

19.955

Biblioteca Enciclopédica Popular Ilustrada

Sección 1.ª — OFICIOS

# MANUAL

DE

# FUNDIDOR DE METALES

POR

D. ERNESTO DE BERGUE

REGISTRO



12

13

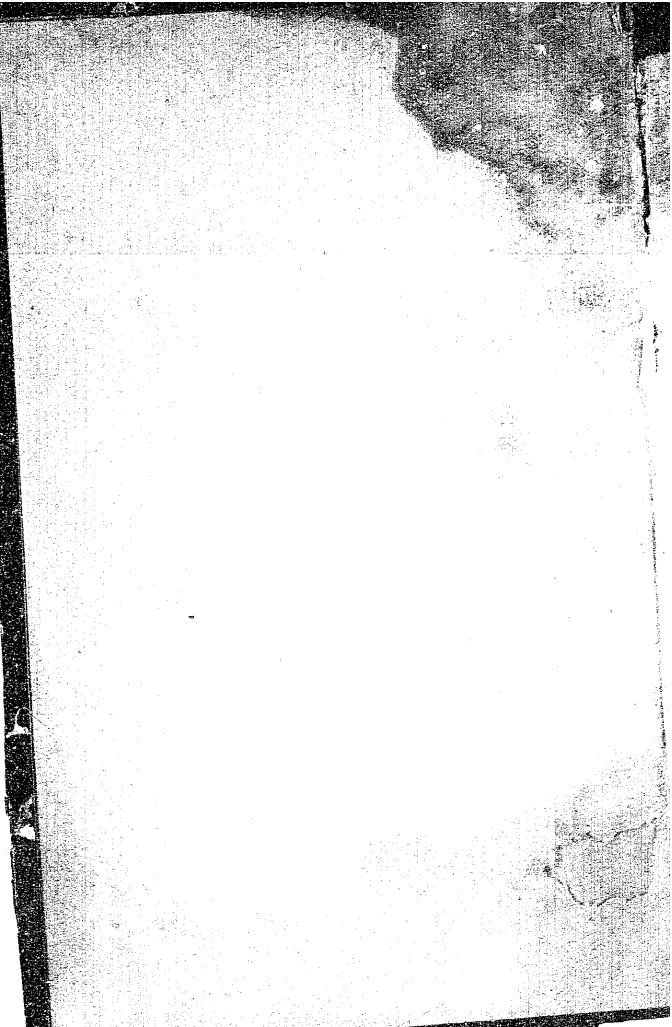
MADRID

DELECCION Y ADMINISTRACION

Doctor Saurquès

15

16



R 49.955

Biblioteca Enciclopédica Popular Ilustrada  
Sección 1.ª.—ARTES Y OFICIOS

# MANUAL

DEL

# FUNDIDOR DE METALES

POR

D. ERNESTO DE BERGUE

INGENIERO



MADRID

DIRECCION Y ADMINISTRACION

Doctor Forquet, 7.

Esta obra es propiedad del Editor de la **BIBLIOTECA ENCICLOPÉDICA POPULAR ILUSTRADA**, y será perseguido ante los tribunales que la reimprima sin su permiso.  
Queda hecho el depósito que marca la ley.

**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
— GRANADA —

Sala \_\_\_\_\_  
Estos \_\_\_\_\_ 146  
Número \_\_\_\_\_ 242

Madrid: 1879. — Tip. de G. Estrada, Dr. Fourquet, 7.

242

A LA SOCIEDAD  
ECONÓMICA MATRITENSE  
DE AMIGOS DEL PAIS

log. a representaria

de los intereses morales y materiales del pais

DEDICADA

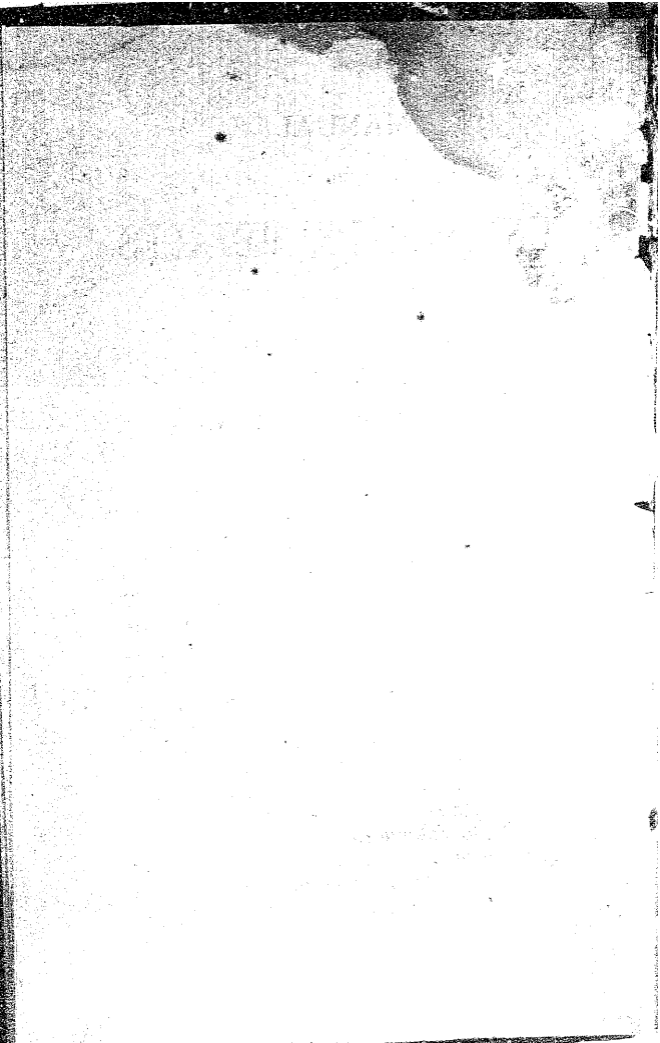
BIBLIOTECA ENCICLOPÉDICA POPULAR ILUSTRADA

El Socio

GREGORIO ESTRADA

BIBLIOTECA ENCICLOPÉDICA POPULAR ILUSTRADA  
© M. A. I. N. A. D. A.  
N.º Documento 478412  
N.º Copia 478417





# MANUAL

DEL

## FUNDIDOR DE METALES

---

### PARTE PRIMERA.

---

METALES, ALEACIONES, COMBUSTIBLES.

#### I.

#### DE LOS METALES

**HIERRO.** *Nomenclatura de los productos férreos.*—Los productos férreos, ó por mejor decir, los diferentes estados del hierro en el comercio y en la industria, pueden dividirse desde luégo en dos grandes grupos: 1.º Hierros no maleables, ó sean las fundiciones; 2.º hierros maleables. Sobre estos últimos, que son los hierros y aceros, ha reinado hasta hace poco una gran confusion, y para hacerla desaparecer, una comision internacional, en ocasion de la Exposicion de Filadelfia en 1876, ha propuesto que se adopte la siguiente nomenclatura:

1.º Todo compuesto ferruginoso maleable, comprendiendo los elementos ordinarios del hierro, y obtenido, bien por reunion de masas pastosas, bien por paquetes ó cualquier otro procedimiento que no implique la fusion, en una



palabra, á todo lo que hasta la fecha se haya llamado *hierro dulce*, será, desde ahora, denominado *hierro soldado* (*weld-iron*, en inglés.—*schweiss-eisen*, en alemán).

2.º Todo compuesto análogo que, por una causa cualquiera, se endurece bajo la acción del temple, y que forma parte de lo que hoy se llama *acero natural*, *acero de fragua*, ó más bien *acero pudelado*, se llamará *acero soldado* (*weld-steel*, en inglés.—*schweiss-stahl*, en alemán).

3.º Todo compuesto ferruginoso maleable comprendiendo los elementos ordinarios de hierro obtenido al estado fundido, pero que no se endurece notablemente á la acción del temple, se llamará *hierro fundido* (*ingot-iron*, en inglés.—*flus-eisen*, en alemán).

4.º Por último, todo compuesto semejante que, por una causa cualquiera, se endurece bajo la acción del temple, se llamará *acero fundido* (*ingot-steel*, en inglés.—*flus-stahl*, en alemán).

