los intermedios de las varengas: de modo, que de los eges de estas á los de las curvas haya 8 pulgadas.

14. Las cuatro curvas de los estremos se elevan un pie sobre la borda, formando cuatro *bitas* ó amarraderos cilíndricos á corta diferencia K, K, &c. fig. 1 y 2. pues el diámetro de ellos por la borda será de $5\frac{1}{4}$ pulgadas, y por el estremo superior de $5\frac{1}{2}$ pulgadas: sus respectivas curvas están encastradas en los costados hasta 15 líneas para su mayor firmeza, y aseguradas con cuatro clavos, y con otros tantos cada bita.

15. El *branque* y *codaste* M, M, &c. fig. 1. que son las dos piezas de madera que terminan los estremos de la barca en proa y popa, tienen un pie de ancho; 4 pulgadas de grueso por la parte esterior, y $3\frac{1}{2}$ por la interior: su largo se arregla por la

abertura que forman los costados: se fijan con 5 clavos á cada costado, y 7 al fondo: y se barrenan por medio para que pueda atravesarlos una cuerda de cerca de una pulgada de grueso, como se ve en M y M.

16. Las varengas se aseguran con veinte *ligazones* ó tornapuntas J, J, &c. fig. 1. cuyo ancho por su union con ellas es de 5 pulgadas, y de 4 por arriba; y su grueso de dos pulgadas, y de $2\frac{1}{2}$ frente del ángulo de los costados: sus estremos inferiores se apoyan contra las diez varengas del cuerpo de la barca y continúan hasta la borda. Cada ligazon se afirma con ocho clavos, de los que uno se clava oblicuamente con la cabeza hácia dentro á dos pulgadas de su respectiva varenga.

17. Tambien se fortalecen los costados por la parte superior con una faja compuesta de dos tracas de tablon de $18\frac{1}{3}$ pies de largo, cuyos estremos coinciden con los costados de las ligazones que están al fin del cuerpo de la barca: su ancho es de 4 pulgadas, y su grueso de $1\frac{1}{2}$: se sitúa por la parte interior fijada sobre estremos de las ligazones con dos clavos con las cabezas hácia dentro, ademas de un tercero comprendido en los siete con que se clavan las ligazones. Las piezas que hemos dicho solo forman la faja del cuerpo de la barca; para continuarla se les añaden otras tracas colocadas en los cuatro intervalos de las curvas que hay desde el cuerpo de la barca hasta el branque y codaste: las que se pongan en el primero serán mas gruesas contra la ligazon de la varenga, porque en este lugar se deben formar *cageras* ó mortajas para los toletes de los remos. En cada una de estas piezas de proa se hacen tres, cuyos centros distan 6 pulgadas en-

tre sí, y el de la primera 8 pulgadas de la curva. En las de popa solo se hace una cagera para pasar la cuerda con que se enlazan las barcas. El ancho de estas tracas que completan la faja será de $2\frac{1}{2}$ pulgadas, ménos el de las primeras que será de 4 pulgadas: el grueso de ellas por esta parte será $2\frac{1}{4}$ pulgadas, y el comun á todas de $1\frac{1}{4}$: en fin cada traca se afirma con tres clavos.

18. La *borda* ó cargadero de las barcas, sobre el cual se construye el puente, se hace con dos pasamanos ó tracas de tablon de $18\frac{1}{3}$ pies de largo, 4 pulgadas de ancho y $1\frac{1}{2}$ de grueso, colocadas sobre los dos costados del cuerpo de la barca; de modo, que cubran la faja y los estremos de las ligazones á los que se fijan clavando dos clavos en cada uno de ellos.

19. Para precaver la barca del rozamiento que sufrirá en sus transportes, se guarnece su fondo por la parte esterior con dos zapatas Z, Z, fig. 4 situadas á lo largo de la barca, y contiguas á la union de los costados: su ancho será de 10 pulgadas, y 6 por los estremos, y su grueso de $1\frac{1}{4}$ pulgadas por medio, y $\frac{1}{2}$ por los estremos: cada una se compone de tres tracas, de las que la de enmedio será de 18 pies de largo.

20. Comunmente se atan los cables y demas cuerdas á las bitas ó amarraderos de las barcas K, K, fig. 2, pero estos suelen vencerse cuando las corrientes son muy rápidas ó se maniobra con el puente dando un cuarto de conversion: por esta razon se pondrán otras dos bitas en cada barca, una á popa, y otra á proa, como se ve en la fig. 1 en K, K, K, K, ensamblada cada una fuertemente en dos piezas de madera, ó teleras afirmadas en los intervalos de las dos primeras curvas de popa y proa. Des-

pues de haberse atado las cuerdas á las primeras bitas se atarán sus estremos á estas segundas.

21. Como estas barcas sean de considerable magnitud necesitan de algunos herrages para su debida solidez, tales son las abrazaderas de popa y proa U fig. 2, de la misma figura que los estremos de la barca, y que desplegadas tienen 3¼ pies de largo, 3½ pulgadas de ancho, y una línea de grueso. Cada una se afirma con 24 clavos para los que tienen sus correspondientes taladros situados en quinas: la parte media de las abrazaderas que cogen los frentes del branque y codaste, han de estar á media pulgada de la borda, y los dos brazos bajan hasta terminarse por los costados á 2½ pulgadas de la misma borda.

22. A los estremos de las últimas ligazones del cuerpo de la barca se fijan cuatro argollas N, fig. 1 y 2. de 3¼ pulgadas de diámetro, y 8 líneas de grueso: los pernos ó tornillos que la sostienen son de 7 líneas de grueso y 9 de ancho: cuatro pulgadas mas abajo de la borda se enroscan en tuercas correspondientes, abiertas en rosetas de 2 pulgadas de diámetro, y 1½ líneas de grueso.

23. Los brazos de las curvas que prolongados forman las bitas, se fortalecen con cuatro abrazaderas de hierro de 7 pulgadas de largo 1½ de ancho, y 1½ líneas de grueso: cada una tiene dos taladros para tornillos á una pulgada de los estremos, y otros dos para clavos á dos pulgadas: se matan ó achaflanan los ángulos de las abrazaderas. Los tornillos tendrán 6 líneas de grueso, y se afirman en tuercas abiertas en rosetas colocadas en el fondo por la parte esterior.

24. Para la mayor solidez de estas barcas, será conveniente fortalecer sus costados con dos cadenas que los enlacen por la borda NN fig. 4. Los pernos

de ojo á que se fijan las cadenas, tendrán en las tres pulgadas próximas al ojo 8 líneas de cuadratura y 7 de diámetro en la parte inferior terminada en rosca: la longitud total de ellos será de 4½ pulgadas: las rosetas donde se abren las tuercas correspondientes tendrán 1½ pulgadas en cuadro, y 4 líneas de grueso: cada perno contiene una argolla cuyo claro ó luz es de una pulgada, y de media su grueso. Las cadenas se componen de treinta y un eslabones y dos argollas pequeñas, la una de estas entra en la argolla del perno, y es el estremo fijo de la cadena, y la otra viene á ser el tercer eslabon del otro estremo, cuya última pieza es un gancho. Las barretas de que se hagan los eslabones y argollas tendrán 4½ líneas de diámetro: los pernos que aseguran estas cadenas se fijan en medio de las fajas, frente de las ligazones de las terceras varengas del cuerpo de la barca, principiando á contar desde las que cubren sus uniones con los estremos de popa y proa.

25. Los grapones, que se suelen fijar en la borda de las barcas para contener y asegurar las viguetas esteriores sobre que se establece el puente, destruyen la borda y levantan las tablas que atravesadas sobre las viguetas forman el pavimento del puente; á ménos de no ocultar sus cabezas con fuertes martillazos que los suelen romper. Para obviar este inconveniente, determinar y reglar la distancia que ha de haber entre las viguetas estremas que atraviesan dos barcas, se fijarán por medio de pernos, de las mismas dimensiones que los que aseguran las cadenas, cuatro grapones que tengan la figura de una aldabilla, los cuales fijarán sus clavijas contra el lado esterior de la vigueta, deter-

minando así su posicion: el largo de ellos sera de 11 pulgadas sin comprender el ojo por donde se enlazan con el del perno: su cuadratura hasta 15 líneas del estremo de la cabeza 6 líneas: su grueso por el estremo del ojo 3 líneas: su ancho en las 15 del estremo de su cabeza 8 líneas: el diámetro interior del ojo una pulgada: la longitud de la punta ó clavija 7 pulgadas: su diámetro al nacimiento 6 líneas; y en la punta 3: se reforzarán estas clavijas por sus cabezas para que puedan resistir los martillazos al clavarlas en las viguetas. En el puente que se construyó en Badajoz se puso en lugar de estos grapones un madero por todo lo largo de la borda con sus cajas correspondientes para asegurar las viguetas; de lo que se hablará en un apéndice, cuando se abra la lámina correspondiente.

26. En la construcion de estas barcas se emplean cinco especies de clavos, cuyas longitudes serán de 5, 4½, 4, 3, y 2 pulgadas, y sus gruesos por las cabezas 3 líneas en las dos especies mayores, y 2½ en las menores.

27. Ultimamente para formar un puente sobre estas barcas, que deben situarse á 20 pies de distancia, son necesarias siete viguetas por barca de 5½ pulgadas de cuadratura, y 28 pies de largo; y 20 tablas de 17 pies de largo, uno de ancho, y dos pulgadas de grueso; pero cuando no tenga cada tabla el pie de ancho, se llevan las que falten por que con ellas se ha de cubrir el hueco de 20 pies que debe haber de centro á centro de cada barca, ó de costado derecho á costado derecho, en cuya distancia entrarian veinte tablones si estos tuviesen un pie de ancho exactamente; pero como regularmente son desiguales y no llegan á un pie, son necesarios

por lo comun 22, 23, y aun 24, y por eso cuando se trata de dotaciones decimos que cada galera lleva los 24 tablones del pavimento de una barca, pues esa distancia es lo que se llama la porcion de pavimento que á cada una corresponde.

28. Los tablones, pues, que se acomodan desde el centro de la primer barca á el centro de la segunda se nombran *el primer cuartel*: los que hay desde el centro de la segunda á el de la tercera, se nombran *el segundo cuartel* &c. y estos cuarteles aunque iguales en estension, no lo son en tablones, pues por lo dicho unos tienen 22, otros 23 &c. Los tablones que hay desde la entrada del puente hasta el centro de la primer barca se nombran el *cuartel de compuerta*, y lo mismo el de la salida.

29. Esto entendido, á los tablones del primer cuartel se les pone por uno de sus estremos *primer cuartel* con letras hechas á formon, y por el otro el número 1.° ó 2.° &c. hasta el último; y lo mismo se hace con los de los otros cuarteles, variando únicamente el número del que sea. Esta numeracion sirve para no equivocarlos al tiempo de ponerlos en sus respectivas barcas luego que estas se echan al agua; y tambien para acomodarlos en el pavimento cuando se arma el puente, si es de dia; pero como por lo regular se arman de noche, y la mayor parte de los marineros y peones no entienden de números seria muy embarazoso al tiempo de armarlo tener que examinar la numeracion prolijamente, pues es indispensable que cada uno se coloque precisamente en su lugar, porque de otro modo no vendrian bien las escopleaduras del barandillage.

30. Para facilitar dicha operacion se forma so-

bre cada cuartel un ángulo, cuyo vértice está en el último tablon, y sus dos lados llegan hasta el primero, señalándolo con tres fajas anchas, una blanca y dos negras. Asi, separados aquellos, la porcion de fajas que les toca llama á la union con los dos laterales, y de este modo se colocan con mucha prontitud sin necesidad de mirar los números, sea de noche ó de dia, pues aunque se arme de noche, siempre se hace con luz artificial, y poca basta para distinguir dichos trazos. En una lámina adicional se representará colocado este pavimento con la numeracion de las tablas, y la formacion de dicho ángulo.

31. Los pontones son unos esqueletos ó armazones de barcas pequeñas lám. 2. cubiertas esteriormente con planchas de cobre. Las dimensiones de los que vamos á describir, son: su longitud total ó eslora 18 pies: su manga por la borda 4 pies, 11 pulgadas: por abajo, medida por fuera, 4 pies 8 pulgadas: la longitud del cuerpo de él $13\frac{1}{2}$ pies: su altura desde bajo de las curvas $2\frac{1}{3}$ pies.

32. La *borda* ó pasamanos de los costados de un ponton tienen $17\frac{5}{6}$ pies de largo, y sus espigas 3 pulgadas: su ancho es de $3\frac{1}{2}$ pulgadas, las dos y media cubiertas por fuera con las planchas, y la restante forma un resalto de media pulgada, para precaver el cobre del rozamiento que sufriria en las maniobras: el grueso de estas piezas es de 3 pulgadas, y de una el de sus espigas, que se ensamblan en escopleaduras abiertas en dos piezas de madera de 4 pies 11 pulgadas de largo, 4 pulgadas de ancho, y $3\frac{1}{2}$ de grueso, que vienen á formar la borda de los frentes del ponton.

33. Formado el marco rectangular de su borda,

se sienta sobre un plano orizontal para construir el casco: este se compone de doce curvas compuestas cada una de dos ligazones y una varenga: para lo cual cada varenga *a* fig. 1, se ensambla con las dos ligazones *b* de los costados fig. 3, como se ve representado de perfil en la fig. 5: y aunque realmente esta figura no tiene curvatura alguna, pues las tres piezas son realmente 3 lados de un rectángulo, en todas las embarcaciones se llaman curvas á las costillas. Las varengas tienen $4\frac{2}{3}$ pies de largo, y $2\frac{1}{6}$ pulgadas de ancho, esceptuadas las dos de los estremos del cuerpo del ponton que tienen $2\frac{1}{2}$; y esta dimension es la del grueso de todas. A distancias iguales del largo de las varengas, se abren al traves de ellas por la parte correspondiente á las planchas cuatro canales triangulares *d* fig. 5. de 9 líneas en todas dimensiones, que sirven para dar paso al agua, y que esta se reuna. Las ligazones tendrán 2 pies, y $2\frac{1}{4}$ pulgadas de largo, las espigas *tt*, que se ensamblan en la borda 2 pulgadas, y $1\frac{3}{4}$ las que se ensamblan en las varengas; su ancho será de $2\frac{1}{6}$ pulgadas, y su grueso en las 13 pulgadas inmediatas á la espiga inferior $2\frac{1}{2}$ pulgadas: á esta distancia harán un rebajo de media pulgada, y continuará disminuyéndose el grueso hasta el otro estremo en donde será $1\frac{3}{4}$ pulgadas: el grueso de las espigas superiores es de 9 líneas, y tanto estas como las inferiores se aseguran con clavijas ó tarugos de madera en las escopleaduras de la borda y varengas. De estas, las dos estremas distan entre sí $13\frac{1}{2}$ pies, y las otras diez se sitúan entre ellas en distancias iguales: las escopleaduras para las espigas de las ligazones se abren á una pulgada de los estremos.

34. Para afirmar y enlazar las curvas se ponen por la parte esterior del casco siete listones de madera, llamados *palmejares*, 5 *c*, *c*, &c. fig. 1. en el fondo y dos *c*, *c*, fig. 3 en los costados como se ve de perfil en la fig. 5. Estos listones tienen 8 líneas ménos de largo que los otros, que son de $13\frac{1}{3}$ pies, el ancho de todos es 4 pulgadas, y el grueso 9 líneas. En los parages donde atraviesan las curvas se embuten enteramente en ellas: los de los costados están á la altura de $10\frac{1}{2}$ pulgadas; y de los cinco del fondo dos se sitúan á los estremos, uno enmedio, y los dos restantes en la mitad de los intervalos que dejan los tres.

35. Los frentes del ponton, que forman con el fondo un ángulo de 45 grados, se construyen con cuatro montantes de 3 pulgadas de ancho, y $2\frac{1}{6}$ de grueso, cuyos estremos interiores se ensamblan contra el costado de las últimas varengas, en las que se abren unas escopleaduras de 4 líneas: la parte del grueso del montante escedente al de la varenga se ajusta al ángulo de esta con su ligazon: los estremos superiores se ensamblan en los ángulos del marco de la borda reforzándolo por esta parte.

36. Los cuatro montantes se fortalecen con igual número de ligazones de $2\frac{1}{2}$ pulgadas de ancho, y $1\frac{3}{4}$ de grueso; las espigas que se han de ensamblar enmedio de los montantes, tienen $1\frac{1}{2}$ pulgadas de largo y 7 líneas de grueso, tomado este enmedio de la pieza; y las espigas del otro estremo que se han de ensamblar en los ángulos de las últimas ligazones de las varengas con la borda, se cortan á 9 líneas de la superficie esterior, y tienen otras tantas de grueso.

37. Entre los cuatro montantes y en los mis-

mos planos en que están, se ponen dos varengas para fortalecer las cabezas del ponton, ensambladas con ellos al costado de las ligazones: el ancho de ellas es de $2\frac{1}{2}$ pulgadas, y su grueso de $2\frac{1}{6}$: sus espigas tienen de largo $1\frac{5}{6}$ pulgadas, y 9 líneas de grueso, y van á terminarse contra las de las dos ligazones de popa y proa. Estos montantes son 4 piezas de madera puestas en los 4 ángulos del ponton de las cuales dos se ven representadas separadamente en *d*, *d* fig. 6. en la que *h*, *h*, *h* indican los palmejares y *b* una varenga.

38. Los tres palmejares situados enmedio del fondo del ponton se prolongan con seis segmentos de ellos, que se ensamblan en los lados menores del marco que forma la borda del ponton.

39. Para precaver las planchas de cobre del rozamiento que sufririan en las maniobras despues de cubierto el ponton, se le pondrán tres zapatas *i*, *i*, *i* fig. 4. en su fondo á lo largo de él por la parte esterior, de $13\frac{1}{3}$ pies de largo, $2\frac{1}{4}$ pulgadas de ancho, y una de grueso: y se afirmarán con fajas ó bridas de cobre.

40. Para fijar las bisagras que han de determinar la posicion de las viguetas sobre que se construya el puente, se abren en la borda por los costados del ponton doce taladros *r*,*r*, &c. fig. 1. de los cuales los primeros estarán á 3 pies de los ángulos de ella; otros cuatro equidistantes en el intermedio de estos, y los seis restantes á $4\frac{1}{2}$ pulgadas de los ya abiertos hácia las cabezas del ponton.

41. Para consolidar las curvas ántes de ensamblarlas con el marco, se fortalecen los dos ángulos que forman las ligazones con las varengas, con dos abrazaderas de hierro M fig. 5. en forma de escua-

dra, de las quales el largo de cada brazo desde el ángulo saliente es de 8 pulgadas, el ancho de $1\frac{1}{3}$, y el grueso 2 líneas. Para fijarlas se abren en ellas seis tuerças; las dos primeras á 6 líneas de los estremos; otras dos á 3 pulgadas de ellas, y á 6 las restantes. Estas abrazaderas se fijan contra los ángulos de las curvas, como se ha dicho, enmedio del grueso de las ligazones, y del que le queda á las varengas despues del palmejar que se embute en ellas por esta parte.

42. Las ojas ó planchas de cobre que cubren al ponton no deben fijarse con clavos al marco de la borda, por no maltratarlo clavando y desclavando en las recomposiciones; sinó que parece mas oportuno valerse á este fin de una faja de hierro N. fig. 2. hecha de muchas piezas, cuyos estremos se unan cruzando ó solapando unos sobre otros, y que todos se aseguren con tornillos *s*, *s*, &c. Para que las planchas se mantengan con firmeza entre esta faja y el marco, es necesario que por encima de la faja formen una solapa ó doblez, como el borde de una caldera. La faja se compondrá de ocho piezas, tres para cada costado, y una para cada cabeza: las de los costados próximas á los ángulos tendrán 5 pies $7\frac{1}{2}$ pulgadas de largo; las intermedias $4\frac{3}{4}$ pies; y las de las cabezas $2\frac{1}{2}$ pies: el ancho de ellas es de $1\frac{1}{6}$ pulgadas, de las que se rebajan cuatro líneas por la parte esterior para matar los vivos: y el grueso 3 líneas.

43. Las tres piezas de cada costado tienen quince taladros para otros tantos tornillos: cuatro á 9 líneas de los estremos de las fajas, seis enmedio de los taladros hechos para fijar las bisagras, y los siete restantes enmedio de los intervalos de los ocho.

Las piezas de las cabezas se fijan con tres tornillos: los taladros para los dos estremos coinciden con los de los estremos de las abrazaderas de los ángulos; el otro estará enmedio. Las partes de la faja que entran debajo de las abrazaderas se introducen en ellas hasta la mitad de su grueso, y la parte que solapa es de $1\frac{3}{4}$ pulgadas: lo propio sucede con los estremos de las piezas de la faja que se solapan, con la diferencia de ocultar solo $1\frac{1}{2}$ pulgadas.