L. Ganner hace observar, con motivo de esta nomenclatura, que la comisión internacional no se ha preocupado más que de los tipos, es decir, de lo que es *hierro dulce*, propiamente dicho, y *acero*, también propiamente dicho. Pero esos tipos no excluyen los tránsitos ó productos intermedios, tales como el *hierro duro aceroso* entre el hierro y el acero, ó el *acero ordinario* y el *moldeado*, entre el acero propiamente dicho y la fundición. Los nombres propuestos deben considerarse como nombres de género que, lejos de excluir, reclaman los nombres

*específicos*, destinados á hacer conocer los usos, las cualidades especiales, los procedimientos de fabricacion, etc. Será preciso, pues, distinguir los *hierros soldados á la leña* y los *hierros soldados al cok*, ó los *hierros refinados á la leña* y los *hierros pudelados*; asimismo se distinguirán siempre, entre los *aceros soldados*, los *aceros de forja*, los *aceros naturales*, los *aceros pudelados*, los *aceros batidos*, etc., y entre los *aceros* y los *hierros dulces fundidos*, los *aceros* y *hierros dulces Bessmer ó Martin-Siemens*, etc.; los *aceros finos ó aceros le crisol*, etc.; los *aceros fundidos dulces*, *semiduros*, *duros*, etc.; los *aceros para resortes*, para *limas*, para *herramientas*, etc. Estos nombres específicos habrán siempre que subordinarse á los nombres genéricos anteriormente indicados.

*Hierro fundido ó fundicion.*—La fundicion, ó sea el hierro fundido, es el metal que presenta mayor interés para el fundidor, por cuyo motivo empezamos por él el estudio de los hierros, y vamos á dedicarle todo el espacio y detalles necesarios.

El producto de la reduccion de los minerales de hierro, bajo la influencia de una temperatura elevada, del carbono y del aire inyectado en el alto horno, lleva el nombre de *hierro en bruto ó fundicion*. La fundicion se compone de los siguientes cuerpos: hierro; carbono (bajo la forma de grafito y de carburo de hierro), silicio (bajo la forma de grafito, de silicio y de siliciuro de hierro), azufre, fósforo, arsénico, aluminio. La fundicion debe su color y sus propie-

dades á la presencia del carbono. En otros tiempos se creía que el color más ó menos subido del hierro en bruto dependia de la cantidad menor ó mayor de carbono que contenia, de modo que la clase más oscura contenia la mayor cantidad de carbono y la más clara la menor. Pero ahora está probado que las propiedades de la fundicion no dependen de la cantidad de carbono (y de su análogo el silicio) que contiene, sino más bien de la clase de ese cuerpo y de la forma en que se encuentra en el hierro en bruto; está además probado que una parte del carbono y del silicio está químicamente combinado con el hierro, mientras que la mayor parte de esos dos cuerpos tan solo está mecánicamente mezclada con el metal bajo la forma de gráfita (gráfita de carbono y gráfita de silicio). Después de todo, á consecuencia de los estudios de Fremy y de otros químicos, es probable que la fundicion contenga también con frecuencia algo de nitrógeno, lo que no dejaría de tener influencia sobre las propiedades del hierro en bruto: pero Caron, Gruber y Rammelsberg contradicen esta opinion. Se distinguen dos clases de fundicion: la *fundicion blanca* y la *fundicion gris*.

La *fundicion blanca* está caracterizada por su color blanco de plata, su dureza, su fragilidad, su gran brillo y su gran peso específico. Este último alcanza 7,58 á 7,68. Algunas veces se puede reconocer en ella algunos prismas, y entónces lleva el nombre de *fundicion de espejuelos* (fundicion acerosa): esta clase de fundi-

cion puede considerarse como una combinacion de  $CFe^6$ , ó más exactamente,  $Fe^6C + Fe^8C$  (con 5,93 por 100 de carbono). Si la fundicion blanca tiene una estructura fibrosa con radios y si su color pasa al gris azulado, lleva el nombre de *floss de flores*. Si el color blanco desaparece más aún, y si la rotura empieza á presentarse granular, se obtiene una variedad, la *fundicion porosa*, término medio entre la fundicion blanca y la fundicion gris.

El manganeso desempeña un gran papel en la formacion de fundicion de espejuelos. El protóxido de manganeso contenido en el mineral se escorifica en parte y forma una escoria de fácil fusion, la cual, fundiendo á una baja temperatura, favorece la formacion de la fundicion blanca, é impide la reduccion de las sustancias nocivas, lo que hace que el hierro sea más denso y le da mayor tenacidad. Otra parte del protóxido de manganeso del mineral bajo la forma de carburo de manganeso en la fundicion y, á consecuencia de su peso atómico menor, hace á ésta á propósito para recibir una mayor cantidad de carbono. De este modo se forma una fundicion de espejuelos, que contiene á veces más de 5 por 100 de carbono y 4, 6 y hasta 15 por 100 y más de manganeso. En la preparacion del acero con una fundicion de espejuelos rica en manganeso, éste impide que el carbono se queme con demasiada rapidez, porque el manganeso se oxida más pronto que el carbono y abandona su carbono al hierro.

Como sucedáneos de la fundicion de espe-

juelos se produce ahora, por el procedimiento *Bessemer*, ligas de hierro y de manganeso ricas de este último metal, á las que se da el nombre de *hierro-manganeso*. H. Sturm ha encontrado en ellas (1873):

Carbono.....	6 21
Silicio.....	0,28
Fósforo.....	0 06
Cobre.....	0 14
Manganeso.....	69,64
Hierro.....	23,45

---

99,79

Los procedimientos primitivamente empleados (procedimientos de Priegey y de Henderson) para la preparacion de los hierro-manganesos eran costosos y no permitian producir al dia mas que pequeñas cantidades de liga. Gracias al método seguido por la *Compañía de las fundiciones y herrerías de Terre-Noire, la Volta y Besseges*, se puede ahora obtener industrialmente el hierro manganeso, así como las ligas del hierro con el silicio, el tungsteno ó el titanio, empleados tambien desde algun tiempo en la fabricacion del acero. Se mezclan virutas, granalla y limadura de hierro, ó esponja de hierro en polvo basto, ó cualquier otro desperdicio de fundicion ó de acero suficientemente separados, segun convenientes proporciones, para la liga que se desea obtener, con minerales menudamente pulverizados, conteniendo manganeso, tungsteno ó titanio, ó varios de esos metales reunidos, con cuarzo tambien

pulverizado; se rocía la liga, de manera que esté completa y uniformemente humedecida, con una disolución amoniacal ó con agua acidulada; se comprime despues con la mano ó mecánicamente, y despues se carga en un molde de fundición ó de hierro. La liga se calienta fuertemente, y al cabo de algunas horas, abriendo el molde, se encuentra una masa compacta, muy dura, que se rompe con el martillo en fragmentos á voluntad, los que resisten perfectamente al calor rojo y no empiezan á disgregarse sino al punto de fusión de la fundición. Tratando estos fragmentos en un alto horno, se obtiene hierro-manganeso, conteniendo manganeso en todas proporciones (desde 25 hasta 75 por 100), ó siliciuro de hierro con 22 por 100 de silicio, así como ligas de hierro y de tungsteno ó titanio, ó tambien ligas triples de esos metales. Pero para producir estas diferentes ligas hay que operar á una temperatura muy alta, inyectando aire muy caliente y á una fuerte presión, y entónces, en presencia de las bases enérgicas contenidas en la liga de fusión, el horno es atacado muy rápidamente, sobre todo en sus partes inferiores. Para obviar á este grave inconveniente, ha sido preciso adoptar las siguientes disposiciones: la cuba se hace de ladrillos refractarios lo más duros posibles, en cuya pasta la alúmina se encuentra en cantidad predominante; la obra de cal, magnesia ó alúmina pura, y el crisol de carbon, de cal ó de alúmina. El crisol de carbon está hecho en una sola pieza: al efecto se moldea en un cajón de

fuerte palastro una mezcla de grafito puro ó carbon de retorta ó cok puro y alquitran; cerrado bien el cajon, se lleva todo al rojo sombra durante algunas horas, y así se obtiene una masa compacta, muy dura, sin grietas ni venteaduras. La obra se encierra en una envolvente cónica de palastro unida á la placa de fundicion que lleva la cuba. El crisol se aplica simplemente por presion contra la parte inferior de la obra, y puede variarse á voluntad. Gracias á estas disposiciones, pueden renovarse fácilmente y en poco tiempo las partes desgastadas. El viento se calienta á 350° por lo ménos y se inyecta con una presion de 13 á 15 centímetros de mercurio.

La *fundicion gris* tiene un color que varía del gris claro al gris negro oscuro; su estructura es granular ó de finas escamas; su peso específico es, término medio, igual á 7,0, por consiguiente muy inferior al de la fundicion blanca. Es ménos dura que esta última. Cuando una muestra de fundicion contiene al propio tiempo las dos clases, bien que éstas formen capas separadas, bien que la una se encuentre mezclada con la otra, se designa esta variedad con el nombre de *fundicion atruchada*. Esta fundicion se emplea principalmente en la fabricacion de los objetos colados. Bajo el punto de vista químico, la fundicion blanca y la fundicion gris se distinguen una de otra por las proporciones de carbono químicamente combinado que contienen: la primera no contiene más que 4 á 5 por 100 de carbono combinado, la se-

gunda contiene muy poco (0,5 á 2 por 100). Relativamente al punto de fusion de la fundicion, es de observar que la fundicion blanca, la más rica en carbono, es la más fusible; la fundicion gris es mucho más flúida que la blanca. La fundicion no puede forjarse, sin embargo, se vuelve blanda y flexible al calor rojo de manera que se deja cortar fácilmente con una sierra ordinaria, pero se disocia con el martillo. A consecuencia de su flúidez, la fundicion gris se emplea con preferencia para la confeccion de los objetos colados, llena perfectamente los moldes y reproduce fielmente sus contornos, mientras que la fundicion blanca da, al solidificarse, ángulos obtusos y superficies cóncavas, y por esto nunca puede servir para el moldeado. La fundicion gris es, además, bastante blanda para ser limada, pulimentada, taladrada y torneada; la fundicion blanca es, por el contrario, tan dura, que resiste á todo trabajo mecánico. Cuando la fundicion gris en fusion se enfria rápidamente, se transforma en fundicion blanca. Si, por el contrario, se deja enfriar lentamente la fundicion blanca fundida á una alta temperatura, se convierte en fundicion gris. La fundicion blanca conviene especialmente para la preparacion del hierro dúctil y del acero por refinacion, y por esto se le da el nombre de fundicion de refino.

Las propiedades de la fundicion obtenida en el alto horno no dependen sólo de la mezcla de fusion; la temperatura á que se hace la operacion tiene tambien sobre aquellas mucha influen



cia. Parece que con todas las mezclas de fusion se forma siempre en primer lugar fundicion blanca y que ésta no puede pasar al estado de fundicion gris, sino á una temperatura mucho más elevada. Si se opera la reduccion empleando proporciones convenientes de mineral, de fundente y de combustible, la marcha del horno se dice regular. De este modo se obtiene una fundicion que contiene una cantidad conveniente de carbono y en la que domina la fundicion blanca. Con esta marcha la escoria nunca tiene un color oscuro, porque no contiene sino una pequeña cantidad de protóxido de hierro. Cuando, á consecuencia del predominio del mineral, y, por consiguiente, de la insuficiencia del combustible, no se logra la temperatura necesaria á la carburacion del hierro, muchas veces la reduccion no se hace más que de una manera incompleta, y entónces gran parte del protóxido de hierro pasa á la escoria y le da un color oscuro. En este caso el horno tiene una marcha irregular. Cuando predomina el combustible, lo que produce una elevacion demasiado alta de temperatura, el horno tiene una marcha caliente, y se forma entónces fundicion gris.

Los siguientes resultados de las investigaciones químicas efectuadas sobre algunas clases de fundiciones, podrán dar una idea general de la composicion de este producto.

4. FUNDICION GRIS.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	k.
Grafito. . . . .	2,171	3,156	2,641	2,300	1,034	0,78	1,500	2,78	1,79	6,05
Carbóno combinado químicamente. . . . .	0,086	1,347	1,021	0,700	0,561	0,83	indeter.º	indeter.º	0,50	6,37
Fósforo. . . . .	0,459	0,842	0,928	0,210	0,156	0,16	0,088	1,81	indeter.º	0,06
Azufre. . . . .	0,036	1,267	1,139	0,965	0,112	0,27	3,500	0,12	0,19	2,41
Silice. . . . .	3,265	2,721	3,061	2,830	1,052	1,52	"	3,85	indeter.º	6,28
Manganeso. . . . .	0,388	2,041	0,834	"	"	"	"	"	"	0,08
Aluminio. . . . .	0,028	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Cromo. . . . .	0,027	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Vanadio. . . . .	0,012	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Cobre. . . . .	0,009	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Arsénico. . . . .	0,015	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Antimonio. . . . .	0,011	"	"	"	"	"	"	0,07	"	"
Cobalto, níquel. . . . .	0,035	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Zinc. . . . .	indicios.	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Calcio. . . . .	0,072	"	"	"	"	"	"	"	"	0,46
Magnesio. . . . .	0,010	"	"	"	"	"	"	"	"	0,25
Titanio. . . . .	0,024	"	"	"	"	"	"	"	"	"

a. i. Fundicion en cok ó á la antracita. — a. Fundicion negra, segun Fresenius. — b. Fundicion muy gris de Gartsheric. — c. Fundicion gris de la misma procedencia — d. Fundicion de Escocia. — e y f. Fundiciones grises y atuchadas de Haaslinghausen. — g. Fundicion al cok de Liegen. — h. Fundicion gris de mina de los pantanos de Meppen (Friza oriental). — i. Fundicion atruchada de la misma procedencia. — k. Fundicion gris de los pantanos de Elbo en el Helsingland; al carbon vegetal.

### β. FUNDICION DE ESPEJUELOS.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Carbono. . . . .	4,323	5,50	3,32	3,75	4,20	5,48	4,186
Azufre. . . . .	0,014	indicios.	0,05	"	indicios.	0,08	0,035
Fósforo. . . . .	0,059	2	0,05	"	0,05	0,15	0,090
Silicio. . . . .	0,997	0,52	0,17	0,43	0,08	0,20	0,584
Manganes. . . . .	10,707	4,65	6,95	2,23	0,10	4,50	5,920
Cobalto. . . . .	indicios.	"	"	"	"	"	indicios.
Niquel. . . . .	1,016	"	"	"	"	"	indicios.
Zinc. . . . .	"	"	"	"	"	0,30	"
Cobre. . . . .	0,066	0,146	0,078	"	"	"	0,046
Plomo. . . . .	"	"	"	"	"	"	"
Potasio. . . . .	0,063	"	"	"	"	"	0,068
Aluminio. . . . .	0,077	"	"	"	"	"	indicios.
Calcio. . . . .	0,091	"	"	"	"	"	0,055
Magnesio. . . . .	0,045	"	"	"	"	"	"
Titanio. . . . .	0,006	"	"	"	"	"	0,032
Arsénico. . . . .	0,007	"	"	"	"	"	"
Antimonio. . . . .	0,004	"	"	"	"	"	0,026
Estañó. . . . .	"	"	"	"	"	"	"
Nitrógeno. . . . .	0,014	"	"	"	"	"	"
Oxígeno en la escoria. . . . .	0,665	"	"	"	"	"	"

a. De Lohé, segun Fresenius.—b. De la misma procedencia, segun Karsten.—c. De Magdesprung, segun Bronnais.—d. De Vordenberg, segun Schaschault.—e. Fundiccion obtenida con hierro magnético de Suecia, segun Tookev.—f. Fundiccion de franklinita americana.—g. Fundiccion de espejuelos de San Luis.

7. FLOSS DE FLORES Y FUNDICION POROSA.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	k.	l.
Grafito. . . . .	"	0,270	"	0,88	0,50	0,50	"	"	"	"	"
Carbón com- binado quí- micamente.	4,922	1,750	3,40	2,45	2,00	1,90	3,31	3,47	2,90	3,83	4,71
Azúfre. . . . .	0,918	0,261	"	0,51	"	1,40	"	"	"	0,02	0,02
Fósforo. . . . .	"	0,429	"	0,91	"	1,20	"	"	"	0,04	0,07
Silicio. . . . .	"	0,939	0,14	1,12	0,16	1,20	indicios.	0,09	0,53	0,41	0,34
Manganeso. . . . .	"	0,166	"	2,71	"	0,38	"	0,85	0,22	0,98	0,06
Cobre. . . . .	indicios.	0,020	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Magnesio. . . . .	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,01	0,02
Calcio. . . . .	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,17	0,05

a. Floss de flores de Stiria, segun Karsten. -- b. Fundicion radiada de Gittelde, en el Harz. -- c. Fundicion radiada de Liezen. -- d. Fundicion radiada de Gartscherie, segun Gurtl. -- e. Floss de flores en Sava, en Carintia. -- f. Floss de flores de Calder en Inglaterra. -- g. Fundicion porosa, radiada y granulada de Vordenberg, segun Buchner. -- h é i. Fundiciones porosas de grandes y pequeñas lacunas de la misma procedencia, segun Schalfhäult. -- k. Fundicion porosa, segun Widemann. -- l. Fundicion porosa de Stiria, segun Percy.