44. Los tornillos para sugetar la faja tienen 4 pulgadas de largo: su diámetro por la cabeza 1 pulgada, por enmedio 3 líneas, y por la rosca $4\frac{1}{2}$. Las rosetas donde se abren las correspondientes tuercas tendrán 1 pulgada de cuadratura, y 4 líneas de grueso.

45. Los cuatro ángulos del marco de la borda se fortalecen por la parte superior con otras tantas abrazaderas, *p*, *p*, *p p* fig. 1. cuyos lados tienen un pie de largo, $1\frac{1}{2}$ pulgadas de ancho, y 4 líneas de grueso: cada brazo tiene dos taladros para tornillos, y uno enmedio para clavos: los primeros taladros distan de los estremos una pulgada, y los otros dos para tornillos $6\frac{1}{2}$ tambien de los estremos. Los tornillos tendrán $3\frac{1}{2}$ pulgadas de largo: 10 líneas de cuadratura por sus cabezas, y su diámetro será de 6 líneas. Las rosetas para las tuercas una pulgada de cuadratura, y media de grueso.

46. Asimismo, los cuatro ángulos del ponton se fortalecen esteriormente con otras tantas abrazaderas grandes *qq* fig. 2. á continuacion de la faja: los brazos de ellas correspondientes á los costados tienen 1 pie y 3 líneas de largo, y los correspondientes á las cabezas 1 pie $3\frac{1}{4}$ pulgadas: en sus estremos por la parte interior hay un corte para que solapen sobre

la faja $1\frac{3}{4}$ pulgadas. Los dos brazos están reunidos por un ojo que cae en el ángulo, cuyo largo estendido será de 4 pulgadas, y el diámetro de la barreta que lo forma 9 líneas: los estremos de esta parte curva (de $1\frac{3}{4}$ pulgadas cada uno despues de haber formado el ojo) se sueldan con los brazos ó planchas de la abrazadera: el grueso de esta es por su union con el ojo, 5 líneas; y despues, 3, 2, y 1 por la cola en el corte espresado.

47. Los brazos correspondientes á las cabezas del ponton tienen cuatro taladros para tornillos, y uno para clavos; el primero á una pulgada del estremo que coincide con el de la faja; el tercero á 11 pulgadas de los primeros; el segundo enmedio de los dos; y el cuarto á $2\frac{1}{2}$ pulgadas del tercero: el del clavo, cuyo uso es sostener la abrazadera miéntras se tornilla, está entre el segundo y tercer tornillo. Los otros brazos tienen tres taladros para tornillos, el primero á una pulgada de sus estremos, el segundo á 5 pulgadas del primero, y el tercero á $5\frac{1}{2}$ del segundo. Los brazos que ciñen las cabezas se ajustan á su oblicuidad, y lo mismo la parte del ojo perteneciente á ellos, para que asi resista mejor los esfuerzos que sufra la argolla. Los tornillos que fijan estas abrazaderas serán de 4 pulgadas de largo, el diámetro de sus cabezas $1\frac{1}{4}$ pulgadas, su cuadratura y diámetro de la rosca 6 líneas: la roseta tendrá una pulgada de cuadratura, y media de grueso. En fin las argollas que entran en los ojos de las abrazaderas tendrán 3 pulgadas de diámetro por la parte interior, y 8 líneas de grueso las barretas cilíndricas de que se forgen.

48. Formado el casco del ponton, se cubre esteriormente con planchas de cobre como se ve en la

fig. 4: estas deben ser suficientemente grandes para que entre dos cubran todo el cuerpo del ponton, á fin que haya ménos junturas que soldar; y deben ser de cobre amarillo ó laton con preferencia al cobre de roseta ó puro, que es mas suave ó ménos duro. Las planchas que cubran las cabezas deben unirse á las del cuerpo á tres pulgadas del ángulo del fondo, y entrar debajo de ellas 15 líneas: las planchas del cuerpo del ponton que cubren los costados tendrán $2\frac{1}{4}$ pies de ancho, las que cubren el fondo $4\frac{1}{6}$ pies, y las que cubran las cabezas el suficiente á este fin, y ademas las 15 líneas que han de ocultarse bajo de las del cuerpo del ponton: todas tendrán 7 á 9 puntos de grueso.

49. Las planchas se fijan con tornillos hechos de dos partes de cobre de roseta y una de laton, y de dos diámetros distintos, de los que los mas gruesos han de ser de tres tamaños diferentes: los pequeños que sirven para las uniones de las planchas tendrán $2\frac{1}{2}$ líneas de grueso, y ocho de largo: el diámetro de las otras tres clases será de $3\frac{1}{2}$ líneas; los mayores de estos tendrán 3 pulgadas de largo, los medianos $2\frac{1}{2}$, y los menores 1 y 1 línea: las cabezas de los mas gruesos tendrán una pulgada de diámetro y 2 líneas de grueso; y las de los pequeños 10 líneas de diámetro y una de grueso: las rosetas para las tuercas de los mayores serán de una pulgada de diámetro, y una línea de grueso; y á proporcion las de los menores.

50. Para cada ponton se necesitan 132 tornillos de los mayores, que se fijan en las tres piezas de las curvas: en cada union de estas con los palmejares se pone uno, y otro en los intermedios: los medianos, de los cuales se necesitan 50, se fijan hácia

los estremos de las ligazones de las curvas, y en los montantes, varengas y ligazones de las cabezas: los menores en número de 67 atraviesan los palmejares en medio de los intervalos de las curvas.

51. Las uniones de las planchas se hacen con una fila de tornillos pequeños, cuyas cabezas disten 3 ó 4 líneas, y se sueldan con una composicion hecha de dos partes de estaño y una de plomo, que debe cubrir las cabezas de los tornillos. Asi en dicha fig. 4.ª y en la 2.ª las filas de los círculos pequeñitos que están entre dos líneas paralelas verticales, representan las cabezas de los tornillos pequeños con que se unen las planchas de cobre; y las líneas paralelas lo que solapan dichas planchas. Los círculos mayores con otros círculos pequeños concéntricos que se ven en la fig. 2, y que en la cuarta parecen elípticos por la oblicuidad con que se ve su superficie, representan las cabezas de los tornillos con que se afirman las planchas de cobre á las ligazones y palmejares.

52. Para formar un puente de pontones se necesitan para cada uno siete viguetas de 16 pies de largo, 4 pulgadas de ancho y $4\frac{1}{2}$ de grueso: y doce tablones de 13 pies de largo, 1 de ancho y 2 pulgadas de grueso: estos y las viguetas se conducen en el mismo carro que el ponton. La numeracion de las tablas para el pavimento se hace lo mismo que en el puente de barcas (29) con la diferencia de que debiendo tener 12 pies de largo cada cuartel, solo entrarán en él 12 ó 13 tablas.

53. Las viguetas estarán taladradas á medio pie de sus estremos, y hecha una mortaja en la parte superior para acomodar una roseta de $1\frac{1}{4}$ pulgadas de cuadratura, con una tuerca proporcionada para

afirmar el tornillo en que termina el brazo de una bisagra de $4\frac{2}{3}$ pulgadas de largo, y 5 líneas de diámetro: la cabeza de la bisagra se ocultará tambien en la vigueta por la parte opuesta, y el brazo movible se introducirá en el respectivo taladro hecho en la borda: este brazo tendrá 5 pulgadas de largo, y seis líneas de cuadratura; á su estremo habrá una abertura de 10 líneas de alto y $1\frac{1}{2}$ de ancho, por la que introduciendo una chabeta de 3 pulgadas de largo, 11 líneas de ancho por su cabeza, 8 por su cola, y una de grueso, quedará asegurada la vigueta contra la borda del ponton. Para mayor seguridad podrian hacerse las chabetas proporcionadas para introducir una por cada lado.

54. Las lanchas para el servicio de un puente lám. 3.ª tendrán 26 pies de eslora entre el cuerpo de ellas de 15 pies, la popa de $5\frac{1}{6}$, y la proa $5\frac{5}{6}$: su manga será de $4\frac{1}{2}$ pies por medio, de 4 pies 5 pulgadas al principio de la proa, de $4\frac{1}{4}$ pies al de la popa, y de un pie á los estremos de una y otra: sus alturas desde el fondo hasta una regla puesta sobre los primeros tablones ó tracas de los costados 10 pulgadas, hasta la borda $1\frac{2}{3}$ pies por los costados, $2\frac{1}{6}$ por la popa, y una pulgada ménos por la proa.

55. Los fondos de popa y proa ántes de unirse al del cuerpo de la lancha tienen distintas dimensiones que las que se han espuesto: el de popa tiene $5\frac{2}{3}$ pies de largo, y el de proa $6\frac{1}{6}$: el ancho del fondo por medio de la lancha es $2\frac{1}{6}$ pies: por los estremos del cuerpo de ella 2 pies, y por los de la popa y proa 10 pulgadas: el grueso es de $1\frac{1}{2}$ pulgadas. El fondo del cuerpo de la lancha se fortalece con cinco varengas, que se terminan á una pulgada de los costados de él, y cuyas cabezas están

cortadas con una pulgada de oblicuidad: su ancho es de 10 pulgadas, y su grueso $1\frac{1}{2}$. La primera se fija en medio de la lancha, y las otras cuatro, dos á cada lado distantes entre sí por sus lados esteriores $2\frac{1}{6}$ pies. La popa y la proa tienen dos varengas cada una de igual ancho y espesor que las del cuerpo de la lancha, dos se sitúan á 25 pulgadas de las dos últimas espresadas, y las otras dos á 21 pulgadas de estas: cada varenga se asegura con seis clavos; cuatro en los ángulos á $1\frac{1}{2}$ pulgadas de los estremos, y dos en medio á 3 pulgadas de los lados.

56. Cada lancha se fortalece con diez y seis curvas cuyo ancho por medio es de 4 pulgadas, y de $3\frac{3}{4}$ por los estremos: en esta parte tienen de grueso 2 pulgadas; por el ángulo del fondo, y la primera traca del costado 4 pulgadas; por medio de este primer tablon, y ángulo de él con la traca superior, $2\frac{1}{2}$ pulgadas. Estas curvas se fijan ocho á cada costado en los intermedios de las varengas: de modo, que la parte de cada una de ellas que asienta en el fondo diste dos pulgadas de la correspondiente al costado opuesto y tenga el mismo corte en su estremo que las varengas: el otro estremo se termina en la borda: cada curva se fija con ocho clavos, dos á una pulgada de los estremos con las cabezas hácia dentro; y los otros seis con las cabezas hácia fuera se clavan, uno en la traca superior del costado, dos en la inferior, uno en el fondo, y los dos restantes sobre la borda.

57. Las dos curvas, una de cada costado, que caen en la union del cuerpo de la lancha con la proa, se tocan y coinciden en el fondo de la lancha á fin que formen una *carlinga* donde se pueda [illegible]

una mortaja ó cagera para afirmar el pie de un árbol ó palo K fig. 5. lám. 3, ensamblado tambien en un tirante ó banco *rr* que atraviesa en esta parte los costados de la lancha por su borda: y cuya vista superior se ve en *rr* fig. 4. Este palo sirve para trasladar la lancha de un parage á otro, contra viento ó contra corriente, que los marineros llaman *remontar*, por medio de la *sisga* que es una cuerda suficientemente larga para que llegue de una á otra orilla del rio, la cual amarrada en dicho palo la van tirando hombres por sus estremos. Este árbol tiene 12 pies de alto, 3 pulgadas de ancho y $2\frac{1}{2}$ de grueso por su pie: 3 pulgadas de diámetro en la parte que se ensambla con el tirante: su ancho por la parte superior 5 pulgadas, y su grueso 4; y termina en una horquilla, cuyos brazos tengan medio pie de largo. Ademas suele llevar cada lancha otro palo de respeto de las mismas dimensiones, escepto la perteneciente hasta el nacimiento de la horquilla que solamente es de $3\frac{1}{2}$ pies. Se hace uso de este último cuando la orilla del rio es playa, pues como las lanchas son pequeñas y muy ligeras, si se les pusiese el árbol mayor formaria la cuerda con él un ángulo agudo, y la fuerza del tiro les haria inclinar tanto el costado, á lo cual llaman *tumbar*, que meterian la borda en el agua y se irian á pique. Pero si la orilla del rio es alta de modo que la direcion del tiro forme con el árbol un ángulo obtuso, entónces se hace uso del mayor, porque hace mas efecto que el otro, y no hay riesgo que tumben las lanchas.

58. El branque y codaste tienen un pie de largo cada uno: el grueso de aquel por la parte esterior es de 4 pulgadas, y de 3 por la interior; y el

de este, 3 pulgadas por la esterior, y $2\frac{1}{2}$ por la interior.

59. Cada costado del cuerpo de la lancha se compone de dos tracas de tablon de $1\frac{1}{4}$ pulgadas de grueso: de la abertura de los dos ensamblados con el fondo resulta la manga de la lancha; pues los otros dos superiores tienen una posicion vertical; así sus dimensiones se coligen de la construcion de la lancha.

60. La borda de esta se fortalece por la parte interior con una faja ó traca, cuyo ancho por donde se hagan las cageras para los toletes marcadas por la letra *s* en las figuras 1, 2, será de 3 pulgadas; y su grueso de $2\frac{1}{2}$: este será el ancho de lo restante de la faja, y su grueso $1\frac{1}{4}$ pulgadas.

61. En fin la lancha ya armada se fortalece esteriormente con dos zapatas *qq* fig. 5 de 14 pies de largo, 6 pulgadas de ancho, y 8 líneas de grueso, clavadas en el fondo del cuerpo de la lancha: de modo que cubran la union de los tablones inferiores de los costados.

62. Como los carros para transportar con facilidad las barcas, pontones y lanchas representados en las láminas 4, 5 y 6. sean unas máquinas que contribuyen esencialmente al mas pronto y oportuno establecimiento de los puentes militares; y que de consiguiente se necesita que tengan sus dimensiones proporcionadas, y correspondientes á las de los buques que han de cargar, es indispensable que los oficiales encargados de esta comision tengan un conocimiento exacto de estos carros; pero como estos tienen muchas ó las mas de las piezas comunes á los demas carruages que se usan en la artillería, seria repetir aqui muchos nombres y descricio-

nes, de las que se ha tratado de intento en el artículo 4.° El carro para conducir los pontones es de los carruages mas complicados que se conocen; y es preciso estar muy versado en el dibujo y describirlo menudamente para tomar un perfecto conocimiento de él; por lo que nos referimos á la descricion separada que se hará de estas tres máquinas en la esplicacion de las láminas.

63. En la 1.ª edicion de este tratado no se habla nada del modo de montar las barcas en los carros, maniobra que no deja de presentar algunas dificultades, y que seria dificil de comprender sin el auxilio de la lámina. Suspendemos pues el tratar de este punto para cuando se abra la lámina correspondiente del aparato que se ideó en Sevilla al tiempo que se construyó el citado puente. Los pontones se montan facilmente á brazo con 20 hombres, y las lanchas aun con mas facilidad.

64. Dejamos de esponer la especie de madera de que se deban construir los carros respecto á haberse espresado en el artículo anterior las que son mas convenientes para los carruages. Las barcas, que deben ser lo mas ligeras que sea posible, sin perjuicio de su competente solidez, asi para que sea mas fácil su transporte, como para que el puente pueda sobrellevar mas peso, convendrá sean de pino bien acondicionado; y en su defecto de haya ó álamo blanco: algunas piezas principales pueden ser de álamo negro, fresno ó encina.

Número II.

De los aparejos y útiles necesarios para la construcion de un puente.

65. Los aparejos precisos para un puente militar dependen de la especie y magnitud de este; pues es evidente que no han de ser los mismos para un puente de barcas, que para uno de pontones, caballetes, pilotages, lienzo y cuerdas, &c. Tampoco deben ser igualmente numerosos porque se han de proporcionar á la anchura de los rios que hayan de atravesar.

66. De aquí se infiere, que para que un oficial encargado de la construcion de los puentes precisos para los movimientos de un egército pueda desempeñar esta comision con acierto y oportunidad, es necesario que el general le releve y confie el plan de operaciones que se haya propuesto seguir; y que en vista de él se informe el oficial por medio de planos exactísimos, ó mejor y mas acertado, por viages secretos, de los rios, pantanos, acequias, &c. que haya en el país que ha de recorrer el egército, para que asi pueda determinar y providenciar con tiempo los puentes mas oportunos y proporcionados.

67. En caso que el general no le confie el plan de operaciones, deberá el oficial formarse una idea de todas las que podrá hacer el egército en el país donde se haga la guerra; examinar la especie y magnitud del puente, ó puentes precisos para cada una de ellas: y dar al general un plan de los puentes precisos para todos los movimientos posibles del egército en aquel país: con lo cual el ge-

fe podrá providenciar con tiempo la construcion de los puentes que necesite, y su calidad ó especie: y en caso de no hacerlo, nunca podrá recargar al oficial comisionado.

68. Aunque, como dejamos espuesto, son muy diversas las especies de puentes que suelen ser conducentes para el tránsito de un egército, ó grueso destacamento; como los mas comunes, proporcionados á todas circunstancias, y mas seguros son los de barcas y de pontones, para no estendernos demasiado, y hacer muy difuso este número, trataremos aqui solo de los aparejos precisos para estos dos puentes.

69. De estos aparejos hay algunos de los que por su sencillez y ser comunes, aun apénas se necesita el conocimiento de su número: otros son mas estraños y compuestos, y por lo tanto deben tener lugar en este artículo: asi tratarémos de ellos con distincion de los que sirven para el puente de barcas ó para el de pontones.

70. A fin de dar mayor firmeza y solidez á un puente contra las corrientes se aseguran cada dos barcas ó pontones con una ancla, las cuales tienen la figura y dimensiones que manifiestan las figuras 1, 2 y 3, de la lám. 7. La argolla ó *arganeo* que está debajo de la cruz del áncla, sirve para atar la cuerda con que se zafa, cuyo otro estremo se ata á un barrilillo ó corcho, para que se pueda coger cuando se quiera sin que esté enredado con el cable correspondiente al ancla. Tambien se representa en la fig. 4. la figura y dimensiones de los grifos, ó escarpias, cuyo uso es buscar las cuerdas de las anclas en caso de haberse roto, ó caido al agua. Para remontar las barcas se usa tambien de

un árbol fig. 5. lám. 7. semejante al de que hablamos (57) tratando de la lancha; pero mayor que aquel pues debe tener 20 pies de largo y 4¼ pulgadas de cuadratura por el medio. Su colocacion es igual al de la lancha (lám. 3. fig. 5.) La escopleadura ó cagera G (lám. 1. fig. 1.) que se ve en una varenga á la parte de proa, sirve para encajar la espiga de dicho árbol; y para afirmarlo debe haber sobre dicha varenga, á 6 pulgadas debajo de la borda, un tablon afirmado á los costados, que como digimos hablando de la lancha, se llama tirante ó banco, con un agugero en medio perpendicular sobre la cagera, por donde entra dicho árbol, quedando sugeto y capaz de sufrir el tiro. A 6 pulgadas de su estremo superior se arma el árbol con una cofa ó corbata de hierro, que tenga dos brazos encorvados, uno de los cuales sirve para sostener la cuerda.

71. Sobre la varenga correspondiente á la popa debe haber tambien su banco, y puede tener aquella igual escopleadura ó cagera, pues siendo iguales casi la proa y la popa, puede remontarse la barca por cualquier lado cambiando el árbol.

72. Las barcas no necesitan tener los dos palos mayor y menor de que se habló tratando de la lancha (57); por que no hay temor de que se tumben, tanto por ser mayores que las lanchas, cuanto por ir cargadas con los tablones, viguetas &c. Este árbol ó mástil se ve tambien representado separadamente en la fig. 5.ª de la lám. 7.ª

73. Para maniobrar con facilidad en el agua con las barcas ó pontones, se llevarán unos timones, ó palancas lám. 7. fig. 6. cuyas astas tienen 20 pies de largo, y sus palas 8, de los cuales tres se

ensamblan en las astas. Al de las barcas sirve de tolete un cilindro proporcionado que se introduce en el agugero del codaste y á él se asegura con su correspondiente estrobo, quedando asi en disposicion de jugar, para dar direcion á la barca. El recurso de servirse de un remo para dirigir en los rios los buques pequeños que no tienen timon es muy comun, y por tanto no necesita esplicacion. La palanca que se ve en dicha figura 7.ª pasada por un agugero que tiene aquel al estremo, es la cuña que se necesita para su gobierno.