Los siguientes análisis efectuados sobre varias fundiciones de Stiria permiten hacerse inmediatamente una idea de la composición de las diferentes especies de fundiciones:

	Carbono.	Grafito.	Silicio.
Fundicion de espejuelos.	4,19	"	0,02 á 0,26
radiada.	3,55	"	0,15
porosa de grandes			
cunas.	2,73	"	0,01
porosa de pequeñas			
cunas.	2,67	"	0,01
espumosa.	2,36	"	0,05
blanca.	3,94	"	0,37
atruchada.	0,36	2,67	0,66
gris.	0,48	3,01	0,53

La escoria normal ofrecia la siguiente composición:

Acido silicico.	45,726
Alúmina.	5,579
Cal.	21,737
Magnesia.	7,842
Protóxido de hierro.	7,326
Protóxido de manganeso.	7,526
Azúfre.	0,113

Para terminar este punto diremos, que para el fundidor el hierro fundido de segunda fusión es el más, por no decir el único, importante. Se entiende por fundición de segunda fusión la que ha sufrido la primera en el alto horno. Primeramente ha sido fundida en salmones, y en este estado puede ya servir en la confección de

objetos ordinarios, tales como tubería, ollas, placas de chimeneas y diversos utensilios que no necesitan de gran tenacidad y que no tengan ningun motivo de resistencia. Por el contrario, para los objetos que han de pasar por cierto trabajo de ajuste, tales como las diferentes piezas de máquinas, se necesita una fundición más dulce de segunda fusión. En todo caso, es indispensable que la fundición no sufra al enfriarse en los moldes gran contracción y que sea muy fluida.

**HIERRO DÚCTIL Ó DE FORJA.** — El hierro dúctil (*hierro refinado, hierro maleable, hierro forjado, hierro dulce*) es una agregación de fibras que, según Fuchs, están formadas por cristales muy pequeños colocados unos al lado de otros. Bajo la influencia de fuertes sacudimientos, de choques, etc., las moléculas del metal toman otra disposición, y la estructura fibrosa se convierte en estructura granular; el mismo efecto se produce también cuando se calienta el hierro, y después se le enfria sumergiéndole en el agua; en este caso, se hace menos sólido, como lo prueban las experiencias hechas sobre los ejes de los vagones y sobre cadenas. El hierro es de color gris claro, tiene una fractura granular; su peso específico es de 7,60 á 7,90 (el del hierro químicamente puro es de 7,844). La proporción del carbono contenido en el hierro, se eleva á 0,24 á 0,84 por 100, y sobre esta cantidad no se encuentran más que indicios de carbono mezclado mecánicamente. El hierro dúctil, es por consiguiente, una mezcla de

hierro con un poco de carburo de hierro. El hierro más pobre en carbono que se encuentra en la industria, es el hilo de cardas, en el que Boussingault no ha encontrado más que 0,04 por 100 de carbono.

El hierro dulce tiene la propiedad de no ser quebradizo y poder forjarse cuando, después de enrojecido, se enfria sumergiéndole en agua fria. Es mucho más blando que las fundiciones blancas y gris claro, y puede fácilmente limitarse y trabajarse con el cincel, la máquina de cepillar, etc. El hierro dúctil funde mucho más difícilmente que el hierro en bruto; al calor blanco se hace blando, de tal manera, que dos pedazos pueden unirse en uno sólo con ayuda del martillo ó de la prensa. Esta propiedad que posee el hierro de soldarse á sí mismo, se presenta también en otros metales; el platino, el paladio, el potasio y el sódio. El hierro dúctil obtenido por la afinación con carbon vegetal ó por el pudelaje, contiene siempre más ó ménos sustancias estrañas. Si contiene azufre, arsénico ó cobre, se reduce en fragmentos cuando se forja al rojo, y entónces se dice que es *quebradizo en caliente*; la presencia del silicio hace al hierro duro y quebradizo (*quebradizo en frio y caliente*), si contiene fósforo, es *quebradizo en frio*, es decir, que se le puede trabajar cuando rojo, pero que en cuanto se enfria, se rompe al encorvarlo. La presencia del calcio en el hierro dúctil, quita á éste la propiedad de soldarse á sí mismo. En cuanto á lo que hace referencia á la elección del hierro dúctil destinado á los di-

ferentes usos á que se emplea este metal, debemos decir que el hierro duro cristalino debe preferirse en todos casos en que debe resistir al roce, como, por ejemplo, para las partes más exteriores de las llantas de las ruedas, para el reborde de los carriles, y además para los objetos que, después de pulimentados, han de mantenerse en este estado de un modo duradero. El hierro fibroso y tenaz es, por el contrario, muy conveniente para piezas de máquinas, para la suela de los carriles, para las cadenas y áncoras y, de un modo general, para los objetos cuya principal cualidad es de tener que soportar pesadas cargas y resistir á fuertes choques.

ACERO.—El acero es de color blanco gris claro, no tiene gran brillantez, su fractura es granular y homogénea, y cuanto más apretado sea su grano, tanto mejor es el acero. La textura granular del acero es característica; el acero blando de buena cualidad no ofrece nunca la estructura tan gruesamente granular como la fundición gris, ni la estructura fibrosa del hierro dulce. El acero templado se asemeja por su textura á la plata más fina, y apenas si á la simple vista se puede distinguir la granulación. Cuando rojo puede, así como el hierro dúctil, cortarse y soldarse; solamente que hay que operar con precaución con el fin de evitar una decarburación. Es además fusible como la fundición, de tal suerte, que á las ventajas de esta, reúne las del hierro dulce. Sumergiendo acero blando en ácido clorhídrico ó nítrico diluido, se manifiesta evidente su estructura; este



medio puede emplearse para juzgar y comparar la calidad del acero.

Su peso específico varía entre 7,62 y 7,92; disminuye cuando se temple (baja, por ejemplo, de 7,92 á 7,55). La proporción del carbono está comprendida entre 0,6 y 1,9 por 100. La solidez y la dureza del acero son proporcionales á la riqueza del carbono. El acero no contiene grafito. Boussingault ha encontrado en las siguientes clases de acero:

Acero cementado. . . . .	0,8 á 2,0	por 100 de carbono.	
" pudelado. . . . .	1,2 á —		—
" fundido (preparado con acero cementado). . . . .	0,9 á 1,8		—
" para resortes de reloj. . . . .	1,9 á —		—
" para cañones. . . . .	0,59 á —		—
" para cañones de escopetas. . . . .	0,45 á —		—

La flexibilidad y elasticidad que posee en alto grado el acero de buena clase, disminuye con la dureza. Enfriado bruscamente cuando rojo (*templado*), el acero se vuelve más duro y quebradizo, de suerte que raya el vidrio y resiste á la lima. Un pedazo de acero pulimentado calentado gradualmente toma poco á poco varias coloraciones (colores de segunda cochura). En efecto, cuando se somete el acero á la acción del calor, se forma en su superficie una delgada capa de óxido, que ofrece los colores que se preparan en una burbuja de jabón ó en una gota de aceite en agua. Se llama *segunda cochura* la operación que tiene por objeto pro-

ducir esa coloracion. Para formarse una idea exacta de la temperatura y del grado de dureza que le corresponde, se sirve de los colores de segunda cochura. Como es bastante difícil calentar uniformemente un pedazo de acero, se emplean algunas veces al efecto baños metálicos. Se sirve de diferentes ligas de estaño y de plomo que se calientan hasta su punto de fusion. El acero duro como el vidrio se mantiene sumergido en el metal fundido hasta que haya adquirido la temperatura del baño metálico. El siguiente cuadro da la composicion de los baños que la experiencia ha señalado como lo más conveniente para la segunda cochura de los instrumentos cortantes:

NOMBRE DE LOS INSTRUMENTOS.	BAÑO METÁLICO.		Punto de fusion.	COLOR DE LA SEGUNDA COCHURA.
	P b.	S n.		
Lancetas.....	7	4	230°	Apénas amarillo pálido.
Navajas de afeitar.....	8	4	228°	De amarillo pálido al pajizo.
Corta-plumas.....	8 1/2	4	232°	Amarillo pajizo.
Tijeras.....	44	4	254°	Moreno.
Hachas, hierros para cepillos, cuchillos de mesa	49	4	265°	Purpura.
Espadas, resortes de relojes, resortes de crino-				
linas.....	48	4	288°	Azul claro.
Punales, taladros, sierras finas.....	50	2	292°	Azul oscuro.
Sierras de mano y sierras de rejilla.....	En aceite de linaza hirviendo.		316°	Azul negro. (1)

(1) En general se da el color *amarillo* á los instrumentos que han de quedar muy duros, por consecuencia á todos los que sirven para el trabajo del hierro ó de las piedras duras, despues á las navajas de afeitar, á los instrumentos de cirugía, á los buriles, á los punzones, taladros; el color *rojo* *purpúreo* á las herramientas para trabajar la madera, se da el color *violeta* ó *azul oscuro* á los objetos que han de tener al propio tiempo alguna elasticidad, tales como los resortes de relojes, las lanzas, guadañas, hoces, las sierras de mano y las de rejilla.