74. Para el manejo de las barcas, lanchas y pontones se necesitan remos de dos diferentes magnitudes; las perchas ó astas de los mayores fig. 7. tienen 12 pies de largo, dos de los cuales se ensamblan en las palas que son de 5 pies de largo: las demas dimensiones las manifiesta la figura. Las perchas de los remos pequeños fig. 8 tienen 6 pies de largo, el uno ensamblado con la pala, cuyo largo es de $2\frac{1}{2}$ pies.

75. Para la construcion de un puente se necesitan varios bicheros de puntas rectas y curvas en forma de escarpias, como manifiesta la fig. 9: sus astas tienen 12 pies de largo; $1\frac{2}{3}$ pulgadas de grueso por la cabeza, 2 pulgadas á tres pies de ella, y $1\frac{1}{2}$ por el estremo, en donde se fija una pieza de madera que sirve para apoyar el bichero cómodamente contra el estómago.

76. A fin de poder estraer el agua de alguna barca ó ponton en que entre con abundancia, es necesario llevar algunas bombas de *guimbalete*, cuya construcion y dimensiones se manifiestan en la figura 10. El cuerpo de la bomba tiene 4 pies de largo, $5\frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro por la parte esterior,

ménos por los estremos bajo de las birloas, en donde solo tiene 5 pulgadas: el diámetro interior es 3 pulgadas ménos por el estremo inferior, donde se ensancha media pulgada mas: este ensanche, ó embudo que forma la bomba por esta parte, sirve para la entrada del pie, ó cono truncado de la bomba: á 10 pulgadas del estremo superior de esta se abre un orificio de 2 pulgadas de diámetro para dar salida al agua, y se ajusta en él una canal de 8 pulgadas de largo.

77. El macho del émbolo de la bomba tiene 3 pulgadas de alto, su diámetro superior es de 2 pulgadas, y de $1\frac{1}{2}$ el inferior: al rededor de su circunferencia se hacen 4 canales para dar salida al agua.

78. El mango ó asta desde la muletilla del macho, tiene 3 pies 7 pulgadas: su estremo inferior tiene 4 líneas ménos de diámetro que en lo restante de él, que es de $1\frac{1}{6}$ pulgadas, para no introducirlo en toda la altura del macho, en donde se fija por una chabeta de madera. Antes de fijar el mango al macho, se ponen en el estremo disminuido de aquel pedazos de cuero y de sombrero, que el macho contiene contra el corte en que se disminuye el diámetro. Cuando se tenga suela bastante fuerte, pero flexible, bastará poner al principio un pedazo de ella del diámetro interior de la bomba, despues de haberla cocido, y encima dos rodelas de sombrero; mas si la suela fuese delgada se pondrán dos rodelas de suela, y una de sombrero enmedio.

79. Bajo del cuerpo de la bomba se adapta un cono truncado cóncavo: la boca inferior de él se cubre con una rodela de suela, que se fija por un lado con dos ó tres clavos, á fin de formar una válvula. Sobre esta suela se coloca un tapon que se

une á ella por medio de tres clavos, cuyas cabezas caen sobre el cuero: se rebaja la parte de la circunferencia del tapon próxima á la válvula, á fin que pueda abrirse sin mucha opresion. En fin en la parte inferior del cono truncado se hacen cuatro orificios para dar entrada al agua. La altura del cono es de 1 pie y 3 pulgadas; su base mayor é inferior 4 pulgadas de diámetro, y de 3 la superior: el diámetro interior es de dos pulgadas, el mismo tiene el tapon, y una de grueso.

80. Para cubrir los nudos, junturas, ú otras aberturas por donde pueda entrar agua en las barcas ó pontones, se tendrá prevencion de varios parches de tres diferentes magnitudes, representados al natural en la fig. 11: se hacen de hojas de hierro de media línea de grueso los mayores, y de un cuarto de línea los menores.

81. Para arrojar el agua de las barcas, ó pontones, sino entra en cantidad que se necesite de las bombas, se usan *achicadores* de madera, de la proporcion y dimensiones que representa la fig. 12: los unos son de dos manos, y tienen 4 pies de largo; y los otros de una mano tienen 1½ pies.

82. Como para la construcion de un puente se necesiten fijar sólidamente varios estacones, para lo que no suelen ser suficientes los mazos de mano, se llevarán uno, ó mas martinetes portátiles, de la disposicion y figura que representa la fig. 13: sus cuatro brazos tienen 4 pies, 5 pulgadas de largo, y 1 pie 5 pulgadas la parte de ellos ensamblada en la maza: esta parte tiene tres caras esteriores, lo restante de ellos es circular. Para que los cuatro hombres que le manegen estén con mas libertad, se les da á los brazos alguna inclinacion hácia

fuera, que podrá ser de 4 pulgadas: á 6 de los estremos de la maza se ensamblan en cada brazo dos cilindros de madera de una pulgada de diámetro, y que sobresalgan 6, los cuales sirven para que los hombres la manegen con comodidad. Omitimos la descricion del herrage, y demas proporciones porque la figura lo representa competentemente.

83. La grande longitud que ordinariamente tienen las maromas, como se verá en el artículo siguiente, las hace muy dificiles de manejar: por lo que parece preferible, por mas espedito para las maniobras, hacerlas de un tamaño proporcionado con una lazada á cada estremo para poderlas unir sencillamente, atravesando en la lazada de una que entre en la de otra un palo de proporcionado grueso que viene á ser una muletilla, y se llama *burel*: por este medio se evitará tener que emplear maromas muy grandes en puentes pequeños. El mismo efecto se conseguirá, y aun con mas sencillez, si en lugar de llevar las dos maromas lazadas en sus estremos, se hace solamente en uno, y en el otro se ata el burel, y se introduce en aquella. Cuando se abra la lámina que represente el modo de acomodar las barandillas y rastrillos y de asegurar los tablones á las viguetas, se diseñarán ambos modos de acomodar el burel ó muletilla.

84. La longitud, que en atencion á lo que llevamos espresado, deben tener las maromas necesarias para la construcion de los puentes es 50 toesas, suponiendo que están ya formadas las lazadas: estas deben tener 1½ pies de largo por su parte interior; para cada una se necesitan 8 pies de cuerda, cuyo cabo se enlaza 5 veces en la maroma. Mas si este cabo no fuese cortado, sinó natural de

la cuerda, no se necesita que sea tan largo; pues como en él están todos los hilos doblados, componen por sí una especie de lazada, que sirve para hacer sólidamente la que se ha prefijado.

85. Estas maromas se componen por lo comun de 216 hilos, y tienen 2 pulgadas de diámetro: en el artículo siguiente se podrá ver cual debe ser el mecanismo de su fábrica, para que resulten de la mejor calidad. Mas siempre se ha de tener presente que, como se espresará en dicho artículo, las cuerdas de tres ramales solamente son muy indóciles, y poco manejables, por cuya razon convendria que las maromas descritas fuesen de cuatro ó mas ramales: aunque en estas suelen los cordeleros hacer la supercheria de llenar su interior de estopa.

86. Las anclas se atan con cuerdas de 60 toesas de largo, y una pulgada de diámetro: regularmente se componen de tres ramales y de 60 hilos.

87. Las amarras sirven para enlazar las barcas de dos en dos por las popas cuando están cubiertas, y tambien para mantenerlas á la distancia que se quiere atándolas á sus argollas, y cruzándolas de una á otra de popa y proa: asimismo se emplean en contener y fijar las barcas sobre sus carros. La longitud de estas cuerdas debe ser de 5 toesas, y 2 pies para las lazadas, y su diámetro 11 líneas: regularmente consta de 56 hilos.

88. Las cuerdas tirantes para los carros de barcas tendran 13 toesas de largo, y 14 líneas de grueso: se suelen hacer de 4 ramales y 80 hilos. Estas cuerdas se emplean tambien para remontar las barcas. Mas las cuerdas destinadas peculiarmente á este fin se hacen del mejor cáñamo, y tienen 80 toesas de largo, y 8 líneas de grueso; se componen de

44 hilos. Tambien las hay de mano que se componen de solo 22 hilos, y suelen tener 6 líneas de grueso.

89. Para facilitar la remocion de los aparejos de un puente se llevan varios *cinchos* ó cargaderos, que se componen de una faja ó cincha de 2 pies de largo, con dos lazos á sus estremos de 4 líneas de diámetro, por los cuales entran dos pedazos de cuerda de 5 pies cada uno, y de 2½ líneas de diámetro.

90. Tal es el principal cordage que tiene uso en un puente de barcas; pero si este fuese de pontones, serán las principales cuerdas de diferentes proporciones á las espuestas, como se va á manifestar. Las maromas deben ser ménos largas, y su grueso será el mismo que el de los cables de las barcas, bastando uno de estos para un puente de 31 pontones, y su mitad para uno de 13, ó 14.

91. Las cuerdas para las anclas de los pontones tendrán 40 toesas de largo, y 11 líneas de diámetro, y se compondrán de 3 ramales, y de 57 hilos. Las amarras sirven para enlazar los pontones de dos en dos: con el estremo que queda despues de atadas á las argollas se enlaza el ponton á la maroma, y de este modo no necesita de otras cuerdas: tienen 2 toesas de largo, y 6 líneas de grueso; regularmente se componen de cuatro ramales de á 5 hilos cada uno: finalmente estas amarras se cruzan de un ponton á otro.

92. Supuesto el conocimiento de los principales útiles y pertrechos que se emplean en la construcion de un puente de barcas ó pontones, la dotacion debe ser correspondiente al número de barcas ó pontones de él, y como esto es indeterminado, se pondrán dos relaciones que la práctica hizo ver

estaban arregladas para un puente de 24 barcas, y otro de 22 pontones, á fin de que sirva de modelo, cuando haya que hacer otros mayores ó menores.

Dotacion hecha en Sevilla para un puente militar de 24 barcas, la cual se halló en la práctica arreglada y suficiente, y puede servir de modelo para la de otro que conste de mayor ó menor número.

Barcas completas sobre que ha de construirse el puente---------- 24.
Lanchas de auxilio para las maniobras-------- 5.
Bote para el oficial que manda la maniobra--- 1.
Viguetas de pino de 28 pies de largo y 5½ pulgadas de cuadratura, para ensamblar las barcas---------- 154.
Id. de pino de la tierra con las mismas dimensiones, para la entrada y salida---------- 14.
Tablones de pino de la tierra y de Flándes, de 17 pies de largo, 1 de ancho, y 2 pulgadas de grueso para el pavimento---------- 528.
Cuartones de pino de Segura de 15 pies de largo y 6 pulgadas de cuadratura para formar los caballetes de la entrada y salida-------- 18.
Tablones de pino de la tierra de 18 pies de largo, 1 de ancho y 2 pulgadas de grueso para entradas y salidas---------- 56.
Caballetes de 15 pies de largo 5½ de alto armados---------- 2.
Barandillas de 10 pies de largo y 3 de alto--- 100.
Ojas de puertas para los rastrillos---------- 4.
Palos para remontar las barcas pintados de amarillo y negro de 22 pies de largo y 6 pulgadas de grueso---------- 24.

Palo para el asta de bandera de 24 pies de largo, $4\frac{1}{2}$ pulgadas de grueso, con su cofa y su mastelero de 15 pies de largo, $2\frac{1}{2}$ pulgadas de grueso con perilla y roldana para la drisa---	1.
Id. de 30 pies de largo con los mismos aparejos que el anterior----------	1.
Banderas españolas con armas reales----------	2.
Timones para las barcas----------	24.
Remos grandes----------	50.
Id. mas pequeños----------	75.
Bicheros de puntas rectas y curvas por mitad.	48.
Bombas de guimbalete----------	2.
Achicadores de madera de dos manos----------	25.
Id de una mano----------	34.
Toletes para las lanchas----------	100.
Piquetes herrados de 8 pies de largo y 6 pulgadas de grueso por sus cabezas----------	24.
Id. de 6 pies de largo y el mismo grueso------	23.
Martinete de viento de 20 pies de alto---------	1.
Martinetes de mano----------	3.
Cabrestante vertical completo, el cual sirve para sacar las barcas del agua y otros usos..	1.
Id. orizontal para tezar los fiadores----------	1.
Plano inclinado para montar las barcas en sus carros----------	1.
Escaletas herradas con sus levas, id----------	2.
Medias levas----------	2.
Gatos ó crikes----------	2.
Mazos de dos manos enmangados y herrados---	12.
Id. de una mano----------	12.
Bureles para los fiadores----------	2.
Palos pintados para remontar las lanchas, de 12 pies de largo, 3 pulgadas de grueso----------	6.
Id. de 4 pies de largo, y el mismo grueso------	6.

Para el bote.

Carrozà de hierro	1.
Palo mayor de 16 pies de largo con su perilla en la cabeza, roldana y drisa	1.
Botavara de cangreja, que es la vela que usa..	1.
Botalon de foc	1.
Toldo que coge de popa á proa	1.
Berguitas para el toldo	2.
Timon con su caña de hierro	1.
Bicheros de 12 pies de largo	2.
Plancha de 12 pies de largo	1.
Asta de bandera de 6 pies de largo	2.
Vela mayor	1.
Id. de foc	1.
Paños de carroza de lienzo con su caida de popa	1.
Almoadas para asientos de baqueta de 4 pies de largo y 1 de ancho	4.
Bandera española	1.
Gallardete id	1.
Reson ó ancla pequeña de hierro de 4 uñas	1.

Jarcia.

Maromas de cáñamo de 6½ pulgadas de circunferencia y 50 toesas de largo, con lazadas en sus estremos para servir de fiadores	6.
Cables para las anclas de 60 toesas de largo, 4½ pulgadas de circunferencia	24.
Amarras de 5 toesas de largo y 11 líneas de diámetro, que son las que cruzan entre barca y barca	48.

Bozas de 1 toesa de largo y 8 líneas de diámetro ..... 48.
Cuerdas tirantes de 13 toesas de largo, para amarrar las barcas á los carros en su transporte ..... 48.
Cuerdas tirantes de 80 toesas de largo, y otras de 20 toesas por mitad para asegurar los tablones armado el puente, y otros usos. 48.
Estrinques de 8 pies de largo para varios usos. 40.
Betas de aparejo de 23 toesas de largo ..... 2.
Motones con gancho para dichos aparejos ..... 3.
Poleas para id ..... 2.
Cables de esparto de 13 toesas cada uno, y 16 líneas de diámetro ..... 19.
Anclas con sus cepos de madera ..... 14.
Resones de hierro con 4 uñas ..... 24.
Cestones de mimbres para piedras ..... 24.
Grifo para buscar las anclas ..... 1.
Almoadillas de baqueta para el asiento de las barcas ..... 48.
Id. mas pequeñas para las lanchas ..... 12.

Clavazon y herrage de respeto.

Clavos de á 10 pulgadas ..... 175.
Id. de á 9 ..... 285.
Id. de á 8 ..... 75.
Id. de á 6 ..... 175.
Id. de á 5 ..... 190.
Id. de á 4 ..... 140.
Id. de á 3 ..... 50.
Grapas completas ..... 24.
Aldabillas para las viguetas ..... 13.
Cadenas de sugecion de los costados ..... 6.
Aldabas ó tornapuntas de las barandillas ..... 12.

Herramientas.

Achas de 2 manos	9.
Id. de 1 mano	6.
Azuelas de 2 manos	8.
Id. de 1	3.
Escoplos enmangados	18.
Formones	6.
Guvias	6.
Martillos de 2 manos	6.
Id. de 1	3.
Sierras de 1 mano armadas	5.
Id. braceras	2.
Id. de percha	2.
Serruchos de 1 mano	1.
Id. grandes	2.
Limas triangulares de 8 pulgadas	4.
Id. de á 7	4.
Id. medias cañas de á 6	4.
Barrenas de varios calibres	12.
Gafas de hierro	6.
Tigeras grandes	3.
Id. de cerrageros para cortar chapas	1.
Cuchillos para cortar los cables	8.
Trepantes ó trepanas	1.
Piedra de amolar con su cajon ó dornajo y ziguiñuela	1.
Achas de contraviento	40.
Cuñas de madera de varios tamaños	100.
Pies de cabra	4.
Almainas ó mazas de hierro	3.
Farol de hoja de lata y vidrio	1.
Linternas secretas	12.

Libras de velas de cera para ellas	20.
Bocinas	2.
Regaderas	2.
Azadas enmangadas	12.
Zapapicos ó espiochas	13.
Palas de hierro	5.
Cubos herrados	12.

Herramientas de calafates.

Hierros de canal	4.
Id. de cortar	6.
Id. de meter estopa	9.
Ferretretes	9.
Maujo	1.
Estopa negra alquitranada, arrobas	5.
Brea negra en botijas. . . botijas	12.
Marmitas grandes, ó calderas para ella	1.
Id. mas pequeñas	1.
Trébedes de hierro para dichas calderas	1.

Herramientas de marineros.

Pasadores de hierro para trabajar en la jarcia	9.
Carretil de madera con su perno de hierro	1.

NOTAS.

De cordage, particularmente de cuerda tirante, debe llevarse siempre un repuesto de tres ó cuatro quintales á mas de lo detallado para las varias ocurrencias.

Tambien deben llevarse 6 lanzas para los carros, y 6 ruedas delanteras y traseras por mitad.

La fragua de campaña que acompaña el puente debe llevar á mas de su herramienta, algunas piezas labradas, como pernos maestros, clavos de llantas, &c. y algun hierro nuevo en cantidad de dos ó cuatro arrobas.

Dotacion de pertrechos hecha en Sevilla para un puente de 22 pontones, que en la práctica se halló arreglada, y puede servir de modelo para la de otro que conste de mayor ó menor número.

Pontones completos	22.
Lanchas completas	4.
Tablones de 13 pies de largo, 1 de ancho y 2 pulgadas de grueso	275.
Id. de 12 pies de largo para las entradas y salidas	28.
Id. de respeto	58.
Viguetas de 16 pies de largo, 4 pulgadas de grueso, y 4½ de ancho	168.
Cuartones de 12 pies de largo y 6 pulgadas de cuadratura para caballetes	18.
Caballetes formados de 13 pies de largo, 5½ pulgadas de cuadratura y 5 pies de alto	2.
Id. de 3 pies de alto	2.
Piquetes herrados de 8 pies de largo y 6 pulgadas de grueso por las cabezas	20.
Id. de 6 pies de largo y 4 pulgadas de grueso por sus cabezas	20.
Id. de 4 pies de largo y 3 pulgadas de grueso, id	20.

Bjarandillas de 11 pies de largo y 3 de alto.. 60.
Ojas de puertas de rastrillo con sus pilarotes para quicios---------- 4.
Timones para los pontones---------- 22.
Remos grandes y medianos por mitad---------- 104.
Martinete de viento---------- 1.
Id. de mano---------- 2.
Arboles para remontar los pontones de 18 pies de largo---------- 4.

Estos árboles se hicieron á imitacion de los de barcas; pero no se hizo uso de ellos, porque es necesario preparar los pontones de modo que se puedan colocar; pues no tienen banco en que asegularlos, &c.

Cabrestante vertical completo---------- 1.
Id. orizontal---------- 1.
Bombas de guimbalete---------- 2.
Vertedores de dos manos y de una por mitad--- 44.
Escaletas herradas---------- 2.
Levas id---------- 2.
Medias levas id---------- 2.
Asta de bandera---------- 1.
Bandera con escudo de armas reales---------- 1.
Motones para los aparejos con ganchos de hierro---------- 2.
Poleas---------- 2.
Mazos de 2 manos y de 1 por mitad---------- 24.
Gatos ó crikes---------- 2.
Cuñas de madera de varias dimensiones---------- 100.
Bicheros de gancho y horqueta por mitad---------- 44.
Bureles---------- 2.
Toletes de madera---------- 70.
Almoadillas de baqueta rellenas de lana para asientos de las lanchas en los carros---------- 8.

Para las lanchas. { Palos de remontar de 12 pies de largo---------- 4.
Id. de 4 pies de largo---------- 4.

Cordage.

Maromas de 12 líneas de diámetro y 30 toesas de largo para fiadores---------- 6.
Cables de cáñamo para las anclas de 40 toesas de largo, y 11 líneas de diámetro----- 24.
Amarras de 2 toesas de largo, y 6 líneas de diámetro que cruzan entre los pontones----- 26.
Bozas de 1 toesa de largo---------- 88.
Cuerdas tirantes de 10 toesas de largo y 8 líneas de diámetro para remontar los pontones---------- 22.
Id. para varias maniobras---------- 18.
Estrinques de 12 pies de largo y 6 líneas de diámetro---------- 44.
Tiras de aparejos de 43 toesas de largo, y 3 pulgadas de circunferencia---------- 2.
Livanes ó cables de esparto---------- 16.

Clavazon.

Clavos de á 10 pulgadas---------- 75.
Id. de á 9---------- 75.
Id. de á 8---------- 150.
Id. de á 6---------- 400.
Id. de á 5---------- 100.
Id. de á 4---------- 200.
Grapas completas---------- 107.
Llaves ó destornilladores para ellas---------- 3.
Tornapuntas de hierro para sugetar las barandillas---------- 12.

Herramientas.

Achas de 2 manos enmangadas	9.
Id. de una mano	6.
Azuelas de 2 manos	8.
Id. de una mano	3.
Escoplos enmangados	18.
Formones id	6.
Gubias id	6.
Barrenas de todas clases	12.
Martillos de 2 manos	4.
Id. de una mano	6.
Sierras maneras armadas	5.
Id. braceras	2.
Serruchos grandes	2.
Id. de una mano	1.
Sierras de percha maneras	2.
Limas triangulares de á 8 pulgadas	4.
Id. de á 7	4.
Tigeras de sastre	2.
Limas medias cañas	4.
Tigeras de cerrageros de cortar chapas	2.
Trepanas ó trepantes	5.
Cuchillos para cortar los cables	6.
Pies de cabra de hierro	4.
Almainas ó martillos grandes	4.
Farol de oja de lata y talco con su pescante	1.
Linternas secretas	12.
Velas de cera para id	20.
Bozinas de hoja de lata	2.
Regaderas de id	2.
Achas de contraviento	4.

Herramientas de calafates.

Hierros de meter estopa	2.
Id. de canal	2.
Id. de cortar	2.
Id. ferretretes	2.
Id. maujo	1.
Mazos	2.
Estopa alquitranada, arrobas	2.
Marmitas ó calderos grandes	1.
Id. pequeña	1.
Botijas de brea negra	6.

Para marineros.

Rasquetas	4.
Pasadores de hierro para trabajar en la jarcia.	2.
Escobillas de pelo para limpiar los pontones y lanchas	6.
Anclas	11.
Resones	11.
Grifos para rastrear anclas	1.
Planchas de cobre	12.
Encerados de medio parque	2.
Azadas enmangadas	11.
Zapapicos id	12.
Palas de hierro id	5.
Cubos herrados	8.
Pisones	6.
Trébedes de hierro	1.

Para auxilio en el transporte.

Aparejo guarnecido	1.
Espeques	9.
Banco mozo ó tornillo	1.
Barriles para agua	2.

De respeto.

Lanzas para carros	4.
Ruedas delanteras y traseras por mitad	8.
Pernos maestros para los carros	12.

NOTA.

Deben llevarse ademas de respeto algunas cuerdas tirantes, y cuatro arrobas de hierro para el uso de la fragua.

Ganado de tiro que se emplea en la conducion de cada barca, ponton y lancha.

93. Un carro con su barca le tiran 14 mulas La barca que vá boca arriba lleva dentro algunas cosas de poco peso, como el árbol de remontar, un reson, la boya &c. Un carro con su ponton le tiran 12 mulas, pues aunque el ponton pesa mucho ménos que la barca, lleva consigo las viguetas y tablones de su pavimento, lo que no sucede en el otro. Ademas lleva seras con cordage, y todas las piezas menudas, que puestas sobre los tablones no impiden que se sitúe el ponton encima. Un carro con su lancha le tiran 6 mulàs, y la lancha lleva dentro algunas

cosas menudas, como remos, árboles de remontar &c.

Carruages necesarios para la conducion de dichas dotaciones.

94. Para la conducion del puente de barcas se emplearon 24 galeras con 6 mulas, y 48 carros catalanes con 5; de donde resulta que por cada barca de las que compongan el puente se necesitan 1 galera y 2 carros catalanes: aquella lleva los 24 tablones del pavimento que son muy pesados y algunas cosas menudas; y los carros el uno 4 viguetas, y el otro 3, y los demas efectos repartidos.

95. Para la del puente de pontones se emplearon solo 4 carros á la catalana de á 5 mulas, y á mas llevó cada puente 2 fraguas de campaña, tirada cada una por una mula.

96. La notable diferencia que se advierte en el número de carruages que se emplean en uno y otro puente, proviene de que como se ha dicho, los carros de pontones llevan sus pavimentos y los de barcas no; y ademas las anclas, remos, resones &c. del puente de barcas, son todos mas pesados que los del de pontones.

97. Debe tenerse la precaucion de numerar todos los carros y galeras, y de formar una relacion de lo que cada carro lleva, la cual sirve para hacer cargo á los carromateros, y tambien para encontrar prontamente lo que se quiera, si en el camino hay necesidad de ello.

Dotacion de operarios para armar los puentes.

98. Cada barca se dota con un carpintero que

lleva su herramienta, 2 marineros y 2 peones; y para la posicion de los caballetes y compuertas 4 carpinteros y 12 peones.

99. Cada ponton se dota con un carpintero, y dos marineros; y para la posicion de compuertas y caballetes un carpintero y cuatro peones.

100. Las lanchas no se dotan, porque los marineros de las barcas ó pontones las tripulan conforme la necesidad lo exige. Esta gente se considera suficiente para armarlos en seis ó siete oras, suponiendo que las barcas ó pontones están en el agua, preparadas como se dirá despues.

Número III.

De la construcion efectiva de los puentes militares.

101. Para determinar la especie de un puente mas oportuna para el paso de un egército es indispensable estar instruido de la situacion, número, y circunstancias del egército, de sus proyectos, de la oposicion y fuerza del enemigo, y sobre todo, de la situacion, anchura, fondo, y rapidez del rio, ó rios que se hayan de pasar: las primeras nociones pertenecen directamente al general, el que en virtud de ellas debe prevenir si necesita dos ó mas puentes en un propio parage, para que pase mas prontamente el egército: si este ha de llevar artillería de batir: si se ha de quemar el puente inmediatamente, como sucede en las retiradas: si ha de pasar el egército á viva fuerza: si el rio está en disposicion de no poderse transportar barcas ni pontones á sus orillas: si solo habrá de pasar un grueso destacamento; si habrá en el rio, por hacerse algun co-

mercio por él, ú otro motivo, algun crecido número de barcas. Estas y semejantes noticias comunicadas al oficial encargado de la construcion de los puentes, les serán muy útiles para determinar los pertrechos y útiles que debe acopiar, preparar, y transportar con el egército.

102. Las nociones relativas á las circunstancias del rio que haya de pasar el egército, son mas privativas del oficial de artillería encargado de los puentes, é indispensables para poder desempeñar su comision con acierto: á este fin espondremos aqui las principales diferencias que debe haber en la construcion de un puente, relativas á las circunstancia del rio sobre que se eche. Es de notar, que reservamos para el número siguiente todos los medios de pasar los rios, acequias, fosos, &c. cuando no es necesario para ello un puente formal.

103. Si el rio fuese muy ancho y profundo será preciso valerse del puente de barcas; pues nunca será prudente hacerle de pontones, cuando su ancho pase de 70 toesas. Mas si fuese muy ancho, pero poco profundo, será mas cómodo y pronto usar de puentes de caballetes; cuya construcion es muy sencilla, y por lo tanto la omitimos. Es verdad que la diferencia que puede encontrarse en el fondo del rio, por ser mas ó ménos cenagoso, hará variar tambien la construcion del puente: en caso de ser el fondo poco firme, será siempre lo mas acertado asentar los pies de los caballetes en los ángulos de unos triángulos muy sólidos.

104. Si un semejante rio tuviese su fondo muy desigual y fangoso, ó hubiese falta de maderas para un puente de caballetes, se le podrá echar de pontones; á este efecto se estrecharán las márge-

nes, y aumentará el fondo, por medio de unos diques que sirvan de calzadas para las cabezas del puente.

105. Si se hubiese de echar algun puente sobre un torrente será preciso hacerle de pilotage, porque ni las barcas, ni los pontones, por mas que se afirmen con maromas, amarras, anclas y cestones, podrán resistir la rapidez de la corriente, ni el choque de los árboles que traen los torrentes.

106. En los demas rios de un ancho regular se deberá usar de puentes de pontones, sencillos cuando no ha de pasar por ellos artillería de batir, y dobles en el caso de haberla de tolerar. Los mismos puentes podrán y deberán servir para pasar por pantanos que hagan mucha agua. En los parages donde no tengan bastante para sufrirlos, se deberá usar de caballetes situados sobre los predichos triángulos de madera.

107. La situacion de los puentes en los rios merece tambien atencion; pues como estos serpentean ordinariamente en las llanuras, formando una curva compuesta de partes cóncavas y convexas; si la cabeza del puente se situase en alguna parte cóncava se pondrian en aquel mismo seno todos los aparejos y pertrechos para tenerlos á mano, el enemigo podria situarse en la convexidad correspondiente, y estorbar con sus baterías la construcion del puente: es cierto que se le podrán oponer otras; pero la posicion de las contrarias será ventajosa á la de las que defienden el puente, porque estas tirarán del centro á la circunferencia, y aquellas al contrario de la circunferencia al centro.

108. Es pues absolutamente mala la posicion de un puente en el seno de un rio; asi se deben esco-

ger con preferencia los ángulos convexos, para empeñar al enemigo que se quiera oponer á su construcion, en el seno que forme la orilla opuesta. Asimismo, se procurarán todas las ventajas que pueda presentar la naturaleza del terreno; y se tendrá cuidado de proporcionar al puente salidas cómodas y descubiertas. En caso de no haberlas, y estar determinado ya el parage en donde se ha de echar, será indispensable formar con faginas, piedras, y tierra dos calzadas mas anchas que él, por las que pueda el egército entrar y salir cómodamente.

109. Las mas veces suele ser preciso hacer un reducto, ú otra obra de fortificacion de campaña, á la entrada ó salida del puente, segun á la parte que estuviese el enemigo, á fin que este no pueda impedir el paso de todo el egército con sus vagages, por cuya razon se llevarán con el puente dos ó mas carros de instrumentos apropósito para estas obras.

110. Si las orillas del rio sobre que se ha de echar un puente fuesen muy estendidas, y de poco fondo por consiguiente, de modo que no puedan resistir una barca, ó un ponton; sera preciso estrechar las márgenes por medio de diques, ó que los primeros tránsitos del puente se formen con caballetes.

111. Determinado pues el parage donde se ha de colocar el puente se echarán al agua las barcas ó pontones con que se haya de armar con su pavimento dentro de cada una, los tablones debajo y las biguetas encima, un timon, dos remos, un reson, la boya, las cuerdas necesarias para amarrarlas al fiador, llamadas *bozas*, y las amarras que han de cruzarse entre barca y barca. Han de estar situadas, como asimismo las lanchas, á poca distancia

del sitio donde ha de armarse el puente, y agua arriba para que al conducirlas á su lugar vayan con la corriente á favor.

112. Deben estar numeradas desde 1 hasta el número total que haya, y lo mismo los pavimentos, y tenerse mucho cuidado en no cambiarlos, pues aunque siendo iguales parece que seria indiferente, no lo es, porque las cageras que debe haber en algunos tablones para las espigas del barandillage están hechas como se ha dicho á las distancias correspondientes, y cambiando los pavimentos no vendrian bien. Por igual razon es necesario que las barcas se vayan situando por su órden, siendo la del número 1.° la mas inmediata á la orilla, y seguirle la del 2°. &c.

113. Los marineros de la dotacion pasan á la otra orilla en las lanchas, con la gente y útiles necesarios para formar la salida del puente, y afirmar los piquetes necesarios para el fiador, el cual amarrado traen el cabo y se teza por medio del cabrestante orizontal.

114. Miéntras se trabaja en las calzadas atravesará el rio una lancha, que irá á situarse en la márgen opuesta en la misma direcion que ha de tener el puente, y en donde haya agua suficiente para sostener una barca ó un ponton, segun se haga el puente con aquellas ó con estas: en dicha lancha se llevarán un cabo de una maroma, y otro de una cuerda delgada, señalada de doce en doce pies con nudos ó pedazos de lana de color. El cabo de maroma se pasará á los obreros que haya á la otra márgen, para que con un lazo de barquero lo aten al tronco de un árbol, ó á un grueso piquete fijado con el mazo ó martinete descrito en el

número anterior, y afirmado con tornapuntas. Y con la cuerda delgada señalada como se ha dicho, se conocerá el número de barcas ó pontones que son necesarios para formar el puente, en la suposicion que deben distar las barcas unas de otras 20 pies, y los pontones 12.

115. Luego que esta lancha haya llegado á la otra orilla y se haya asegurado el cabo de la maroma, se enlazará el otro cabo al aparejo redondo de un cabrestante lám. 7. fig. 14, 15, 16 y 17; por cuyo medio se pondrá la maroma con toda la tension y firmeza posible, procurando que esté á un pie ó pie y medio de la superficie del agua.

116. Al mismo tiempo con otra lancha situada frente por frente de la sobredicha, y en la misma disposicion, esto es, en el parage de esta orilla donde el agua pueda sostener el buque, se tomará el otro estremo de la espresada cuerda delgada, y se verá si exactamente es divisible por 20 ó 12 pies la distancia que marque la cuerda segun la calidad del puente; en caso de no serlo y de sobrar algunos pies, se dividirá este residuo por medio, y señalando en la maroma ó con un bichero hácia lo interior del rio por una y otra márgen la distancia de la mitad de este residuo á las lanchas, se tendrán notadas las situaciones del primero y último buque: establecidos estos dos buques de los estremos se irán conduciendo todos los demas á brazo por los marineros respectivos, y se colocarán en sus lugares correspondientes.

117. Inmediatamente que están situados se abozan al fiador y se amarran en cruz, para lo que ayudan las lanchas. Los peones y los marineros empiezan á sacar y acomodar las viguetas, y los

carpinteros tienen obligacion de ir pasando las aldabillas al instante que se situan aquellas: seguidamente se sacan y colocan los tablones, recomponiendo los carpinteros las descomposiciones que pueda haber, pues por mas cuidado que se tenga jamas deja de romperse algo, ó de ser necesario algun reparo en las piezas, ó por haberse alterado con la humedad, ó por otros acidentes.

118. Las barandillas se tienen á la cabeza del puente, apiladas por órden las de un lado y otro, y luego que está puesto el pavimento se van llevando por encima de él y colocándolas, lo que tambien hacen los carpinteros para acuñar las espigas, y al mismo tiempo poner las grapas.

119. Si la mucha corriente del rio lo exige, se tienden las anclas ó cestones segun la calidad del fondo del rio, cuya operacion es de los marineros, y se pasa el segundo fiador, al cual se abozan las barcas ó pontones del mismo modo que el primero. Luego que está puesto el barandillage se colocan los rastrillos, y queda concluido el puente.

120. Aunque las compuertas (que son los tramos que hay desde la primer barca ó ponton á tierra en uno y otro lado) sean tan cortas que alcancen bien las viguetas desde la barca á la orilla, siempre conviene poner debajo á mayor abundamiento un caballete de madera fuerte por si la tierra se desmoronase.

121. Si el parage donde se echa el puente es playa y no se han querido ó podido hacer calzadas para las cabezas de aquel, suele estar la primera barca ó ponton muy distante de la orilla, y entónces es necesario que el pavimento venga desde alli sobre caballetes de mayor á me-

nor en su altura, que se colocan paralelos á la misma distancia que hay entre barca y barca, ó ponton y ponton; pues si se situasen á mayor, como pudiera hacerse por permitirlo las viguetas, tendrian aquellas mucho cimbreo y podrian romperse.

122. El puente de 24 barcas tiene de largo de caballete ó caballete 518 pies, y el de 22 pontones 248.

123. Si el rio fuese tan rápido que se temiese que el puente así construido no pudiese sostener el choque directo de las aguas, sin embargo de estar fortalecido con doble maroma y anclas, ó cestones, se construirá en forma de un ángulo saliente hácia la corriente. Para esto en lugar de la maroma que se ha dicho debe atravesar el rio de orilla á orilla, se pondrán dos que se crucen en medio de la corriente con un ángulo mas ó ménos obtuso segun se quiera lo forme el puente, que se debe construir sobre las dos mitades de cada una que formen al ángulo saliente. En este caso serán precisos algunos pontones mas que en el antecedente, porque será mayor la longitud del puente. Construído este se pondrán dos ó mas barcas ó lanchas provistas de bicheros á la parte de arriba de él, para apartar los troncos, vigas y demas sólidos que pudiese traer naturalmente la corriente, ó echar el enemigo para romper el puente.

124. Asimismo, se reconocerá particularmente de noche por encima de él con lanchas, y con el auxilio de hachas y linternas, si los pontones ó barcas hacen agua, que se estraerá ó con los achicadores ó con las bombas si hubiere precision por ser en cantidad: luego que se haya sacado se cala-

fateará el parage por donde entre, y si fuese necesario se pondrá uno de los parches descritos en el número anterior.

125. En caso de crecer demasiado las aguas de resultas de algunas lluvias fuertes, se desarmarán los dos tránsitos del puente que lo unen á las calzadas, y se irán aflojando las maromas segun se aumenten las aguas: tal vez será preciso alargar los cables de las anclas ó cestones. En este caso se vigilará con la mayor atencion en apartar los troncos, broza, ruinas de presas y edificios que traiga el agua.

126. Cuando un egército numeroso ha de pasar con prontitud y sin detener sus marchas un rio, es necesario que ya estén construidos los puentes, que en este caso no debe ser uno solo, sinó tres, para que el egército pueda pasar en otras tantas colunas, una de infantería, otra de caballería, y la restante de la artillería y bagages.

127. Ya se ha espuesto, que si el puente fuese de barcas será bastante sólido y seguro para que pueda pasar la artillería de batir; mas no lo será siendo de pontones: en este caso es preciso llenar el puente introduciendo un ponton entre cada dos del puente, y asegurándolos igualmente á las maromas; con cuyo medio quedará capaz de resistir al peso de la artillería gruesa.

128. El puente sencillo de pontones es suficiente para dar paso á la caballería, bagages y artillería de campaña; pero siempre es necesario que por medio de centinelas y oficiales se procure que la tropa pase con órden, guardando sus distancias y á un paso vivo; que la caballería eche pie á tier-

ra y pase desmontada con los caballos del diestro, para que de este modo no trote ni galopée; y que miéntras que los caballos están sobre un ponton los ginetes estén sobre otro; en fin un semejante órden deberá guardarse con la coluna compuesta de artillería y bagages.

129. Ya se dijo al principio de èste artículo que son muy diversos los puentes de barcas y pontones que hasta aora se han inventado: tambien varía mucho la construcion y dimensiones del pavimento, aunque siempre compuesto de tablones atravesados sobre viguetas que lo están sobre las barcas, mas todas las variaciones que haya sobre estos puntos serán indiferentes, con tal que no perjudiquen á la solidez y sencillez del puente: obgetos esencialísimos y que siempre se deben tener presentes.

130. Las proporciones, dimensiones y uso que se han dado en este artículo á los puentes de barcas y pontones se refieren á los representados en la lám. 8, bajo cuyos diseños se construyeron en Sevilla los que se condugeron á Badajoz. La fig. 1.ª indica el de pontones, y la 2.ª el de barcas: en ambas representa AB el fiador asegurado en A, y tirado desde B con el cabrestante orizontal. FG segundo fiador. L, L, &c. las viguetas del pavimento. E, E, &c. amarras que se atan á las asas y se cruzan entre los pontones y barcas para que no puedan separarse. Y, Y, &c. cuerdas llamadas *bozas*, con que se asegura el ponton al fiador. H, H cables de las anclas que se suponen agarradas en el fondo. K, K, tablones que forman el pavimento.

131. Es evidente que á proporcion de la capacidad y peso de las barcas y pontones será el puente mas ó ménos largo, y resistirá mas ó ménos peso, pues cuanto mayores sean sus dimensiones, tanto mayor volúmen de agua tendrán que equilibrar para irse á fondo, y que cuanto mas pesados sean ellos y sus aparejos, tanto menor peso podrán sostener para equilibrar dicho volúmen de agua. De lo que se deduce, que para construir un puente y poder arreglar el peso que puede sobrellevar es necesario: 1.° hacer el cálculo del peso de un volúmen de agua igual al casco de un buque, y el del buque, viguetas, tablones, grapas y demas aparejos que cargan sobre él; restar estas dos cantidades y el residuo deberá ser siempre un cuarto ó un quinto mayor que la carga ó peso que pueda sobrellevar el puente en una sola barca ó ponton. 2.° Se deberá calcular tambien la resistencia y solidez de los buques, viguetas y tablones, segun de la madera que fuesen para ver si son capaces de sobrellevar el peso con que han de cargar, y resistir los vaivenes y movimientos estraordinarios: estos cálculos suponen el conocimiento de las resistencias de las maderas y de sus gravedades que no insertamos aqui por no ser difusos, y porque se hallarán en las obras de Musschenbroek, conde de Buffon, y Duhamel de Monceau, como se ha dicho en el artículo anterior. Mas para dar alguna luz sobre estos puntos pasarémos á manifestar el peso y cala de cada una de las barcas y pontones del citado puente que se fabricó en Sevilla.