El acero conserva tanta más dureza, pero también tanta más fragilidad cuanto más baja sea la temperatura á que se calienta.

No puede desconocerse que las otras sustancias distintas del carbono pueden también transformar al hierro en acero; el endurecimiento del hierro por medio del borax indica que el carbono podría reemplazarse por el boro, que pertenece al grupo del carbono, acaso también por el silicio. Además, es positivo que, independientemente del carbono, pueden comunicar al acero las propiedades que le caracterizan otros metales extraños; así el *acero de tungsteno*, que se prepara desde hace algunos años, principalmente en Stiria, debe sus excelentes cualidades, que consisten sobre todo en una gran dureza y tenacidad, á la presencia de pequeñas cantidades de tungsteno. El manganeso ejerce también una influencia muy favorable sobre las propiedades del acero; le hace muy soldable y muy maleable; los aceros sulfurados, forforados y carburados, los más duros, se dejan forjar perfectamente cuando contienen bastante manganeso y, como lo han probado recientes análisis, pueden contener fuertes proporciones de este último metal (0,55 á 0,86 por 100) sin volverse frágiles, como sucede con la fundición.

El *acero adamascado* es una especie renombrada que sirve para la fabricación de las hojas adamascadas, cuya materia primera se saca de Caboul en el Afghanistan; cuando se ataca la superficie de este acero con un ácido, diluido se produce en ella venas desiguales la fusión

no destruye esta propiedad. Se ha procurado explicar ésta admitiendo que el carbono está combinado con el hierro de diversas maneras, y que estas diferentes combinaciones del carbono se separan según su tendencia mayor ó menor á cristalizar. Este acero (también llamado *wootz*) se fabrica en las Indias orientales por los indígenas, del modo siguiente; la fundición preparada por un procedimiento muy imperfecto, es, después de reducida en fragmentos, mezclada con un 10 por 100 de madera de *Cassia auriculada* cortada muy menuda, después se introduce la mezcla en crisoles y cubierto con hojas de *Asclepias gigantea*; los crisoles están embetunados con arcilla húmeda, después calentados en un horno á una temperatura todo lo elevada posible durante unas dos horas y media. El acero así obtenido se vuelve á calentar otra vez ántes de forjarse. El acero *wootz* no debe así como se creía, sus excelentes cualidades á la presencia de una cierta cantidad de aluminio, pues Rammelsberg no ha encontrado alumina en el *wootz* verdadero.

Los siguientes analisis pueden servir para dar una idea de la composicion de algunas clases de acero.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Hierro. . . . .	97,91	98,154	98,602	98,75	98,01	99,12	99,351
Carbono. . . . .	1,19	{ 1,730	1,380	1,02	0,41	1,82	0,532
		{ 0,010	indicios.	0,15	0,08		
Silicio. . . . .	0,03	0,202	0,006	0,04	"	0,10	0,032
Azufre. . . . .	indicios.	0,003	"	"	"	"	0,001
Fósforo. . . . .	"	"	indicios.	"	"	"	0,001
Manganeso. . . . .	"	"	0,012	"	"	"	"
Cobre. . . . .	0,37	"	"	"	"	"	"
	100,00	100,000	100,000	100,000	99,50	101,90	99,917

1. Acero-batido refinado de Liegen.—2. Acero fundido de Schmalkalden.—3. Acero pudelado.—  
 4. Cañon de acero fundido de Rusia.—5. Acero cementado de Elberfeld.—6. Acero cementado inglés.  
 —7. Acero Krupp.

**ORO.**—El oro tiene un color amarillo característico; su densidad es 19,5. Funde á un fuerte calor blanco, cuya temperatura se evalúa en  $1200^{\circ}$  del termómetro de aire. A una temperatura muy elevada da vapores sensibles. Un hilo de oro se reduce á vapor cuando le atraviesa la descarga de una fuerte batería eléctrica. Si esta volatilización se hace encima de una hoja de papel mantenida á pequeña distancia, este papel se colora en moreno purpurado por el oro, muy dividido, que en él se precipita. Si se sustituye la hoja de papel por una lámina de plata, esta se dora. Un glóbulo de oro da también vapores muy abundantes cuando se mantiene entre los dos carbones que terminan los dos conductores de una poderosa pila galvánica.

El oro es el más maleable de todos los metales; reducido á hojas muy delgadas, es transparente y deja pasar una luz de un verde hermoso. Se puede hacer cristalizar el oro por fusión; entonces afecta la forma de cubos modificados por otras caras del sistema regular. El oro nativo que se encuentra á veces en cristales muy limpios presenta las mismas formas.

El oro precipitado químicamente forma un polvo moreno, pero que toma fácilmente, con el bruñidor, la brillantez metálica y el color característico del oro maleable. El precipitado se agrega también por la percusión, y si se calienta la masa al rojo, antes de someterla á un nuevo martilleo, se puede obtener un metal perfectamente agregado, sin haberlo calentado hasta la fusión.

**PLATINO.**—El platino resiste sin fundirse á las más altas temperaturas del fuego de fragua; pero funde con el soplete de gas hidrógeno y oxígeno ó entre los carbones que terminan los conductores de una fuerte pila; también se puede fundir en algunos momentos pequeñas cantidades de platino pesando algunos gramos. El platino goza de la propiedad de dejarse forjar y soldar por sí mismo al calor blanco.

El platino tiene un color de un blanco gris, puede tomar gran brillantez. Tiene mucha maleabilidad cuando puro; pero basta la presencia de una cantidad muy pequeña de materia extraña para alterar mucho esta propiedad. La tenacidad del platino puro difiere poco del hierro, pero el platino del comercio, que contiene siempre algo de iridio, presenta una tenacidad mucho menor, puesto que un hilo de 2<sup>mm</sup> de diámetro se rompe á menudo bajo una carga de 125 kilogramos.

La densidad del platino machacado ó laminado es 21,5.

**PLATA.**—La plata de las monedas, como tampoco la de los objetos de platería, no es pura, contiene cierta cantidad de cobre. Para preparar la plata pura, se disuelve el metal aleado en ácido nítrico, y se vierte en la disolución sal marina, que precipita la plata al estado de cloruro insoluble, mientras que los demás metales quedan en disolución. Se mezclan 100 partes de este cloruro de plata desecado, con 70 partes de creta y 4 ó 5 de carbon, y se introduce esta mezcla en un crisol de barro que se lleva



á un fuerte calor blanco. Se desprende óxido de carbono, se forma cloruro de calcio y plata metálica. Después del enfriamiento, la plata forma, en el fondo del crisol, un residuo cubierto de una escoria de cloruro de calcio.

La plata se distingue en medio de todos los demás metales por su hermoso color blanco y por una gran brillantez que no se empaña al aire, al menos que éste contenga vapores sulfurados. Cuando está perfectamente pulimentada, la plata refleja más luz y calor que cualquier otro metal, por lo tanto, su poder radiante para el calor es muy débil. Un vaso de plata cerrado conserva, pues, más tiempo el calor del líquido que contiene, que otro vaso igual de otro metal. La densidad de la plata es 10,5. La plata es más dura que el oro, pero más blanda que el cobre; la adición de una pequeña porción de cobre aumenta su dureza. Es, después del oro, el metal más maleable; se puede, por el martilleo, reducirle á hojas muy delgadas, y estirarle á la hilera en hilos muy delgados. También posee una tenacidad bastante fuerte, pues un hilo de 2 milímetros de diámetro no se rompe sino bajo una carga de 85 kilogramos. La plata se funde al calor blanco; se estima la temperatura de su fusión en unos 1000° del termómetro de aire. Da vapores muy sensibles á la temperatura del fuego de fragua, y se vaporiza prontamente cuando se lleva á la alta temperatura que se obtiene entre los dos carbones que terminan los dos conductores de una fuerte pila.