132. Una barca de las dimensiones que hemos prescrito construida en Sevilla de buen pino de la tierra, pesó cuarenta y siete quintales. Un

ponton cuyo esqueleto era tambien de pino de la tierra, pesó veinte y dos quintales y medio. Las lanchas no se pesaron, pero son muy ligeras, tanto que pueden cargarse á brazo en sus respectivos carros sin necesidad de valerse del plano inclinado: tampoco se pesaron los carros que conducen los espresados buques, ni los pavimentos de los puentes, cuya viguería y tablones se hicieron de pino de Segura, porque se observó que el de la tierra se tuerce mucho.

133. Una barca vacía cala 10 pulgadas. Con el pavimento dentro que se compone de 7 viguetas y 24 tablones, cala 12 pulgadas. Armado el puente 12 pulgadas. Al paso de un cañon de á 24 con mulas, sirvientes, &c. 22½ pulgadas.

134. Un ponton vacío cala 6 pulgadas. Con el pavimento dentro que consta de 6 viguetas y 16 tablones, cala 8 pulgadas. Armado el puente 8 pulgadas. Al paso de un cañon de á 12 con mulas, sirvientes, &c. 15 pulgadas.

135. En Badajoz se esperimentó pasar un cañon de á 24 por el puente de pontones, y aguantó metiéndose aquellos en el agua hasta tres pulgadas mas abajo de la borda; de donde se infiere, que doblado el número de pontones de modo que se acomodase otro en cada hueco de los que quedan entre ponton y ponton, podria pasarse con toda seguridad.

Número IV.

De las máquinas y medios mas usuales para el paso de rios, canales, fosos, &c.

136. Hay muchas ocasiones en la guerra en que conviene pasar un rio sin echar puente en él: sea por no haberlo, ni proporcion de construirlo; porque lo escarpado y agrio del camino no permita su transporte; ó por la situacion y resistencia del enemigo: en estas circunstancias es preciso buscar el medio mas pronto y seguro de pasarle, adecuado á las proporciones y designios del egército.

137. En el supuesto de que haya de pasar un rio sin echar puente al ménos un grueso destacamento, que atrincherado á la orilla sostenga al enemigo, y dé tiempo para que se construya un puente por donde pasen lo restante del egército, sus trenes de artillería y bagages, y que asimismo sirva para dejar asegurada la retirada; es necesario valerse de barcos ó de balsas: los barcos, mas cómodos, seguros y útiles que estas (cuando no se está á presencia del enemigo) debe haberlos en el rio, ó en los que entran en él. Y las balsas se construyen á la misma orilla del rio con facilidad y presteza.

138. En todos los rios caudalosos, y muy anchos suele haber pocos puentes: de consiguiente, para el tránsito de ellos, comercio del país y pesca, son precisos muchos barcos, de los que es necesario valerse para pasar el rio, usando de la mayor diligencia y actividad en recogerlos y asegurar-

los ántes que el enemigo lo penetre; porque en este caso, se debe pensar que no perderá tiempo en recoger, quemar, ó destruir todos los que haya en las inmediaciones.

139. Determinado el paso de un rio en los barcos que en el haya, y estando el enemigo próximo, se darán las providencias necesarias para que en una noche se junten en el parage por donde se intente el paso todos los de las cercanías; y para que concurra al mismo tiempo, y con toda la celeridad posible un grueso destacamento, que pasando en ellos aquella madrugada se atrinchere, y fortifique inmediatamente á la orilla opuesta, á fin de asegurar el tránsito de todo el grueso del egército, que no debe tardar en llegar y pasar con el mayor órden y presteza, haciendo mudar los remeros á menudo, y valiéndose si es mucha la corriente, de maromas atravesadas que aseguren y faciliten los viages de los barcos: para lo cual, si estos son grandes, se pueden armar en sus popas unos tornos, que por medio de maromas fijas en la otra orilla, y de algunas poleas, acelerarán mucho los viages sin gran trabajo de los remeros.

140. Cuando los barcos que se encuentren en el rio tengan una cierta igualdad y proporcion, se podrá construir sobre ellos un puente mucho mas sólido y capaz que ninguno de los portátiles; con tal que se lleve ó halle en las inmediaciones, aunque sea demoliendo algunos edificios, madera apropósito para su pavimento. Esta especie de puente es la mas útil en todas ocasiones; y particularmente en las retiradas, en que suele convenir quemarle luego que se pase por él: lo

que se debe ocultar cuidadosamente, no sea que percibiéndolo los dueños de los barcos (tal vez enemigos, ó poco afectos) los barrenen por la noche y se huyan: lo que espondria á un inminente peligro al egército.

141. Como no en todos los rios haya suficiente número de barcos para poder pasar un egército, pues aun cuando los haya los recoge el enemigo, siendo casi imposible su pronta construcion; y que ademas es muy peligroso su uso á presencia de los enemigos, porque con su artillería los echarian á pique: se hace indispensable el uso de las balsas en muchas ocasiones, y particularmente en esta última de estar á vista del enemigo; y haberse de efectuar el paso del rio á viva fuerza.

142. La construcion de las balsas es muy sencilla y espedita; se pueden hacer muchas en poco tiempo; no presentan un grande obgeto al fuego del cañon, porque están á flor de agua; los materiales de que se componen se hallan en cualquier parte, pues bastan algunas pieles, barriles, toneles ó cajones, y las vigas y las tablas sacadas de la demolicion de algunos edificios; ademas, son máquinas ligeras y portátiles porque se componen de varias piezas que se preparan y hacen en el campo del egército, y se transportan á la orilla del rio donde se atan y traban unas con otras en poco tiempo.

143. Una balsa, segun Folard, se compone de muchos marcos ó plataformas de madera AD, lámina 9. fig. 1.ª, de 15 á 16 pies de largo, y 10 ó 12 de ancho (dimensiones que deben variar segun las de las maderas de que se tenga provision) compuestas

de cuartones ó viguetas cuadradas de pino; debajo de estos marcos se ponen muchos órdenes de cajones A, A, &c. embreados de 4 á 5 pies de largo, y 2 de ancho, contiguos unos á otros, fuertemente ligados y trabados á los marcos, que se cubrirán con unas tablas delgadas y ligeras clavadas por encima.

144. Es evidente que se pueden transportar en cualquier carruage, y aun acémila estos marcos por ser muy ligeros: de ellos se forma la balsa, uniéndolos entre sí con fuertes ligaduras, hechas en sus costados con cuerdas ó correas y trabas de madera, que sean del grueso de los cuartones. El frente de la balsa se cubre con un mantelete D, D en forma de puente levadizo, que va levantado por medio de dos cuerdas, cuando la balsa pasa de una orilla á otra; y que se deja caer sobre la orilla opuesta, á la que se aferra por unos garfios para que no se la lleve la corriente, y entónces sirve para facilitar el desembarco. Este mantelete se forma de tablas y bastidores, y se cubre con dos órdenes de colchones F, F que se dejan pender hasta bajo del agua, para que precavan los cajones de las balas de fusil.

145. A los dos costados de la balsa se pondrán unos montantes ó caballetes EY que sirven para poder jugar los remos G sobre ellos; y por detras se guarnece con una línea de faginas de medio pie de diámetro, cuyo uso es impedir que la tropa se deslice y caiga al agua.

146. Pudiendo ser visto del enemigo un costado de la balsa, ademas del frente, convendrá cubrirlo en este caso con un mantelete de tablas, y mejor

de zarzos, hechos de ramas gruesas y correosas; y que tenga 5, ó 6 pies de alto, segun el enemigo domine mas ó ménos el paso del rio.

147. En lugar de cajones se pueden usar barriles, toneles, botas, y aun mejor pieles de macho ó carnero bien cosidas y preparadas, llenas de aire, y atadas fuertemente sus bocas, y ellas á los marcos.

148. Segun la relacion del citado autor, seis de estas balsas son suficientes para que pasen de una vez 7500 hombres de infantería; para lo que deben situarse en ellas formados en filas y sin distancias, como se representa en la figura 2, con cuyo medio se obtendrá tambien la ventaja de que la tropa se encontrará formada á su desembarco.

149. Las espresadas balsas servirán con mucha utilidad para pasar la caballería y bagages del egército, y tambien el tren de artillería de campaña, haciéndolas un poco mas fuertes; pero de ningun modo créemos que puedan servir para pasar la artillería de batir, á ménos de no hacerlas mucho mas sólidas, y con varios órdenes de viguetas enlazadas entre sí. En cualquier caso es indispensable calcular el peso que puede sostener la balsa sin irse á fondo; esto es, lo que pesa un igual volúmen de agua que el lugar que ocupa la balsa, rebajado el peso de esta: y despues ver cual es la resistencia de los cuartones y tablas, para que cargado un peso sobre uno ó mas puntos de la balsa no se rompa por ellos.

150. En caso de no haber oportunidad de barcas, balsas, ó puentes sobre que pueda pasar con seguridad la artillería de batir, y que ademas

sea necesario conducirla, se podrá egecutar su paso por bajo del agua, del modo que dice San-Remy en el tomo II.° de sus memorias se egecutó en este siglo al paso del Necker, rio que desagua en el Rhin, y es el siguiente.

151. Se dejan las piezas sobre sus carrosfuertes ó cureñas, á las que se ligan y atan fuertemente sus correspondientes armones, de modo que de ninguna manera puedan separarse: se hace pasar á la orilla opuesta del rio el número de mulas ó caballos que se crean necesarios para tirar las piezas: se ata una maroma á la lanza, y para precaver el acidente de que se rompa la clavija que une el juego delantero, se atan de ella dos cuerdas menores á las cabezas de las gualderas: al otro estremo de la maroma se ata un cordel, por cuyo medio se pasa á la otra orilla, de modo que atraviese el rio: se enlazan á este cabo de ella varios balancines para que pueda tirar el número de bueyes, mulas, ó caballos necesarios para pasar la pieza por debajo del agua.

152. A la trasera de cada carruage se atará una semejante maroma, para que pasando á la otra orilla la guarnezcan igualmente de balancines, y se pueda pasar otra pieza; pero aun seria mas espedito que las maromas tuviesen á sus estremos unas fuertes lazadas, con que unirse á un cabo de maroma guarnecido de los balancines correspondientes, y que serviria para pasar todas las piezas, enlazándolo sucesivamente á las maromas.

153. Es evidente que este arbitrio para pasar la artillería no puede tener uso en los rios muy fangosos, ó cuyo fondo esté muy quebrado y des-

igual; tampoco podrá ponerse en práctica en los que tengan sus orillas muy escarpadas.

154. En varias ocasiones, particularmente para pasar un grueso destacamento cuando no se encuentra suficiente número de barcos, suele ser muy útil la construcion de un puente volante, que siempre es indispensable en caso de no haber barcas chatas, balsas, ó puentes por donde pueda pasar el carruage, caballería y bagages. Esta especie de puente se reduce al hecho sobre dos barcos con viguetas y tablones, que formen un pavimento ó tablado sobre las bordas de los barcos: estos han de conservar sus palos que se unen por la parte superior con dos teleras y un arco de madera; y se sostienen en su posicion vertical con dos escalas de cuerda, cuyos pies vienen á estar á los costados, y dos cadenas que se terminan tambien en los costados por la parte esterior. En medio del estremo del tablado que cae sobre las popas de los barcos se construirá un torno, en el que se enroscará una marometa que pasando por un caballete, hecho en el mismo costado, y por entre las dos teleras de los palos, irá á dar á unas lanchas ó barcos, por los que se tira del puente. Si el rio no es demasiado ancho, será mejor que la marometa lo atraviese, para que asi tirando de ella de la otra orilla, ó fijando en algun árbol el cabo y moviendo el torno con manivelas, se mueva el puente con mas facilidad. A una y otra orilla deberán hacerse sobre caballetes, ó barcos dos cabezas de puente, para que sean mas cómodos el embarco y desembarco.

155. Los medios propuestos hasta aquí para el paso de los rios son conducentes para los caudalosos

y anchos; mas como por lo regular los rios que se suelen encontrar mas comunmente sobre la marcha son de poca anchura, y aun de ménos aguas, y que no obstante sea necesario formar un paso sobre ellos, particularmente si el enemigo está cerca, y se puede recelar alguna acion (en la que nunca conviene que la tropa entre mojada) nos es preciso dar noticia de algunos de los medios que se han hallado mas acomodados para pasar esta especie de rios, acequias ó canales.

156. Uno de los puentes mas cómodos, portátiles, y espeditos para el paso de los rios poco profundos, ó de pantanos que tengan mucha agua es el de toneles ó barriles fig. 3. Este puente se compone de varios marcos ó *plataformas* montadas sobre carros; ó por mejor decir, que cada una de ellas es un carro; pues tiene un ege y dos ruedas ligeras de 4 pies de diámetro. Cada marco está hecho de 6 viguetas de pino de 13 pies de largo, y 4 pulgadas de cuadratura, reunidas por otras tantas tablas de álamo blanco, ó pino, de media pulgada de grueso, dos á cada estremo, y dos en medio: á las viguetas se afirman varias alfagías ó listones de madera, á las cuales se atan fuertemente con cuerdas 9 toneles ó barriles, cuyas bocas se ponen hácia arriba y tapadas, cuando entran en el agua; y hácia bajo y descubiertas cuando fuera. Las dimensiones de estos barriles son 2½ pies de alto, y dos de diámetro por el vientre: las alfagías entre que se atan los barriles distan 15 pulgadas, y solo 9 las demas. Cada marco se cubre con tres tableros, compuesto cada uno de cinco tablas que se unen con otras tres que las atraviesan. En fin, estos marcos montados

sobre un ege con sus ruedas, como se ha dicho, tienen por su frente unos ganchos que se traban en correspondientes argollas fijas en sus colas, enlazándose asi unos con otros.

157. Estas balsas deben transportarse desarmadas y en carros: cuando llegue el caso de servirse de ellas se arman á la orilla y se atan dos cuerdas á la primera para dirigir el puente que formen al parage que se quiera de la otra orilla.

158. Otro de los puentes mas cómodos y espeditos para el paso de riachuelos, acequias, &c. es el de lona ó lienzo fuerte, que usó en Flándes don Luis de Velasco, general de nuestra artillería: este puente se forma tendido un lienzo embastado con cuerdas sobre unas barcas ligeras, anchas, cortas, chatas y tales, que se transportan cinco en un carro, unidas por listones de madera que sostengan el lienzo. La esperiencia ha manifestado no solo que este puente es bastante fuerte para el paso de la infantería, sinó que ademas es de una construcion prontísima.

159. Pero los puentes mas generales, espeditos y fuertes para pasar rios angostos, acequias, canales, fosos, &c. son los construidos de troncos de árboles robustos (á los que se les haya quitado todo su ramage para transportarlos con mas comodidad de los bosques ó alamedas mas inmediatas): los cuales se atraviesan de modo que sus estremos se apoyen á una y otra márgen: al traves de ellos se sientan las ramas mas gruesas; y sobre ellas se hace el piso con faginas y tierra. Por un semejante puente pueden pasar todos los carruages y aun la artillería de batir. Si se recelase que

falten faginas y árboles robustos, se hará prevencion de vigas fuertes de treinta pies de largo con suficiente cantidad de maderos para hacer el pavimento.

160. Asimismo, si el rio fuese muy estrecho, de modo que solo tenga 4 ó 6 toesas, se podrán hacer para el paso de la tropa varios puentes de cuerdas ó cadenas asegurados á troncos de árboles ó robustísimos piquetes, y tiradas por cabrestantes. Tambien puede hacerse un puente sobre los bancos ó caballetes de los talleres de carpinteros, carreteros, &c. sobre varios carros ó galeras. Mas nosotros no entramos en el por menor de todas estas especies de puentes, asi por ser sencilla su construcion como por miedo de estender demasiado los límites de este articulo. En la última guerra contra la Francia vimos habilitado un ojo de los puentes de Alcántara y Almaraz en Estremadura, con uno de estos pasos de cuerdas. Se reducia á 5 maromas de poco mas de una pulgada de grueso que bien aseguradas en uno de los estremos del puente por medio de un travesaño fuerte de madera, se estiraban todo lo posible con el cabrestante; sobre estas se tendia una red embreada de una cuerda de media pulgada de grueso, la cual sostenia un cuadro de madera, al que se adaptaban unos tablones numerados que servian de pavimento. Se armaba ó desarmaba este puente en poco mas de un cuarto de hora, y pasaron por él cómodamente, no solo la infantería y caballería sinó tambien la artillería de campaña, la cual tenia que hacerlo á trote ó galope porque al llegar al medio se pandeaba el puente de media á una vara.

161. Cuando los rios que se han de pasar son muy profundos y poco anchos, pueden egecutarse los desembarcos por medio de barca-puentes sencillos: estos se reducen á un barco tan grande y capaz cuanto pueda sufrir el rio: entre los dos palos de popa y proa se forma un cuadrilongo de cuartones y tablas igual á la distancia que hay entre los palos, y que descansa ó se sostiene contra una telera que los enlaza y afirma: su costado inferior forma un ege que entra en dos quicios situados en el borde de uno de los costados del barco; y al otro estremo superior del cuadrilongo se atan dos cuerdas que pasando por poleas fijas en la parte superior de los palos facilitan su movimiento al rededor del ege: cuando se navega de una orilla á otra se lleva levantado el cuadrilongo con lo que se cubre la tropa embarcada; y en llegando á la orilla se deja caer y aferrar en ella, y así sirve de paso á la tropa para salir ó entrar en el barco.

162. Los barca-puentes dobles se diferencian de los sencillos en tener un semejante cuadrilongo á cada costado: su uso es limitado á las acequias ó rios profundos, y tan estrechos que caidos los cuadrilongos se aferran en las dos orillas: en cuyo caso haria el barca-puente el oficio de un escelente puente.

163. Las *sambucas* son una especie de barca-puentes sencillos ó dobles, destinados á pasar los fosos de una plaza, y de consiguiente que tienen arregladas sus dimensiones á las de los fosos para que se quieran usar. La *sambuca sencilla* en lugar del cuadrilongo plano de tablas, tiene uno que forma gradas, por las que se pueda subir para escalar la muralla de una plaza.

164. Este mismo uso puede tener cualquier barco que haya en el rio de cuyas aguas se llenan los fosos, con tal que sea bastante grande para hacerle en la popa un castillo que vuele y sobresalga en forma de nariz: por los costados se cubre con parapetos fijos, y por la proa con un mantelete que se deja caer en la contraescarpa, y sirve para facilitar el embarco de la tropa. Esta máquina la inventaron y pusieron en uso los Españoles en el sitio de Harlem; mas al presente ni estos barcos ni las sambucas pueden ser útiles sinó en sorpresas ó asaltos imprevistos, y tal vez cuando esté absolutamente desmontada la artillería de la plaza: en cuyo caso tambien se usarian con mucho riesgo por la cantidad de bombas, granadas y otros fuegos artificiales con que procuraria el enemigo incendiarlos ó echarlos á fondo.

165. El paso de los fosos en el ataque de una plaza no se puede casi intentar en el dia con puentes, barcas, ni otra máquina de esta especie; sinó cortando las aguas ó llenando el foso: medios prolijos y que no pertenecen directamente á los oficiales de artillería, ni son propios de este lugar.

166. No obstante de haberse circunstanciado en este artículo la construcion de las barcas y pontones sobre que se pueden formar y construir los puentes militares que suelen acompañar los egércitos; debemos prevenir que siempre será muy oportuno y aun necesario valerse de artesanos ó constructores esperimentados y prácticos.

167. En fin, aunque se han inventado otras muchas máquinas ademas de las espuestas para el paso de los rios, omitimos su descricion por

creer que las propuestas son suficientes para todas las circunstancias y ocasiones que pueden ocurrir en la guerra, si al oficial encargado de un asunto de tanta importancia se le instruye y hace capaz de todos los puntos y proyectos conducentes á su comision, y sabe discernir y apreciar las diversas combinaciones que hay que hacer para tomar las providencias mas oportunas, á fin de desempeñar el delicado y dificil obgeto que se le ha confiado.

ARTICULO VI.

Del cordage y cuerda-mecha.

1. El conocimiento y distribucion de las cuerdas necesarias para el manejo y dotacion de un navío es uno de los puntos mas complicados de la marina: dificultad que no existe respecto á la artillería, porque en esta son limitados el número de destinos que tienen y el de sus especies. No obstante, como sean considerables los inconvenientes que pueden resultar de la falta de inteligencia en ellas como son: un exorbitante consumo, detenciones de los trenes, acrecentamiento de pertrechos y otros perjuicios ocasionados de la mala calidad y conservacion del cordage; se hace esta materia digna de atencion y de ser tratada con especificacion de todos los principios que puedan dar un suficiente conocimiento de ella.

2. Si en la mala calidad del cordage interviniese solo la ignorancia y mal método de fabricarlo de sus artífices, bastaria para su reconocimiento esponer el modo de probar y esperimentar algunos cabos, con cuyo exámen quedarian reconocidas todas las cuerdas de la misma ó igual fábrica; mas como suele haber de ordinario malicia y dolo en semejantes artesanos, se hace preciso dar noticia del modo de fabricar las cuerdas para poderlas examinar fundamentalmente, sin haberlas de sugetar á esperimentos en los que siempre se deterioran.

3. Aunque se pueden hacer y efectivamente hay cuerdas de diferentes materias, como lino,

algodon, esparto, corteza de tilo, pita, lana, cerda, seda, &c. no se tratará en este artículo sinó de las de cáñamo, que son las únicamente usadas en la artillería: pues las demas ó tienen corta duracion y poca resistencia como las de esparto y corteza de árboles; ó son muy costosas por lo escaso y precioso de las materias como las de cerda y seda.

4. Supuesto que solo se hayan de dar conocimientos de las cuerdas de cáñamo, reducirémos estos 1.° á saber conocer y apreciar la mejor calidad del cáñamo, su preparacion y fábrica: 2.° á esponer las circunstancias que aumentan ó cercenan la resistencia de las cuerdas: 3.° en fin á dar noticia de su reconocimiento, conservacion y uso en la artillería: tres puntos que compondrán los tres primeros números de este artículo.

5. Aunque la fábrica de la cuerda-mecha sea diferente de la que tienen las demas cuerdas, y su uso absolutamente diverso y en nada análogo con el de ellas, nos parece oportuno tratar de su fábrica, conservacion y reconocimiento en este mismo artículo; así por convenir con las demas cuerdas en su formacion, como por no aumentar el número de artículos con uno muy corto y desproporcionado á la estension de los demas: en esta inteligencia se darán todas las nociones de ella en el número IV. y último de este artículo.

Número I.

Del cáñamo y modo de fabricar las cuerdas.

6. El cáñamo es una planta harto conocida, cuya corteza verde y áspera se compone de una infinidad de filamentos que se estienden por todo su largo: prevalece muy bien en los paises templados, y aun mejor en los frios que en los cálidos. El que se ha criado en tierras secas es demasiado duro y elástico.

7. Su cosecha es por Agosto, y se hace arrancando las matas y poniéndolas despues de haberlas despojado de su semilla, en fosas llenas de agua que será mejor corriente, en donde se cargan con maderas ó piedras para que se sumerjan, en cuya disposicion se dejan hasta que la corteza se separe fácilmente de las partes interiores: esta preparacion sirve tambien para afinar y suavizar los filamentos. Sacadas las haces de la fosa se desacen y ponen al sol hasta que están secas: entónces se estraen los espresados filamentos de dos modos diferentes; ó haciendo pasar los de cada planta entre los dedos para que degen la corteza y médula de la planta; ó bien secando mucho mas las plantas al sol en los climas meridionales ó en hornos en los que el sol no tenga suficiente actividad, y machacándolos y sacudiéndolos despues, ó haciéndolos pasar por entre dos maderos repetidas veces: el cáñamo que se saca con este segundo método es muy suave y fino; pero tiene mas desperdicios.

8. El color del cáñamo influye poco en su calidad, y aunque comunmente se reputa por malo

el oscuro, suele ser bastante bueno; pero son muy malos los demasiados oscuros y los manchados, pues una y otra cosa son pruebas ciertas de haberse podrido: tambien lo es su olor, que siendo pútrido ó humedecido es señal infalible de que el cáñamo es de mala calidad. Este es de dos distintas especies: una tiene sus hebras ó filamentos casi redondos; y la otra planos como una cinta: esta se afina mejor. La mayor ó menor longitud de los filamentos contribuye tambien á la bondad de las cuerdas; pues siendo cortos es preciso torcerlas demasiado, lo que es un defecto como despues diremos; y si muy largos se doblan dos ó tres veces formando desigualdades: es pues preferible el cáñamo de una vara y cuarta ó tercia de largo. La señal mas cierta de la bondad del cáñamo es su resistencia al romperse; y si á esta cualidad se le junta la de ser fino, suave y que revuelto y enroscado entre las manos no toma con precipitacion su antigua figura, será escelente: es verdad que el muy elástico es mas fuerte, pero sus cuerdas no tienen tanta resistencia ni duracion.

9. Supuesto que el cáñamo sea de buena calidad se ha de conservar miéntras no se trabage en parage donde se ventile y no esté espuesto á la acion del sol que lo quema ni á la humedad. Cuando se quiera emplear es preciso prepararlo y limpiarlo ántes, lo que exige diversas maniobras. En la primera se separa de la corteza y médula que aun tiene, y de las hiervas, hojas, polvo y filamentos mas bastos que se hayan doblado varias veces: todo lo que se consigue batiendo los cerrones ó atados de cáñamo sobre un caballete de madera con un cuchillo tambien de madera de media cuarta de

ancho y tres de largo: el cáñamo que ha pasado por esta maniobra llamada *espadar*, no queda aun enteramente limpio; á este efecto y para desenredarlo se rastrilla: operacion que escusamos esponer por ser bien conocida y comun respecto al lino; así solo se advertirá, que en lugar de un solo rastrillo se usan tres, unos mas espesos ó finos que otros, por los cuales se pasa sucesivamente el cáñamo. En fin, el cáñamo así limpio se suaviza y perfeciona con uno de tres instrumentos: el primero se reduce á una argolla de hierro que tiene una especie de corte por la parte interior ó cóncava; por la cual se hace pasar el cáñamo oprimiéndole contra el corte: otro es una tabla fija en una mesa que tiene enmedio un agugero de tres ó cuatro pulgadas, formado por cortes que hagan la figura de puntas de diamante, contra las que se hace rozar igualmente el cáñamo: finalmente, el tercero es una especie de carda circular hecha de la piel de un *erizo*, y así llamada, la cual suaviza y limpia el cáñamo perfectamente; y por lo tanto es el instrumento mas usado.

10. Limpio y suavizado el cáñamo se hila al torno, operacion muy conocida por lo que escusamos circunstanciarla, y solo espondremos algunas reflexiones útiles acerca de ella.

11. Para que el hilo de cáñamo sea bueno ha de ser igual, terso, muy unido y no ha de hacer mechas; lo que se conoce destorciéndolo y observando si los filamentos hacen resistencia al separarse, y si forman bolsas; pues uno y otro es prueba de este defecto, y por consiguiente de la mala fábrica del hilo.

12. Nada se puede decir de fijo sobre el grue-

so ó diámetro del hilo que debe variar segun el destino que se proponga darle: el del cordel de azote, hilo acarreto, bramante y otras cuerdas sencillas y delgadas debe ser muy fino; y tan grueso como las cuerdas nombradas, el que haya de entrar en la fábrica de maromas, betas, &c. Mas enmedio de esta diversidad se ha de tener presente que los hilos muy gruesos son perjudiciales á la resistencia de las cuerdas; porque es inevitable que los filamentos que ocupan el centro de ellos se prolonguen por toda la longitud de sus eges miéntras que los esteriores se enroscan sobre ellos formando espirales de lo que resulta: que cuando se use una cuerda compuesta de semejantes hilos, los filamentos del centro estarán estendidos directamente, y los otros tanto mas oblicuamente cuanto mas disten del centro: asi todos tendrán diferente tension y se romperán con mas facilidad: todo lo que confirman los esperimentos hechos á este fin; por los que tambien consta que los hilos de 3 á 4 líneas de circunferencia son los mejores para las cuerdas.

13. Hilar el cáñamo se reduce á juntar de tal modo unos filamentos con otros torciéndolos, que el rozamiento que tengan que sufrir para separarse sea mayor ó igual á la fuerza que necesitan para romperse; y así parece á primera vista que cuanto mas torcido esté un hilo, tanto mas fuerte será: consecuencia absurda y contraria á la esperiencia que constantemente demuestra que el hilo ménos torcido es el mejor. Reflexionando un poco sobre el torcido del hilo se encontrará esto mismo; porque en él se distinguen dos especies de fuerzas, la una que comprime unos filamentos contra otros (la cual es

igual á un peso que estando sobre la cuerda la comprimiese en el mismo grado); y la otra que los obliga á que dejando su natural direcion se enrosquen y formen una espiral; lo que no se consigue sin violencia, como se colige de la fuerza con que se destuerce una cuerda que se deja en libertad cuando se fabrica; y esta fuerza hace el mismo efecto que un peso igual á ella que estuviese pendiente, y por lo tanto deteriora y debilita el hilo. De lo que se infiere, que este será mejor cuando únicamente tenga el torcido necesario para que sus filamentos no se separen, el cual se conocerá observando si un hilo muy tirante se rompe ó desace.

14. Todo cáñamo es elástico, y en fuerza de esta propiedad si se deja suelto, cuando se tuerce vuelve por movimientos contrarios á tomar su natural posicion, y con tanta mayor violencia cuanto mas torcido está: es, pues, preciso para que se mantenga enroscado en las cuerdas como es menester, quitarle en parte su elasticidad y oponerle otra fuerza que le obligue á permanecer en la posicion violenta que se le ha dado; y á esto se reduce el arte de fabricar cuerdas.

15. Lo primero se consigue suavizando el cáñamo cuanto es posible ántes de emplearlo con los medios ya propuestos; y humedeciendo y estregando fuertemente las cuerdas despues de hechas con mallas, esparto y gerga: esta operacion ademas de hacerle tomar al cáñamo la nueva posicion que se le ha dado, limpia, pule, é iguala la superficie de las cuerdas.

16. Lo segundo se logra torciendo las cuerdas en direcion contraria que sus ramales ó hilos, con cuyo arbitrio la fuerza que estos hacen para des-

torcerse se opone y llega á equilibrarse con la que hace la cuerda al mismo fin. Esto se ve en la fábrica del bramante, que se reduce á torcer dos hilos en la propia direcion con que ellos se han torcido: unirlos por los estremos opuestos á la muletilla de la rueda: fijar la union en un corchete que pueda moverse sobre su ege; tener separados los hilos miéntras que no estén bien torcidos, y entónces dejarlos unir poco á poco y uniformemente, apartando el instrumento que los separa junto al corchete con movimiento igual hasta llegar á la rueda: entónces dejados los hilos en libertad procurarán destorcerse en fuerza de su elasticidad, y como no pueden egecutarlo al rededor de sus eges respectivos, lo egecutan al rededor de uno comun á los dos, enroscándose mutuamente hasta que la nueva fuerza que hace el cáñamo para perder este nuevo torcido comun á los dos hilos, equilibra la fuerza particular de ellos.

17. En la fábrica de esta cuerda, la mas simple de todas, se ha de observar igualmente que en las demas: 1.° que para que el torcido sea igual y uniforme es preciso que los hilos de que se forman se unan sucesivamente y á proporcion que se tuerzan; lo que se consigue haciéndolos pasar por canales abiertas en un cono truncado de madera, llamado *cuadrado* ó *zoquete*: 2.° que es necesario poner algun contrapeso al fin de la cuerda para que pueda acortarse á medida que se forma sin quedar en libertad: el cual contrapeso debe ser proporcionado á la resistencia de la cuerda.

18. Las cuerdas propiamente asi llamadas no se hacen inmediatamente de hilos, sinó de ramales

ó cordones formados de muchos hilos: estos ramales en número de tres ó cuatro por lo comun, se componen de 3, 4, 6, 10, 20, &c. hilos, segun el grueso de estos y el que deba tener la cuerda, torcidos separada é igualmente: despues se reunen por un estremo, se acomodan en las canales del cuadrado y se tuercen por el estremo en que se han reunido. Para que el cuadrado se mueva uniformemente y á proporcion del torcido, se acomoda en una especie de carro cargado de mas ó ménos peso segun el grueso de la cuerda, que mediante esta maniobra quedará formada, y se pule y remata del modo ya dicho.

19. Dadas estas noticias superficiales de la fábrica de las cuerdas, veremos aora las propiedades de estas segun las diferencias que se pueden practicar en el modo de fabricarlas: conocimientos mas propios de nuestro obgeto y mas útiles para el desempeño de los encargos que podamos tener concernientes al cordage.

Número II.

De las circunstancias y propiedades de las cuerdas respecto á su resistencia.

20. Si el mecanismo de la fábrica de las cuerdas no exigiese varias nociones circunstanciadas indiferentes á nuestro obgeto, escusariamos este número con solo haber dado mayor estension al precedente; pues es claro que manifestando los medios para hacer una buena cuerda se prescribirian los defectos de ella, y en fin los métodos de reconocerla. Mas como para conseguir la brevedad que nos

hemos propuesto sea preciso tratar muy por encima las materias que no pertenezcan directamente á nuestro intento, hemos dado solo una idea de la fábrica de las cuerdas en el número anterior, y en este veremos brevemente los incidentes que ocasionan en ellas sus diversas fábricas.

21. Ya hemos indicado que las cuerdas no deben estar muy torcidas: este es el defecto mas notable y perjudicial que puedan tener y que tiene su orígen en cierta hermosura é igualdad que da á las cuerdas: ilusion que ha llegado á engañar á varios autores, haciéndoles créer que una cuerda resistiria mas que todos sus hilos sueltos é independientes, error que se manifiesta por las razones siguientes. 1.ª Estando enroscados en espiral los ramales que forman una cuerda, ocuparán sus superficies esteriores mas lugar que las interiores, y de consiguiente tendrán las partes adyacentes á aquellas mas tension, y por lo tanto no podrán alargarse, cuando las otras están aun en proporcion de poder ceder, y así se quebrarán ántes que ellas. 2.ª Como ya se dijo en el número anterior, el torcer una cuerda equivale á cargar sus filamentos é hilos de un peso igual á otro que se le pusiese encima é hiciese el mismo efecto: por lo que si se tuerce mucho y con esceso, esta sola fuerza la romperá. 3.ª Cuando se estira fuertemente una cuerda se alarga, y los filamentos mas tirantes se rompen, miéntras que los otros sufren un fuerte rozamiento: todo lo cual es en detrimento de ella. 4.ª La direcion oblicua de los hilos y ramales contribuye tambien á debilitar una cuerda. Supongamos que esté fabricada de solos dos hilos ó ramales: estos formarán espirales y sus direciones un ángulo cons-

tante de la oblicuidad, que se conocerá tirando tangentes á dos puntos de ellos: si se completa el paralelógramo manifestará este la division de la fuerza total de la cuerda, y que solo una parte de esta, tanto menor cuanto mas torcida esté contribuye á su resistencia.

22. Se infiere de todo lo dicho, que es inegable que el torcido debilita la resistencia de las cuerdas, y tanto mas, cuanto mas se aproximan las espirales á ser perpendiculares al ege de ellas; por lo que una cuerda será mejor miéntras mas oblicuas á dicho ege sean las espirales. Esta consecuencia se halla comprobada por repetidos y exactísimos esperimentos hechos por Duhamel, que omitimos por no ser prolijos, y solo sí espondremos el siguiente por ser terminante en este asunto.

23. Fabricadas dos cuerdas de cuatro hilos cada una, de un mismo cáñamo y grueso; pero la primera muy torcida, y la otra muy poco, se rompió aquella con el peso de 46 libras, miéntras que esta sostuvo hasta 76: desechas las cuerdas, se fabricaron con los hilos de la muy torcida una cuerda que lo estaba muy poco, y al contrario una muy torcida con los de la que lo habia estado poco, y se halló: que esta se rompió con el peso de 43 libras, miéntras que la otra sostuvo por espacio de seis horas el de 46, y no se rompió hasta suspenderle 59 libras.

24. Convencido Musschenbroek del grande detrimento que padecen las cuerdas torciéndolas, imaginó varios métodos de fabricarlas sin esta maniobra; pero la esperiencia ha hecho ver, que las contras que resultan de ellos son mayores que las provenidas del torcido; así esta operacion es hasta

aora indispensable, y la falta de resistencia que se origina de ella se disminuye considerablemente torciendo poco las cuerdas. Para no dejar vaga y arbitraria la regla por que se han de torcer, se debe notar, que segun reiterados esperimentos del citado Duhamel, en lugar de que segun la práctica ordinaria se hacen mermar las cuerdas al torcerlas un tercio, de modo que para fabricar una cuerda de 120 pies de largo, se les da á sus hilos 180, solo se dejarán acortar un cuarto, ó un quinto: en cuya inteligencia deberán tener los hilos de la espresada cuerda 160, ó 150 pies de largo.

25. Se ha visto, que torcer las cuerdas ménos que ordinariamente se practica, es un medio de aumentar su resistencia: queda que esponer cual deba ser la mas oportuna reparticion del torcido, respecto á poder estar este en mucho grado en los ramales, y en muy corto en las cuerdas; ó al contrario.

26. Segun los principios espuestos las cuerdas no conservan su torcido sinó proporcionalmente al grado de elasticidad que tengan los ramales que las componen: de modo que si se rodasen estos simplemente unos sobre otros, se desaría la cuerda luego que estuviese en libertad uno de sus estremos; pero como los ramales tienen tanta mas fuerza elástica cuanto mas torcidos están, se deberá por consiguiente torcerlos respectivamente mas que la cuerda, para que esta conserve y mantenga el torcido necesario: y asi, aunque en la fábrica se hagan mermar igualmente dos cuerdas, pero con la diferencia de que la una tenga muy torcidos sus ramales, y la otra no; esta no conservará en tanto grado su torcido, y por consiguiente será mejor que

la otra. Esto mismo manifiesta el siguiente esperimento del ya citado Duhamel.

27. Fabricadas dos cuerdas de un mismo hilo, compuestas de tres ramales de 15 hilos cada uno, y de 30 varas de largo al tiempo de urdirse, se hizo mermar á una y á otra 9 varas; pero con la diferencia que la primera encogió 6 torciendo los ramales, y 3 torciéndola á ella; y la segunda 4½ varas en cada una de estas operaciones: y dividida una y otra en tres cabos se halló: que la fuerza media de la primera era de 3633 libras, y la de la segunda (sin embargo de que sus cabos eran cerca de una onza mas ligeros) 4242 libras: esto es, 609 libras mayor.

28. Segun otros muchos esperimentos del espresado autor, continúa aumentándose la resistencia de las cuerdas hasta ser el torcido de sus ramales solo una cuarta parte del total de la cuerda. Ya se ha dado á entender que el torcido se mide por lo que encoge ó merma la cuerda.

29. En la fábrica de una cuerda hay tres diferentes torcidos: el de sus hilos, el de los ramales, y en fin el de ella; y como todos podrian ser á una misma mano, ó á diferentes, es pues preciso examinar si contribuyen á la fuerza de la cuerda las variaciones que se pueden hacer en esta parte.

30. A primera vista parece seria conveniente torcer los ramales en la misma direcion que los hilos: y mas, despues de lo que se espuso hablando del bramante, que se fabrica de este modo. Sin embargo hay una notable variedad entre la formacion del bramante, y la de una cuerda: si aquel se torciese en direcion opuesta á la de los hilos, se desarían estos, y seria menester torcerlos de nuevo;

pero cuando los ramales se tuercen en la misma direcion que lo están sus hilos, se ruedan estos unos sobre otros, y se tuercen mucho mas cada uno de por sí. Del torcido general de los hilos resulta que los ramales toman una fuerza elástica para desacerlo, que es necesaria para que se forme la cuerda; mas del particular de cada hilo se sigue, que estos adquieren mas fuerza elástica para destorcerse, que la que tenian; pero como la direcion de esta fuerza de reacion está en el ege de cada hilo, y no en el de los ramales, su efecto será absolutamente inútil para la formacion de la cuerda, y sin embargo fatigará y debilitará cada hilo en particular. Estos serán en este caso otros tantos muelles que trabajando separadamente, no concurren á producir el efecto que se busca. Se deben pues torcer los ramales en direcion opuesta al torcido de sus hilos. Los esperimentos hechos á este fin prueban que las cuerdas asi fabricadas son mucho mas fuertes.