Se puede hacer cristalizar la plata por vía de

fusion, operando como para obtener los metales cristalizados por fusion. Entónces cristaliza en cubos.

La plata nativa, que muchas veces se encuentra bajo la forma de hermosos cristales, afecta la forma cúbica, modificada por las caras de octaedro ó por otras formas simples del sistema regular. Los pequeños cristales que se obtienen precipitando la plata bajo la influencia de acciones galvánicas débiles, tambien son cubos.

La plata no absorbe el oxígeno á la temperatura ordinaria; tampoco se combina de una manera estable con el oxígeno á una temperatura elevada. Pero, si durante mucho tiempo se mantiene la plata muy pura, fundida al contacto del aire, absorbe una considerable porcion de oxígeno, que abandona, durante el enfriamiento, ántes de su solidificacion. El gas, desprendiéndose, proyecta á veces una parte de metal fuera del crisol. Se demuestra la absorcion de la plata por la siguiente experiencia: se funde en un crisol de tierra 3 ó 4 kilogramos de plata muy pura; cuando el metal fundido se encuentra á un fuerte calor blanco, se destapa el crisol, y se le echa, en pequeñas partes, cierta cantidad de salitre que se descompone y mantiene una atmósfera de oxígeno en el crisol. Despues de la adición de la última porcion de salitre, se deja el crisol tapado durante media hora, manteniendo la alta temperatura; despues se le agarra con unas tenazas y sumerge en la cuba de agua, poniendo por encima una campana llena de agua; el gas oxígeno absorbido

se desprende inmediatamente y se reúne en la campana. En el momento en que se inmerge el crisol candente en el agua, se oye alguna vez una fuerte detonación; es, pues, indispensable hacer esta experiencia con mucha prudencia.

Se ha averiguado que la plata puede absorber hasta veintidos veces su volumen de oxígeno. La presencia de una parte muy pequeña de metales extraños basta para quitarla esta propiedad.

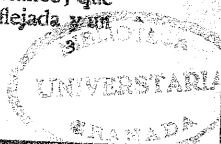
La plata no se oxida al calor rojo, al contacto de los álcalis cáusticos ni de los nitratos alcalinos. A causa de esta propiedad se emplean crisoles de plata cuando se necesita en los análisis químicos, atacar materias por la potasa cáustica ó por el salitre que atacarían, por el contrario, fuertemente los crisoles de platino. Pero la plata se altera al contacto de los silicatos alcalinos fundidos; se forma óxido de plata, que se disuelve en el silicato, y le colorea de amarillo.

La plata no descompone sino muy débilmente el ácido clorhídrico en disolución; no hay reacción más que con el metal muy dividido y á la temperatura de ebullición. El ácido sulfúrico diluido no ataca la plata, pero ésta descompone fácilmente en caliente el ácido sulfúrico concentrado; se desprende gas sulfuroso y se forma sulfato de plata. El ácido nítrico ataca á la plata hasta la temperatura ordinaria; se desprende deutóxido de azoe y la plata se transforma en nitrato. El ácido sulfhídrico se descompone por la plata á la temperatura ordinaria.

ria; una lámina brillante de plata ennegrece prontamente en una disolución de ácido sulfhídrico; se cubre de una película negra de sulfuro de plata. La plata es atacada en frío por el cloro, el bromo y el yodo.

**COBRE.**—Se encuentra en el comercio cobre casi puro; los cobres de Rusia no contienen sino indicios de hierro. El cobre nativo está muchas veces cristalizado bajo la forma de pequeños octaedros regulares; se obtiene bajo la misma forma cuando se precipita lentamente de sus disoluciones por procedimientos galvánicos. El cobre afecta la misma forma cristalina cuando, después de haber fundido una masa un poco considerable en un crisol, se abandona á un enfriamiento lento y se decanta al cabo de algun tiempo la parte que queda líquida. Se obtiene cobre químicamente puro, reduciendo por el gas hidrógeno óxido de cobre puro calentado en un tubo. La reducción tiene lugar á una temperatura inferior al rojo, y el metal queda en forma de polvo rojo, que toma con el brufidor un buen brillo metálico.

El cobre tiene un color rojo característico; es trasparente cuando se reduce á películas muy delgadas, presentando entónces un color hermoso verde con la luz trasmitida. Se obtienen estas películas cobrizas reduciendo por el hidrógeno, en un tubo de cristal calentado, una pequeña cantidad de óxido de cobre, ó mejor, de cloruro. En ciertas partes del tubo se deposita una capa muy delgada de cobre metálico, que presenta el color rojo con la luz reflejada y un



hermoso color verde con la luz transmitida.

El cobre es muy maleable; se puede reducir por el martillo á hojas delgadas y estirarlo en hilos muy finos. Goza tambien de una gran tenacidad, puesto que un hilo de 2 milímetros de diámetro no se rompe bajo una carga de 140 kilogramos. La densidad del cobre varía entre 8,78 y 8,96, segun el trabajo á que se haya sometido.

El cobre adquiere por el frotamiento un olor desagradable y presenta un sabor particular. Funde á un fuerte calor rojo; al calor blanco da vapores muy sensibles que arden al aire con una llama verde.

ESTAÑO.—El estaño es un metal blanco que se asemeja á la plata por su aspecto y su brillantez. Está dotado de cierto sabor y de un olor característico, sobre todo sensible cuando se ha tenido el metal durante algun tiempo entre los dedos. El estaño es muy maleable; por el martilleo se puede reducir á hojas muy delgadas; su maleabilidad es mayor todavía á 100° que á la temperatura ordinaria; pero tiene poca tenacidad, porque un hilo de 0,02 se rompe bajo una carga de 24 kilóg. Cuando se dobla una barrita de estaño se oye un ruido extraño, un crugido que se llama *grito del estaño*. Este ruido es causado por la textura cristalina que este metal presenta en su interior. Las partes cristalinas frotan unas contra otras cuando se dobla la barrita, ésta se calienta notablemente en el sitio en donde se opera esa fricción interior, y si se repite la cur-

vatura varias veces en un mismo sitio, el desprendimiento del calor viene á ser muy sensible en la mano.

El estaño funde á 228°, produce sensibles vapores al calor blanco, pero esos vapores no tienen sino una débil tension, porque el metal no experimenta más que una pérdida de peso muy débil á la temperatura del fuego de fragua. El estaño tiene una gran tendencia á la cristalización; se pone fácilmente su textura cristalina en evidencia, atacando su superficie por un ácido que levanta la película exterior. Esta superficie del metal aparece entonces como *moiré*, á consecuencia de las reflexiones desiguales y en diversos sentidos que la luz experimenta sobre las partes de las hojas cristalinas puestas en desnudo por el ácido. Se puede hacer cristalizar el estaño por fusion, fundiendo en un vaso varios kilogramos de metal, y dejando este vaso enfriarse poco á poco en un baño de arena calentada. Cuando se haya formado una costra sólida en la superficie, se perfora con un carbon incandescente y se hace correr el metal que haya quedado líquido. Se encuentran entonces sobre las paredes del vaso cristales á veces bastante gruesos, pero pocas veces terminados de una manera limpia.

Precipitando el estaño por via galvánica, se puede obtener cristalizado en largos prismas brillantes, cuya forma no se ha determinado todavía exactamente. Al efecto se vierte en un vaso de pié una disolucion concentrada de protocloruro de estaño, y por encima, con precau-

ción, una capa de agua pura; despues se coloca en el vaso una lámina de estaño que atraviese las dos capas. La lámina de estaño se cubre muy pronto de magníficos cristales metálicos muy brillantes.

La densidad del estaño es 7,29; no aumenta sensiblemente por el martilleo del metal.