31. Es claro que una cuerda compuesta de 4, 5, ó 6 ramales, tendrá en su centro un hueco, porque no se pueden ajustar exactamente por esta parte: de lo que resulta, que estas especies de cuerdas son dificiles de fabricar, y por lo comun salen defectuosas: y es la razon, que habiendo un vacío en el ege, los ramales no pueden apoyarse en el centro; y asi no toman una colocacion uniforme al rededor de este ege aéreo sinó á favor de la presion lateral que egercen unos contra otros: la cual necesita para conservarse que haya un perfecto equilibrio entre los ramales, y que estos tengan igual grueso, tension, y torcido: sin lo cual, no dejará alguno de ellos de situarse en el ege de la

cuerda, y entónces los otros se enroscarán sobre él: en cuyo caso el que ocupe el centro se torcerá por sí solo, miéntras que los demas formarán espirales al rededor, y lo cubrirán.

32. Una cuerda de esta especie seria muy mala, porque cargada mantendria al principio todo el peso el ramal del ege hasta romperse, ó quebrantarse: en cuyo caso perderia la cuerda un cuarto, quinto, ó sesto de su fuerza; y aun los ramales restantes quedarían mal situados entre sí, y las mas veces incapaces de resistir todos á un mismo tiempo.

33. Para precaver estos defectos llenan los cordeleros el vacío que queda en estas cuerdas, con un cierto número de hilos que sirven de punto de apoyo sobre que ruedan los ramales: y esto es lo que se llama *mecha* ó *alma* de la cuerda.

34. En las cuerdas compuestas de tres ramales no se puede ni debe poner mecha; porque la compresion de estos llena casi enteramente el hueco que pueda haber en el ege.

35. Las cuerdas gruesas no se fabrican por lo comun mas que de cuatro ramales, y los cordeleros tampoco suelen ponerles mechas, pues no siendo el hueco que dejan capaz de recibir un ramal en el ege, puede muy bien un cordelero diestro fabricarlas sin defecto esencial á costa del cuidado necesario: aunque muchos, sea por desconfiar de su habilidad, ó por aorrarse trabajo y cuidado, las pongan mecha.

36. El grueso de esta debe ser proporcionado al número de ramales de que se componga la cuerda, y á su diámetro; así se determinará apreciando el diámetro del círculo que se puede inscribir en-

tre los ramales. Segun los esperimentos del citado Duhamel, en caso de ponerse mecha en la cuerda de cuatro ramales, deberá esta componerse de la sesta parte de los hilos que entran en uno de ellos: y la de seis será igual á uno de sus ramales.

37. No basta para fabricar bien una cuerda de muchos ramales saber el grueso de la mecha que debe ponérsele; es preciso tambien saberla situar lo mas ventajosamente que se pueda en el centro ó ege de la cuerda: á este efecto se hace pasar por un barreno hecho en el ege del cuadrado, y se sugeta solo por un estremo á la muletilla de la manivela en que se reunen y atan los ramales: de modo, que esté situada en medio de ellos; y asi se colocará en el ege de la cuerda, porque á medida que el cuadrado se avanza pasará la mecha por el barreno de él, al paso que los ramales por sus canales.

38. No acortándose la mecha tanto como los ramales que la rodean, basta que sea un poco mayor que la cuerda despues de hecha. Algunos cordeleros la dividen en tres ramales, y hacen una cuerda de ella ántes de emplearla; pero por poco que se reflexione se encontrará perjudicial esta práctica; porque al torcese los ramales, la tuercen mas que lo estaba, de que resulta aumentarse en grueso, y ser mas inflexible; de suerte, que el ege de la cuerda queda muy estirado, demasiado crespo, y oprimido por los ramales: y esta es la razon de oirse romper las mechas á cualquiera esfuerzo que hace la cuerda (rotura que se encuentra en muchos parages, desecha esta), de lo que resulta que no estando los ramales sostenidos en las partes en don-

de se ha roto la mecha, se aproximan unos mas que otros al ege, se alargan desigualmente, y la cuerda pierde mucha parte de su fuerza.

39. Es muy dificil remediar en las cuerdas muy gruesas el defecto que se acaba de esponer: cargada una cuerda oprime tan fuertemente la mecha, que no la permite estenderse y la rompe. El tantas veces citado Duhamel ha hecho varios esperimentos relativos á remediar este inconveniente; pero no habiendo encontrado ningun medio que le satisfaga, se contenta con proponer el ménos malo, que se reduce á componer la mecha de hilos sueltos, sin que formen cuerda, y torcerlos en la misma direcion é igualmente que los ramales: situada en esta forma, del modo ya esplicado arriba, se destorcerá al tiempo de formar la cuerda, y por consiguiente quedará floja y flexible, miéntras que los ramales que la cubren quedarán estirados. La esperiencia ha manifestado que las mechas puestas con esta precaucion no se rompen aun en las cuerdas mas gruesas con tan poco esfuerzo, ni por tantas partes como las otras.

40. Finalmente, se debe tener presente en esta parte que no contribuyendo en nada las mechas á la resistencia del cordage, respecto á ceñirse su destino á mantener los ramales en la situacion que deben, es inútil que sean de buen cáñamo; y que al contrario, podran ser de estopa.

41. Siendo casi preciso poner mechas en todas las cuerdas que se compongan de mas de tres ramales, y no contribuyendo esta á la resistencia dé ellas, se infiere: que las compuestas de muchos ramales contienen una cantidad de cáñamo, que aumenta su grueso y peso, y no su fuerza: por lo que

parece regular dar la preferencia á las cuerdas de solos tres ramales aunque sean muy gruesas.

42. Sin embargo de esta ventaja de las cuerdas de tres ramales, son mejores las que se componen de muchos. 1.° Porque cuantos mas tengan, tanto ménos desiguales serán sus superficies; lo que es muy ventajoso, asi para disminuir el rozamiento, como para correr por las poleas, y fatigar ménos á los que las manejan. 2.° Cuanto mas menudos sean los ramales, se necesita ménos fuerza para doblarlos, y por tanto ménos torcido para ponerlos en estado de formar la cuerda: lo que ya se ha demostrado ser una ventaja considerable. 3.° Si se dobla un ramal sobre un cilindro, su parte interior no estará tan tensa como la esterior, diferencia que se aumenta á proporcion de su grueso; y como los ramales de una cuerda están al pasar por las poleas y tornos en esta disposicion, estarán sus filamentos mas desigualmente estirados á proporcion de su grueso, por consiguiente padecerán mas las cuerdas de tres ramales. 4.° Al torcerse estos, forman los hilos del centro una especie de mecha, tanto mas gruesa cuanto lo sean ellos; y ya se deja dicho, que las mechas no contribuyen á la fuerza de las cuerdas. 5.° Cuanto mas ramales entren en una cuerda, tanto mas distantes estarán sus revoluciones, y por consiguiente habrá mas parte de su fuerza que obre en direcion del ege. En fin, los esperimentos hechos á este efecto prueban incontestablemente que las cuerdas aumentan su resistencia á proporcion del número de ramales de que se componen.

43. No teniendo apénas uso en la artillería las cuerdas embreadas, nos escusarémos de esponer con

individualidad el mejor modo de preparar las cuerdas con la resina de pino, llamada brea; ni las muchas propiedades que se atribuyen al cordage embreado: solo sí diremos, que de los muchos esperimentos hechos por el espresado Duhamel con esta especie de cuerdas se infiere: 1.° que la brea no contribuye á aumentar la resistencia del cordage cuando este se usa en parages secos, ántes bien lo deteriora notablemente: 2.° que tampoco es útil para conservarlo, sinó que por el contrario viene á ser una sustancia corrosiva que lo inutiliza: 3.° que tampoco contribuye á la duracion del cordage espuesto á las alternativas y variaciones del tiempo; pues el blanco dura una cuarta parte mas: 4.° en fin, que sin embargo de que la brea es contraria á la fuerza, duracion, y conservacion del cordage, cuando este se usa fuera del agua, le es muy útil en caso de haber de estar alternativamente fuera y dentro de ella. De consiguiente se deben embrear las cuerdas que hayan de entrar en el agua para la construcion y seguridad de los puentes militares: debiéndose tener presente, que basta embrear dichas cuerdas despues de acabadas, y solo sus superficies, porque asi resistirán á la introducion del agua, sin perder casi nada de su fuerza.

Número III.

Reconocimiento del cordage usado en la artillería.

44. De las nociones dadas en los números precedentes se infieren qué condiciones y circunstancias deban tener las cuerdas para ser de buena calidad: sin embargo, como el conocimiento de ellas

para su admision es el punto en que deben estar mas instruidos los oficiales de artillería, nos es preciso individualizar, y hacer aplicacion de dichas circunstancias.

45. Si se pudiera estar presente á la fabricacion del cordage necesario en la artillería, serian escusadas para su recepcion todas las pruebas y esperimentos; porque serian admisibles y de muy buena calidad todas las cuerdas hechas con las precauciones espuestas, con tal que tuviesen las dimensiones que despues se dirán. Mas como por lo ordinario no haya la oportunidad de poder presenciar la fábrica de ellas, es menester dar reglas conducentes al espresado exámen.

46. Supuesto que la cantidad de cuerdas que se hayan de recibir sean de una misma fábrica, se verá con el mayor cuidado si todas las de una misma especie están hechas con las mismas precauciones, igualmente torcidas, y de un mismo cáñamo; para lo que se abrirán por uno de sus estremos á fin de que dicho cotejo sea ménos falible. Si todas las cuerdas están igualmente fabricadas bastará para reconocerlas tomar una de ellas, la que pareciere peor; pero en caso que se halle diferencia notable, se dividirán en dos ó mas clases segun sus diferencias, y se elegirá una de cada clase para reconocerlas mas prolijamente.

47. Este reconocimiento puede egecutarse, ó desaciendo las cuerdas y viendo si estaban bien fabricadas, ó cargándolas hasta ver si resisten el peso que deben respecto á su grueso; ó tambien de uno y otro modo.

48. Para reconocerlas del primer modo se dividirá cada cuerda en dos, tres, ó mas cabos: se me-

dirán estos exactamente: se destorcerán despues, y se verá si lo que han mermado en su torcido, la reparticion de este, y su direcion están conformes con las nociones dadas: si los hilos tienen el grueso prescrito; si están demasiado torcidos; si el cáñamo es suficientemente largo y suave; si está limpio y es de buena calidad. Si se hallan todas estas circunstancias en los cabos de una cuerda, es claro que ella y todas las de su clase serán admisibles, y de muy buena especie. Mas se ha de tener presente que en el enunciado análisis de una cuerda no se ha de pretender hallar rigorosa y exactamente observadas las espresadas condiciones; porque usando de esta rigidez apénas se encontraria cuerda admisible.

49. El segundo medio para reconocer la calidad del cordage, que se reduce á examinar si tiene la resistencia correspondiente á su grueso, supone ó exige dos conocimientos que son: saber el modo mas oportuno de medir su resistencia, y cual ha de ser este respectivamente á la cuerda que se prueba: vamos á tratar de uno y otro con la brevedad posible.

50. No basta para esperimentar la fuerza de una cuerda atarla por un estremo, y suspender sucesivamente del otro varias pesas; porque ademas de ser esto impracticable con las gruesas, acontece que las delgadas se rompen por donde se atan; y asi es menester para conocer su resistencia, situarlas de modo que al romperse lo egecuten indiferentemente por toda su longitud, lo que se consigue con las cuerdas menudas del modo siguiente: se afirma en una pared, ó sobre dos caballetes altos, un cilindro muy grueso de madera sobre el cual se

hace pasar la cuerda que se ha de probar, y se ata por un cabo en otro cilindro mas bajo y de menor diámetro: se tiene un cajon con dos asas, y ambas cilíndricas: se hace dar dos ó mas vueltas al cabo pendiente de la cuerda al rededor del asa superior, que ha de ser mucho mas gruesa que la inferior, y se ata despues en esta. Situada asi la cuerda, se ponen sucesivamente varias pesas en el cajon hasta romperla, cuidando que las últimas pesas que se añadan sean pequeñas.

51. Este arbitrio no es practicable con las cuerdas muy gruesas; porque ademas de la dificultad de tener y acomodar las pesas necesarias para romperlas, se esponian los que estuviesen empleados á ser heridos y maltratados, si la cuerda se rompiese inopinadamente. Para esta especie de cuerdas es preciso un aparejo semejante al que vamos á describir.

52. Se formará con tres vigas de 6, ó 7 varas de largo, un fuerte trespies: del punto de reunion penderá una cuerda mucho mas fuerte, que la que se ha de probar: se atará ó enlazará á ella una romana cuya vara ó brazo estará á corta diferencia de nivel, sosteniéndose en esta posicion por su estremo en unas chabetas ó barrillas que se puedan bajar y subir: para gobernar la romana se construye á competente altura un andamio sobre dos caballetes: se enlazará á la romana un cabo de cuerda mucho mas fuerte, y se hará pasar el otro estremo por una roldana fija al pavimento: se atará á él y enlazará fuertemente uno de los estremos del cabo de la cuerda que se quiere probar, y la misma operacion se egecuta con el otro estremo á otro igual cabo de cuerda mas fuerte, que se enlaza al apa-

rejo redondo de un cabrestante: puesta la cuerda en esta disposicion, que vendrá á ser orizontal, se tira pausada y uniformemente por medio del cabrestante cuanto se quiere, hasta romperla: á proporcion que se estira se levanta el brazo de la romana, que se pone de nivel, corriendo sucesivamente el pilon: de modo, que venga á marcar la fuerza que hace el cabrestante para llegar á romper la cuerda. Si se quiere conocer lo que esta alarga ántes de romperse, se pondrá á su lado una regla dividida en pulgadas.

53. Supuestos los medios de probar y medir la resistencia de las cuerdas, resta esponer cual deba ser esta respecto á sus pesos, ó á sus gruesos: para determinar este punto con exactitud seria necesario hacer varios esperimentos con cuerdas hechas de cáñamo nuestro, en nuestras fábricas, y con las precauciones espuestas en los números anteriores: en defecto de estos resultados de que carecemos, nos reducimos á dar la tabla siguiente de la fuerza de las cuerdas segun sus gruesos, formada por el célebre fisico Musschembroek.

Tabla que espresa la resistencia de las cuerdas de distintos gruesos.

Grueso de las cuerdas.	Peso que sostuvieron.
Líneas.	*Libras.*
Un solo hilo de 1	27.
De 6	120.
Una cuerda de 6	190.
De 8	330.
De 10	540.
De 12	750.
De 13	840.
De 15	990.
De 16	1030.
De 20	2080.
De 24	3000.
De 30	4730.
De 36	7900.

54. Para el reconocimiento de las cuerdas se debe tener presente, igualmente que para su manejo, que no aumentan su fuerza á proporcion de su peso: es decir que si una cuerda de cuatro libras tiene dos grados de fuerza, otra del mismo largo y doble peso, no tendrá cuatro grados, sinó mucho ménos: esta falta de proporcion no solo se observa en las cuerdas, sinó tambien en maderas, metales y casi todos los cuerpos.

55. Los principios concernientes á la fábrica de las cuerdas, particularmente los que tratan de sus torcidos, son consecuencias de los esperimentos y teorías del ilustre Duhamel de Monceau, hechos

con el fin de perfecionar las fábricas de cuerdas de la marina francesa, de que era inspector; pero como entre nosotros no se hayan introducido aun los métodos que hemos espuesto, y que al contrario se crean comunmente mejores las cuerdas muy torcidas, iguales y tersas, no se podran dejar de aprobar y recibir las que solo tengan este defecto, que las hace de mejor vista: asi créemos que por aora el único medio de que se puede usar para conocer y examinar las cuerdas, es el de esperimentar si su resistencia corresponde á las espuestas en la tabla precedente, y á examinar la calidad y preparacion del cáñamo.

56. En caso que un oficial de artillería se halle encargado de hacer fabricar el cordage necesario para un egército, plaza, &c. entónces es cuando deberá proceder con arreglo á los principios espuestos; inspecionando la fábrica, y encargando á los artesanos que se sugeten rigorosamente á las reglas dadas. Veamos aora las dimensiones de las cuerdas necesarias y mas usadas en los parques y almacenes para el uso de las máquinas de artillería, que son las espresadas en la tabla siguiente.

Tabla de las cuerdas mas usadas, y de que deben estar provistos los almacenes y parques de artillería.

Especies de cuerdas.	Sus diámetros.	Número de hilos.	Longitud de ellas.	
	Líneas.		*Toesas.*	*Pies.*
Betas de cábria.	18 ---	240	25	-----
Estringues grandes----------	34 ---	380	6	-----
Estringues decarruage---------	27 ---	185	6	----
Estringuetes ó de atalage--------	16 ---	137	6	-----
Cejadores--------	12 ---	81	30	----
Cuerda tirante---	8 ---	64	50	-----
Idem mediana---	5 á 6 ---	48	41	4
Idem delgada---	4 ---	30	33	2
Cuerda de trazar.	2 á 3 ---	24	250	-----
Idem de amarrar.	3 ---	24	60	-----
Cordel de azote.	$1\frac{1}{4}$ ---	3	por libras	-----
Hilo acarreto---	1 ---	3	Idem	-----
Idem bramante..	$\frac{1}{2}$ ---	2	Idem	-----
Maromas de-----	30 ---	358	200	-----
Idem de--------	27 á 28 ---	304	120	-----
Idem de--------	26 ---	286	120	-----
Idem de--------	25 ---	278	120	----
Idem de--------	24 ---	270	120	-----
Idem de--------	22 ---	200	120	----
Idem de--------	21 ---	242	80	-----
Idem de--------	20 ---	216	70	----
Idem de--------	18 ---	189	53	2
Idem de--------	16 ---	137	53	2
Idem de--------	14 ---	81	16	4
Idem de--------	12 ---	76	33	2
Idem de--------	11 ---	70	33	2

57. Tales son las cuerdas de que se surten nuestros almacenes: el número de ramales de que se componen es indeterminado; las betas de cábria y maromas mas gruesas suelen constar de 4 y de 5; pero tambien las hay de solo 3: asimismo es indeterminado el número de hilos aunque la regla mas general es la espuesta en la tabla: igual variedad suele haber en las magnitudes de las cuerdas. En vista de todo lo espuesto el oficial encargado de su reconocimiento debe hacerse cargo de los términos en que el fabricante ó abastecedor tenga hecha la contrata.

Número IV.

De la cuerda-mecha.

58. Aunque la cuerda-mecha es necesaria é indispensable en la artillería, como su uso sea simplísimo, conocido y limitado á conservar y mantener el fuego, escusariamos tratar de ella á no ser muy útil precaver los daños que resultan de su mala calidad: tales son, un exorbitante consumo por correrse el fuego; estinguirse este ó no formar clavo; esto es, un cierto carbon ó brasa dura y compacta en el estremo que arde, preciso para el servicio de la mecha. Ademas puede acontecer que sea menester en alguna urgencia del servicio dirigir su fábrica: en esta inteligencia daremos en el presente número todas las nociones conducentes á la fábrica y reconocimiento de este utensilio.

59. No obstante de ser la cuerda-mecha una especie de cuerda, como su fábrica se dirige al fin y uso que debe tener, es muy diversa y en casi na-

da análoga á la de la cuerda: esta como se deja espuesto, debe hacerse del cáñamo mas suave, limpio y peinado; y la mecha se fabrica de estopas que conserven aun algo la paja ó parte leñosa de la planta, con tal que sea muy menuda y en proporcionada cantidad, y tal es la estopa que resulta rastrillando el cáñamo; pero la mejor y preferente es la que deja el lino en el rastrillo.

60. Antes de emplear la estopa en la fábrica de la mecha es necesario prepararla machacándola con mallos para romper las pajas gruesas que retenga, y despues sacudirla sobre zarzos ó tegidos de mimbres ó cañas: esta maniobra limpia el polvo y desace las pajas gruesas que dejarian en la mecha intersticios por los que se propagaria el fuego prontamente y se correria la mecha. Para obviar este inconveniente se usa la estopa de lino, cuya ventaja no consiste en lo mas fino de sus filamentos, sinó en lo mas sutil y menudo de la parte leñosa, que en este estado contribuye á la manutencion del fuego y formacion del clavo.

61. Machacadas y vareadas las estopas se peinan en rastrillos muy claros á fin de quitarles la paja mas gruesa y los filamentos que se hayan anudado ó remolido, se forman cerros que puedan hilarse regularmente: esta operacion se egecuta con las mismas ruedas que sirven para las cuerdas; con la diferencia de haberse de torcer muy poco el hilo, y de ser del grueso del dedo pequeño, si acaso se determina componer la mecha de solos tres hilos, como regularmente se practica y parece mas á propósito.