El estaño no puede reducirse á polvo por el pilon; es demasiado maleable. Cuando se quiere tener muy dividido, se emplea limadura de estaño ú hojas de estaño muy delgadas que se encuentran en el comercio y que sirven para envolver los dulces ó el chocolate. Se puede tambien obtener el metal en una cápsula, pues removiéndolo con viveza con un grueso pincel hasta que esté enteramente enfriado, se reduce en una multitud de moléculas muy ténues, que se pueden separar en glóbulos de diferentes tamaños, haciéndolas pasar por una especie de lejivación.

ZINC.—El zinc tiene un color de un blanco azulado; su fractura reciente presenta anchas láminas cristalinas muy brillantes. Rompiéndose á la temperatura ordinaria, se hace maleable á algunos grados, sobre 100°. Calentado hasta 200° se hace de nuevo quebradizo y hasta el punto de dejarse triturar en un mortero. La ignorancia en que se estaba ántes sobre estas propiedades especiales del zinc hizo que hubiese, durante mucho tiempo, oposicion á que el empleo de este metal tomara extension en las artes; en otros tiempos no se empleaba sino para formar aleaciones. Hoy se lamina en hojas delgadas

que se emplean para cubrir los edificios, así como para hacer baños y otros vasos de grandes dimensiones.

Estos vasos nunca han de servir para conservar alimentos, porque el zinc se oxida fácilmente al contacto del aire en presencia de los ácidos, hasta los más débiles, y produce sales venenosas.

La densidad del zinc varía de 6,86 á 7,20, según que el metal haya sido tan sólo fundido ó laminado.

**PLOMO.**—El plomo del comercio es muchas veces muy puro; se reconoce en la flexibilidad y la gran maleabilidad que entónces presenta. Se obtiene el plomo químicamente puro calcinando en un crisol, forrado de arcilla y carbon molido, óxido de plomo obtenido por la calcinacion del nitrato de plomo cristalizado. El plomo es un metal gris azulado; recientemente cortado reluce con vivo brillo metálico. Su densidad es de 11,445.

El plomo es muy blando, se corta fácilmente con el cuchillo y deja sobre el papel ras-tros gris metálicos. Muy maleable en frio, se deja reducir en hojas muy delgadas por medio del martillo y estirarse en hilos sueltos. Esos hilos son de una flexibilidad extrema; se puede hacer con ellos nudos como con hilos de cáñamo, pero tienen poca tenacidad; un hilo de plomo de 2 milímetros de diámetro se rompe bajo una carga de 9 kilogrames.

El plomo funde á la temperatura de unos 335°. al calor rojo da sensibles vapores. Sin



embargo, su volatilidad no es bastante para que pueda destilarse. Se puede obtener el plomo cristalizado por fusion, siguiendo los mismos procedimientos que para el azufre y el bismuto; pero rara vez los cristales son limpios; sin embargo, fácil es reconocer que son octaedros regulares.

El plomo se empaña prontamente al contacto del aire á la temperatura ordinaria; pero en este caso no se forma nunca más que una capa superficial muy delgada que se supone ser bi-óxido,  $Pb^2O$ . Mantenido en fusion al contacto del aire, el plomo se oxida prontamente. En los primeros momentos se cubre de una película rizada que pronto se transforma en un polvo pulverento amarillo. La oxidacion marcha rápidamente al calor rojo; el óxido  $PbO$  entra en fusion, y para que la oxidacion siga es necesario hacer salir el óxido fundido.

El plomo se oxida al contacto del aire húmedo y de los vapores ácidos. Los ácidos más débiles, el ácido carbónico, determinan su oxidacion. El agua destilada, en este caso, desempeña tambien el papel de un ácido, á consecuencia de la afinidad del agua para el óxido de plomo. Una lámina de plomo, sumergida al contacto del aire en agua destilada, se cubre de una película blanca de óxido hidratado ó de hidrogenocarbonato de óxido de plomo, que forma algunas veces lentejuelas cristalinas, visibles con el lente. El agua contiene entónces ella misma una cantidad de hidrato de óxido de plomo bastante fuerte para ennegrecer por el

hidrógeno sulfurado. Basta la existencia en el agua de una pequeña cantidad de sales, principalmente de sulfato de cal, para que la oxidación no se opere.

El plomo se ataca muy débilmente por el ácido clorhídrico concentrado hirviendo. El ácido sulfúrico extendido no le ataca, al ménos que haya contacto del aire. El ácido sulfúrico concentrado ataca al plomo en caliente, se desprende gas ácido sulfuroso y el metal se convierte en sulfato. El ácido nítrico es el mejor disolvente del plomo; le ataca á la temperatura ordinaria con desprendimiento de vapores rutilantes; se forma nitrato de plomo soluble.

ANTIMONIO.—El antimonio del comercio raramente es puro; las más veces contiene algunas pequeñas partes de hierro, de plomo, de arsénico y de azufre. Se purifica en los laboratorios mezclándolo íntimamente con  $\frac{1}{10}$  de su peso de nitro y fundiendo la mezcla en un crisol de tierra. El antimonio se presenta entónces bajo la forma de un residuo metálico con pequeñas lentejuelas cristalinas. La finura del grano del antimonio es un indicio de su pureza.

El antimonio es un metal de un blanco plateado, ligeramente azulado, muy brillante. Su densidad es 6.8. Funde a 450°. Al calor blanco da sensibles vapores. Se puede destilar á esta temperatura en una corriente de gas hidrógeno; pero la destilación es muy lenta, porque su vapor no tiene entónces más que una débil tensión. El antimonio cristaliza fácilmente por la vía de fusión. Presenta en su quebradura ca-

ras muy brillantes y muchas veces muy grandes; la disposicion especial de estas caras conduce al romboide. La tendencia del antimonio á la cristalización se manifiesta de una manera evidente sobre los panes de antimonio que se encuentran en el comercio. Su superficie superior presenta á menudo una bella estrella, cuyos rayos se parecen á hojas de helecho. Es un metal muy quebradizo; se reduce fácilmente á polvo fino en un mortero.

El antimonio no se altera sensiblemente al aire á la temperatura ordinaria, pero se oxida prontamente cuando se mantiene fundido al contacto del aire. Calentado á una alta temperatura, arde con una llama blanca, esparciendo abundantes humos. Si se tira desde cierta altura del suelo antimonio fundido y calentado al rojo, se observa un fenómeno de combustion muy brillante, acompañado de humos blancos espesos.

El antimonio en polvo fino se disuelve en ácido clorhídrico concentrado é hirviendo, con desprendimiento de gas hidrógeno; pero no descompone el agua en presencia del ácido sulfúrico. No se oxida por el ácido sulfúrico más que cuando este ácido está concentrado y caliente; hay entónces producción de ácido sulfuroso. El ácido nítrico le ataca fácilmente hasta cuando está diluido; el metal se convierte en un precipitado blanco insoluble. El agua régia disuelve muy bien el antimonio y le cambia en cloruro, que se disuelve sin alteracion en un exceso de ácido clorhídrico.

## II.

## ALEACIONES.

*Propiedades físicas.*—Las aleaciones tienen la mayor relacion con los metales. Como éstos, en efecto, son brillantes, con aspecto metálico, opacas, muy buenas conductoras del calor y de la electricidad; son sólidas (exceptuando las amalgamas y aleaciones de sódio); tienen un calor propio y especial; son dúctiles, duras, sonoras, fusibles, etc.; pero en distinto grado y en relaciones más ó ménos especiales con los metales que las componen, por lo que vamos á entrar en algunos detalles relativamente á cada una de sus propiedades.

La densidad de las aleaciones es unas veces mayor y otras menor que la densidad media de los metales empleados; este hecho demuestra que hay metales que se dilatan al alearse, mientras que otros se contraen. Así, hay contraccion cuando se une el oro con el zinc, estaño, bismuto, antimonio ó con el cobalto; la plata con el zinc, plomo, estaño, bismuto ó con el antimonio; el cobre con el zinc, estaño, paladio, bismuto ó con el antimonio; el plomo con el bismuto ó con el antimonio; el paladio con el bismuto. Hay dilatacion, por el contrario, en los casos siguientes: oro y plata, hierro, plomo, cobre, iridio ó níquel; cobre y plomo ó plata; hierro y bismuto, antimonio ó plomo; estaño y antimonio, plomo ó paladio; zinc y antimonio. Excepcion hecha de algunos hechos conocidos, no se ha determinado ninguna ley por lo

que respecta á la densidad. Conócese solamente por experiencia, como acabamos de decir, para un cierto número de aleaciones, en qué sentido marcha la densidad, y hé aquí en este concepto lo que se ha determinado:

Cuando en una aleacion, ni hay contraccion ni dilatacion, el peso específico de la aleacion se determina por la fórmula  $X = \frac{(P + p) Dd}{Pd + pD}$ , en la cual  $P$  y  $p$  expresan los pesos de los metales componentes que entran en la aleacion, y  $D$  y  $d$  representan la densidad respectiva. Cuando la experiencia da como densidad de la aleacion un número diferente de  $X$ , se sabe que hay contraccion si el número es mayor y dilatacion si es menor, por cuyo medio se ha podido deducir el siguiente estado, que se refiere, á las principales aleaciones binarias de que hemos hablado,

Aleaciones cuya densidad es mayor que la media de los metales que las constituyen.