62. Torcido así el hilo y componiéndose de tres la mecha, vendrá á tener dos pulgadas poco

mas ó ménos de circunferencia; que es el grueso mas regular y ventajoso que puede tener: siendo mas delgada se suele llevar su clavo el fogonazo del cañon; y mas gruesa se consume demasiado pronto.

— 63. Los malos fabricantes cubren los hilos de la mecha con una camisa de cáñamo muy fino y suave: por medio de esta cubierta ligera y poco costosa ocultan estopas estremamente bastas, llenas de polvo y de pajas gruesas; pero esta práctica ademas de ser peculiar de malos artesanos, es nociva á la bondad de la mecha como despues veremos, por lo que nunca se debe seguir, ni aprobar las mechas así fabricadas.

— 64. Las mechas se fabrican mas ó ménos largas segun la calidad de sus hilos; porque si estos son de estopas gruesas y bastas, seria preciso torcerlos demasiado para hacerlos largos. Cada hilo de los tres que componen la mecha viene á ser un ramal; y así urdidos tres de ellos igualmente gruesos, torcidos y largos, se torcerán de nuevo como los ramales de una cuerda, en la misma direcion ó mano que lo están ellos hasta tanto que tengan suficiente elasticidad para irse torciendo por el estremo opuesto á la rueda que se deja en libertad para poder girar: el fabricante acompaña la reunion de los hilos, ó con la mano ó con un cuadrado para que la mecha se tuerza y forme con igualdad. La merma ó diferencia del largo de la mecha al de sus hilos al urdirse es de solo un quinto, ó á lo mas un cuarto.

— 65. Frecuentemente despues de urdidas las mechas se cubren con una camisa de cáñamo corto y suave, igual á la que ya se dijo cubria los hilos:

á este *efecto* se enlaza un estremo de la mecha en una *manivela* ó en la muletilla de la rueda, y el *otro* estremo en una argolla que tenga libertad de *dar* vueltas: en esta situacion sin torcer mas la mecha se le hace dar vueltas para que el cáñamo la cubra; á fin de que siente mejor, tiene el fabricante en la otra mano un orillo mojado que pasa por encima en direcion contraria á las revoluciones de la mecha, y en la misma del cáñamo: en el agua que se moja el orillo se desace una corta porcion de cola; teniendo cuidado de que no sea mucha, porque esta sustancia impide la propagacion del fuego.

66. No obstante que casi todas las mechas tienen esta camisa, que las da cierta igualdad y buena vista, no por esto son mejores; al contrario es prueba de estar *mal* fabricadas y de querer ocultar asi sus defectos: aun cuando la mecha sea buena, la camisa de cáñamo léjos de serle útil será perjudicial, porque quemándose mas pronto, acelera su consumo é impide tal vez la formacion de un buen carbon: así debe reprobarse esta práctica.

67. Hasta aqui no se diferencia la mecha de las demas cuerdas sinó en componerse de malos materiales, hilarse muy gruesa y torcerse ménos: veamos aora las maniobras ó preparaciones particulares que la distinguen y hacen capaz de retener el fuego.

68. La primera y principal de las preparaciones de la mecha es cocerla en legía: á este fin se acomoda enroscada en un caldero, y se carga de piedras para que no se suba á la superficie, se cubre de legía y se hierve lentamente por espacio de

cuatro ó cinco horas, suministrando nueva legía á proporcion que se evapora la del caldero. Tambien en vez de cocer la mecha con la legía se pone en el fondo de un colador, y encima la cal y ceniza, y teniendo próxima una caldera de agua hirviendo la cuelan por espacio de quince ó veinte horas del mismo modo que las lavanderas lo practican con la ropa: esta práctica parece preferible.

69. En cada parte donde se fabrican mechas suele ser distinta la legía que se las da: esta se hace en unas de cal y ceniza de orujo de aceitunas: en otras de cal y ceniza de orujo: en otras (y es la práctica mas comun) de cal y cenizas ordinarias; pero las mejores cenizas serian las de sosa ó barrilla, á no tener la contra de ser muy caras. Estas diferencias son poco esenciales porque todas las cenizas son igualmente buenas con tal que la legía sea fuerte; para hacerla de esta especie son necesarias 50 libras de ceniza, y 25 ó 30 de cal viva para un solo quintal de mecha. Las cenizas y cal se ponen en lechos alternados en un canasto espeso, y encima se echa agua hirviendo, que despues de filtrada se vuelve á colar repetidas veces hasta que se impregne y sacie de sales, lo que se conocerá poniendo en ella un huevo fresco y viendo si sobrenada.

70. Ademas de esta operacion, que es indispensable, se suelen hacer otras muchas con las mechas: tal es la de ponerlas en infusion por cuatro horas en agua donde se hayan disuelto cuatro libras de salitre por quintal de mecha. Otros fabricantes ponen las mechas despues de coladas en fosas, que unos llenan de zumo de estiercol, y otros de

orines de caballo; pretendiendo que con esta maceracion adquiere el cáñamo una putrefracion inicial muy ventajosa para conservar el fuego: estos tienen cuidado de descubrir de tiempo en tiempo algunas mechas con el fin de sacarlas ántes que se pudran demasiado. En otras fábricas se amontonan las mechas ántes de salir de la legía, y se cubren con estiércol de vacas por un mes: tambien se tapan con estopas y se dejan fermentar por quince dias. En fin, se suele poner en la legía boñiga de vacas para dar á las mechas un color amarillo que se crée ventajoso por mera costumbre: aunque como todas las de este color son buenas, se podria pensar que no es solo este el efecto de la boñiga, sinó tambien el que estando desecadas las partículas de este escremento, contribuyen á conservar el fuego y formar el carbon que se requiere: pues es constante que en las provincias escasas de leña se mantiene el fuego con dichos escrementos que arden pausadamente y tardan en consumirse.

71. Todas estas prácticas son casi de una especie, y producen á corta diferencia iguales efectos; pues todas se reducen á dar á las mechas un principio de putrefacion que no puede ser tan útil como se imagina; pero que da un mal olor que denota el lugar donde han estado. Para desvanecerlo se halla en el *tratado de artillería* de Siemienowicz el siguiente arbitrio aconsejado por Frezier en su *tratado de fuegos artificiales*. Se ponen las mechas en una vasija limpia, de tierra arenosa, colocadas en espirales, teniendo cuidado de que no se toquen unas vueltas á otras: se cubre este primer lecho con otro de arena, y así sucesivamente hasta llenarse la vasija que se tapa con una cobertera de

tierra, y se embetunan sus junturas: en esta disposicion se pone la vasija á un fuego lento de carbon. Las mechas así preparadas no despiden al quemarse ningun mal olor ni aun humo, particularmente si se tuestan con cenizas de enebro.

72. Preparadas las mechas de uno de los modos espresados, se tienden ántes de secarse sobre caballetes, y se enlazan los estremos de cada pieza á dos manivelas con las que se tuerce fuertemente, y miéntras que está bien tirante se estrega con una cuerda de cerda ó con un pedazo de piel de buey guarnecido de tachuelas muy pequeñas y remachadas: este instrumento es preferible, porque las tachuelas raspan la superficie de la cuerda, apartan la paja que aun puede haber, y quitan sus desigualdades dejándola unida y tersa hasta el grado de que es capaz. Es de advertir, que si la mecha tiene camisa solo se puede pulir con un pedazo de lienzo basto.

73. Pulidas las mechas, se tienden en perchas ó caballetes al sol hasta que estén enteramente secas: ya enjutas se enrollan en piezas de 20 ó 30 brazas que suelen pesar ocho ó diez libras, y se embarrilan para transportarlas y conservarlas largo tiempo en buen estado; á lo que contribuye mucho tenerlas en lugares secos. Los barriles en que se empaquetan tienen 3½ pies de alto y 2½ de diámetro por el vientre: sus duelas son de álamo blanco, fresno ó cipres, y mas comunmente de pino seco; y se sugetan con 14 cércoles de mimbre, los estremos asegurados con cuatro clavos: sus fondos son de pino y reforzados con una tabla en forma de barra afirmada con cuatro clavos por cada estremo. Igualmente se guardan y conservan las cuerdas.

74. Para reconocer si una cantidad de mechas es de buena calidad, se abren y desacen algunas piezas por un estremo y otro: se ve si están fabricadas de malas estopas, llenas de pajas gruesas, suciedades, podridas, mezcladas con hojas ú otros cuerpos heterogéneos: este exámen debe ser mas prolijo con las que tengan cubierta de cáñamo por las razones ya espuestas. Ademas, la mecha debe tener una cierta firmeza sin estar muy torcida: se examinará si la legía ha penetrado toda la mecha, lo que se manifiesta desde luego cuando se ha incorporado en ella boñiga de vacas: asimismo han de estar muy secas, y ni su olor ni color deben notar putrefacion ni humedad: en fin, se prueban quemando algunos cabos tomados indistintamente para ver si conservan el fuego, se queman con igualdad y no se consumen demasiado.

75. La mecha buena se ha de encender con facilidad y ha de arder de un estremo á otro sin apagarse aun cuando el tiempo esté húmedo: un cabo de 4 á 5 pulgadas ha de durar una hora, formando un carbon duro y puntiagudo que resista cuando se le oprima contra un cuerpo sólido. Se suele hacer la prueba de apoyarlo contra un papel estendido al aire, y si lo quema y taladra se reputa por buena.

Mechas de nueva invencion.

76. Hácia el año de 1790 el químico don Luis Proust, hallándose ya en España para dirigir el laboratorio de Segovia recibió por el ministerio de guerra la adjunta receta que remitian de Viena, para hacer una mecha de nueva invencion. „Del árbol que llaman tilo se cortarán unas rajas no muy

»gruesas, y despues de secas se pondrán en remo-
»jo en una solucion de plomo en el ácido nitroso:
»cuando estén bien embebidas se secarán de nuevo
»en un horno no muy caliente, á fin de evitar que
»se prendan fuego; y sin otra preparacion alguna
»se podrá hacer uso de ellas en lugar de cuerda me-
»cha." La carta de remision concluia asi. „Las ven-
»tajas de estas mechas son las siguientes. La lluvia
»no las apaga: su duracion es incomparablemente
»mayor que la cuerda mecha, de que resulta un
»grande aorro, fácil de calcularse haciendo la es-
»periencia: no hacen humo ni ceniza segun creo; y
»sobre todo la sola circunstancia de haberse adopta-
»do su uso en el egército del Emperador de pocos
»meses á esta parte, evidencia su utilidad, mayor-
»mente cuando V.E. no ignora que por acá se hila
»muy delgado en materia de economía."

77. Conociendo Proust que el tilo es poco comun en España, pasó á hacer ensayos con otras varias maderas, principalmente con aquellas que mas abundan en nuestras maestranzas de artillería, como son encina, roble, nogal, álamo blanco, chopo, pino y sauce; y á comparar sus resultados con los del tilo. Asimismo hizo esperimentos para averiguar las dimensiones que debian tener estas varillas: modo de hacer con mas economía el nitrato de plomo, y de penetrar con esta disolucion los palomechas. Los resultados de este trabajo que pueden verse en la memoria inserta en el primer tomo de anales de química que publicó en Segovia en 1791 fueron los siguientes.

78. 1.º Las varillas ó listones hechos de álamo, sauce y encina, de las dimensiones que despues se dirá, se empapan perfectamente de una disolucion

hecha de una libra de nitrato de plomo en 5 de agua. Las de tilo, pino, roble, chopo y nogal, necesitan una legía ó disolucion mas fuerte, como es la de una libra de nitrato de plomo en 4 de agua. Finalmente á las de sauce y haya no puede penetrar legía alguna mas que el grueso de una línea.

79. 2.° Las dimensiones que halló mas á propósito para estos listones fueron 5 líneas de ancho y 2½ de grueso en forma de paralelipípedos, dándoles el largo que se quiera, pues esto es indiferente con tal que estén sumergidos enteramente en la disolucion: las que usó en sus esperimentos tenian una vara de largo, y dice que estos listones pueden hacerse de cuatro líneas en cuadro; pues aunque no penetra entónces la disolucion hasta el corazon, sirve para formar mas clavo.

80. 3.° Si se quiere hacer el nitrato de plomo con este metal y el ácido nítrico, se desperdicia mucha parte del ácido: la operacion es pesada y espuesta por los vapores nitrosos que se desprenden; por lo que debe preferirse el litargirio; y aun á este el mineral que se encuentra en Liná́res, conocido allí con el nombre de *plomo metal*, que es un mínio formado por la naturaleza. El modo de hacer esta sal puede verse en la citada memoria pág. 119, que no copiamos por no estendernos demasiado.

81. 4.° De cualquier modo que se forme el nitrato de plomo, y disuelto en las porciones de agua señaladas (78) segun la calidad de la madera de que se hagan los listones, pueden estos embeberse de la disolucion por cualquiera de los dos modos siguientes: 1.° se coloca en el fondo de una caldera de cobre, de figura cuadrilonga, la cantidad de varitas que se quiera: se las comprime con una piedra

de pedernal, berroqueña ó de cualquiera clase, sobre la que no tenga accion el ácido nitroso: en seguida se llena de legía la caldera, y se la coloca en un sitio templado, y al cabo de tres dias las varillas están penetradas de legía todo lo que pueden estar. Entónces se las saca de la caldera para ponerlas á secar á las inmediaciones del fuego, ó en un horno despues que se ha sacado el pan; y en estando secas, se las puede colocar en cajones, sin riesgo de que reciban humedad en ningun tiempo. El 2.° consiste en colocar esta caldera con la madera y legía sobre un fuego moderado, capaz de hacerla hervir suavemente por espacio de una hora, ú hora y media, con el cuidado de ir añadiendo agua á la legía al paso que se evapora, para que siempre se mantenga á la misma altura. Despues se saca una de las varas, y se corta al traves para reconocer si se ha humedecido hasta el centro. Si lo está se retira del fuego la caldera, se la deja enfriar, y se acaba haciendo secar las varas. Este método le prefiere Proust al anterior.

82. Fácilmente se conoce la razon por que es necesario añadir agua á la legía, y es porque cargándose ella mas de sal, sobrecargaría tambien á las varillas de mas sal que la que necesitan. Bien sea que se preparen estas varillas por infusion, ó por decocion, conviene secarlas ántes sobre un horno encendido, colocándolas á una altura tal que no se puedan chamuscar; pero bastante cerca, sin embargo, para que puedan secarse hasta que se perciba de ellas un olor semejante al del pan cuando sale del horno; este olor es general en toda clase de maderas.

83. Tambien hizo el esperimento con soga de

esparto; y opina que trabajándola con alguna mas delicadeza y cuidado, que con el que se hace regularmente, puede suplir muy bien á nuestra cuerda-mecha.

84. No contento este sabio químico con los esperimentos hechos con la disolucion de nitrato de plomo, pasó á hacer otros iguales con el nitrato de cobre; y los resultados fueron los mas felices, pues aunque esta última sal es mas cara que aquella, se compensa con ventaja, porque estos palos-mechas necesitan mucho ménos cantidad de su disolucion para embeberse. No le sucedió asi con el nitrato de hierro, el cual es inútil para esta operacion; pero crée que otras sales metálicas surtirán el mismo efecto; y concluye su memoria con la tabla siguiente.

Tabla comparativa de diferentes clases de maderas preparadas con legías de nitratos de plomo y cobre: absorcion de sal: su coste y duracion comparada con la de la cuerda-mecha.

	Legía hecha con el nitrato de plomo.				*Id. con el nitrato de cobre.*			
Clases de maderas.	Sal absorvida por quintales de madera.	Coste del quintal de madera preparada en blanco.	Coste de la arroba de madera preparada con la legía.	Tiempo que tarda en consumirse la arroba de madera preparada.	Sal absorvida por quintal de madera.	Coste del quintal de madera preparada en blanco.	Coste de la arroba de madera preparada con legía.	Tiempo que tarda en consumirse la arroba de madera preparada.
	Libras.	*Rs. vn.*	*Rs. vn.*	*Horas.*	*Libras.*	*Rs. vn.*	*Rs. vn.*	*Libras.*
Encina.	18	55	46	1400	9	55	41	2050
Roble...	18	50	44	2200	4	50	25	2400
Nogal..	7	50	25	1400	Esta madera no es á propósito para esta legía.			
Tilo.....	10	No se sabe el coste.		2400	6	---	---	2500
Alamo blanco..	19	40	44	2433	7	40	31	2100
Chopo..	37	40	75	1400	6	40	28	2050
Pino.....	42	40	83	1400	8	40	34	2300
Sauce...	30	40	65	2437	9	40	37	2133
Soga de esparto.	4	---	---	850	No se hizo el esperimento con esta sal.			
Fresno.	No es á propósito para esta legía..				2	50	27	1300
Mecha comun..	Se ignora el precio--------			850	---	---	---	850

85. A pesar de las ventajas que presenta esta tabla á favor del palo-mecha, el mismo Proust confiesa que tiene la gran contra de no hacer un clavo tan fuerte y consistente como el de la cuerda-mecha; y asi no propone este invento con el obgeto de suprimir el uso de la cuerda-mecha, que reune todas las ventajas imaginables cuando es de buena calidad, sino el acortar y limitar su consumo á las solas circunstancias en que se la considere indispensable. Asi que, el palo-mecha por su larga duracion y mucho ménos bulto para transportarse debe preferirse en todas las circunstancias en que se haya de usar de la artillería por largo tiempo con un fuego multiplicado, como son los ataques y defensas de las plazas, marchas de los egércitos, granadas de mano, servicio de marina &c.

86. En fin si en España, concluye Proust, no ocasiona este descubrimiento un beneficio de tanta consideracion como parece que ha producido en los egércitos del Emperador de Austria, será preciso atribuirlo á la diferencia de los géneros que se hallan en mas abundancia y mas baratos en el un reino que en el otro.

87. En los tres primeros números de este artículo, que tratan del cordage, nos hemos estendido mas de lo que corresponde á la importancia del asunto, que como digimos al principio no es de los mas esenciales en la artillería: pues aunque ciertamente las cuerdas son los nervios y tendones de las máquinas, que sin ellas vienen á ser unos esqueletos; no sucede asi respecto á nuestras máquinas primitivas, cuya fuerza depende de la pólvora. Asi las cuerdas solo sirven para las máquinas destina-

das á la remocion y transporte de ellas. Pero si se atiende á las preocupaciones comunes sobre la utilidad que resulta de que las cuerdas estén muy torcidas y embreadas, y tambien á las pocas nociones que se tiene de ellas, parecerá aun demasiado breve este artículo.

TABLA

De las materias contenidas en este primer tomo.

ERRATAS.

Pág.	Lín.	Errata.	Correccion.
8---	última.	olesas----------	oleosas.
11---	26---	20 cuartillos-------	20 quintales.
13---	15---	insolubilidad--------	solubilidad.
16---	22---	de salir----------	de salitre.
25---	7---	volatizar a----------	volatizaría.
39---	12---	resistencia----------	consistencia.
40---	26---	de 4 puntos--------	de 6 puntos.
ib.	ib.	por agugeros de 6.	por agugeros de 4.
45---	31---	incorporalos--------	incorporarlos.
54---	primera.	pasarémos á hacer su descricion-----	suprímase todo este periodo.
72---	3---	en él----------	en la.
101---	23---	encuentra----------	encuentran.
124---	24---	conguracion--------	configuracion.
133---	15---	de----------	del.
160---	16---	mismo----------	mismos.
170---	22---	hermoso----------	hermosa.
175---	última.	agua----------	aguas.
197---	4---	metarlúrgicos------	metalúrgicos.
204---	17---	presense----------	presente.
ib.	26---	fudiciones----------	fundiciones.
227---	23---	propriedades-------	propiedades.
243---	última.	pieza----------	piezas.
289---	7---	cendo----------	ciendo.
299---	27---	machas----------	manchas.
319---	27 y 28.	de nivel sobre esta plancha : se-------	de nivel: sobre esta plancha se &c.
342---	12---	ensachado----------	ensanchado.
375---	primera.	este----------	sobre este.

Pág.	Lín.	Errata.	Correccion.
402---	17---	los mas----------	lo mas.
409---	14 y 15.	aumento----------	asunto.
373---	*última.*	422----------	421.
471---	27---	relativas----------	relativos.
559---	22---	estremos----------	los estremos.
605---	27---	ó con estas-------	ó con estos.
608---	8---	caballete ó caballete----------	caballete á caballete.
630---	2---	los demasiados-----	los demasiado.