Oro y zinc.  
 Oro y estaño.  
 Oro y bismuto.  
 Oro y antimonio.  
 Oro y cobalto.  
 Plata y zinc.  
 Plata y plomo.  
 Plata y estaño.  
 Plata y bismuto.  
 Plata y antimonio.  
 Cobre y zinc.  
 Cobre y estaño.  
 Cobre y paladio.  
 Cobre y bismuto.  
 Cobre y antimonio.  
 Plomo y bismuto.  
 Plomo y antimonio.  
 Paladio y bismuto.

Aleaciones cuya densidad es menor que la media de los metales que las constituyen.

Oro y plata.  
 Oro y hierro.  
 Oro y plomo.  
 Oro y cobre.  
 Oro é iridio.  
 Oro y níquel.  
 Plata y cobre.  
 Plata y plomo.  
 Hierro y bismuto.  
 Hierro y antimonio.  
 Hierro y plomo.  
 Estaño y antimonio.  
 Estaño y plomo.  
 Estaño y paladio.  
 Zinc y antimonio.

Si se quiere deducir de un modo absoluto de este estado la ley que contiene, aunque es demasiado incompleto para poder llegar á ningun resultado positivo, deberemos, sin embargo, admitir que hay en general condensacion cuando la aleacion se compone de dos metales que tienen una gran afinidad recíproca, y que por consiguiente la combinacion es íntima y hay formacion de compuesto definido; viceversa, hay dilatacion cuando los metales tienen poca afinidad uno por el otro y no dan, por decirlo así, sino mezclas.

Así, el cobre que tiene mucha afinidad para con el zinc y el estaño, forma con ellos compuestos de mayor densidad que la media. En efecto, el cobre fundido tiene por densidad 8,9 y el zinc fundido 6,8, lo que establece la media de 7,5; ahora bien, Desprets ha encontrado densidades del laton que llegan hasta 8,5; el doctor Wattson ha encontrado 8,4 en el laton de Bristol, y Berzelius deduce de los ensayos practicados, que la densidad del laton ordinario es próximamente un décimo mayor que la indicada por el cálculo. Relativamente á las aleaciones de estaño y de cobre, la densidad del último es de 8,9, la del estaño 7,2, de donde se deduce la media 8,0; ahora bien, las densidades de las aleaciones de estos dos metales varían de 8,76 á 8,87. Por el contrario, con el plomo, metal con el que el cobre forma muchas más mezclas que compuestos, las aleaciones tienen una densidad inferior á la media. Así, el cobre tiene por densidad 8,9 y el plomo 11,4,

lo que da una media de 10,1; ahora bien, Kzafft ha encontrado para las aleaciones de estos dos metales 9,3.

Para un mismo metal deberá aplicarse la misma ley; si se aumenta más allá del punto de saturación del primer metal de la aleación, la proporción del segundo, como parecen demostrar los experimentos de Muschenbraek, sobre las variaciones de densidad de las aleaciones, en las cuales se hace variar la proporción de los metales. Estos experimentos, en efecto, parecen demostrar que existe un punto de combinación más íntimo para cada aleación, que corresponde sin duda alguna á un compuesto definido.

Las ligas tienen un color propio: así, aunque el cobre es rojo y el zinc blanco azulado, el latón es amarillo; el bronce de aluminio es amarillo granate, mientras los componentes son rojo el uno y el otro blanco.

Regnault ha determinado el color específico de doce ligas, de las cuales siete han resultado obedecer á la ley de Dulong y Petit.

En general las ligas son ménos dúctiles, más duras, más ágrias y más tenaces que el más dúctil de los metales que la componen. Algunas son en extremo sonoras.

Las aleaciones son más fusibles, y se ha encontrado que su punto de fusión es inferior al del metal ménos fusible que entra en la composición, y algunas veces es hasta mucho ménos elevado que el del metal más fusible; así 3 partes de bismuto, 5 partes de plomo y 3 partes

de estaño, dan una aleacion que se liquida á 94°.

Una liga fundida, abandonada al enfriamiento tranquilo, puede cristalizar confusamente á menudo se separa tambien en capas diferentes, cuya composicion y densidad no son las mismas; este fenómeno ha recibido el nombre de *licuacion*. Para obtener una liga casi homogénea, es, pues, necesario acelerar todo lo posible el enfriamiento ó agitar la mezcla entre tanto. Rudberg, L. A. A. Svanberg, y Riché, han observado la marcha del enfriamiento en una liga en fusion por medio de un termómetro que introducian en ella. Tomando plomo y estaño en proporciones diversas, Rudberg ha encontrado que el termómetro, despues de haber bajado cierto número de grados, quedaba estacionario durante algun tiempo, si bien la aleacion no habia empezado á solidificarse de una manera visible; despues de esta parada, bajaba nuevamente, para volverse estacionario en el momento en que toda la masa se solidificaba. El primer punto de parada variaba con las proporciones de los elementos de la liga, mientras que el segundo era siempre fijo á 187°, y correspondia á la composicion *Pb Sn*<sup>5</sup>. Estas observaciones se han extendido á las ligas de zinc y estaño, bismuto y estaño, plomo y bismuto, plomo, zinc y estaño.

Se pueden obtener aleaciones en cristales bien determinados; generalmente éstos pertenecen á compuestos definidos. Sin embargo, Rammelsberg, considerando que la composicion de los cristales puede variar sin que su for-



ma varíe, ha emitido la opinion de que las ligas cristalizadas son mezclas de metales isomorfos. Esta manera de apreciar conduciría á admitir que los metales son dimorfos y algunas veces hasta trimorfos ó tetramorfos; algunos casos debe ser verdad, pero improbable del todo, el que tenga la generalidad que la presta su autor.

Calentando una liga que contiene un metal volátil, á un punto más ó ménos superior al en que funde, una parte de metal volátil se desprende; pero las últimas porciones quedan en la aleacion. Esta descomposicion por el calor será tanto ménos completa cuanto los dos metales tengan más afinidad uno con otro; los límites á que se para la accion del fuego están determinados por combinaciones en proporciones definidas.

Gerardin ha sometido aleaciones fundidas al electrolisis, y ha reconocido que pierden su homogeneidad cuando la corriente las pasa. Así, segun él, la soldadura de los plomeros se volveria ágría y quebradiza al polo positivo y maleable al polo negativo.

Cuando se enfrian bruscamente los vapores de una liga volatilizada en el arco voltaico, cada uno de los metales se condensa separadamente, y por consiguiente la aleacion está destruida. A. de la Rive á quien se debe este descubrimiento, lo ha hecho constar sobre el bronco de aluminio.

*Propiedades químicas.*—Mucho se han ocupado los químicos en la cuestion de si las ligas son

mezclas ó combinaciones. La facultad de obtener estos cuerpos al estado cristalizado y con una composición definida, el fenómeno de la licuación, la marcha del enfriamiento en la masa, etc., demuestran que las ligas son compuestos ó mezclas de compuestos con un exceso del uno ó del otro de sus constituyentes.

En la mayor parte de los casos las aleaciones se conducen con los reactivos como lo harían los metales tomados aisladamente; sin embargo, ofrecen algunas veces una resistencia mayor á la acción química; en otros casos, por el contrario, tienen una propensión mayor á entrar en combinaciones. El bronce, de aluminio es menos atacable por el ácido clorhídrico que el aluminio puro. El platino conteniendo 5 á 10 por ciento de iridio, queda casi intacto en el agua régia hasta caliente, mientras que el platino puro se disuelve en ella rápidamente. Por lo contrario, tres partes de plomo y una parte de estaño, por ejemplo, dan un compuesto ardiente con luz en el aire cuando se calienta al rojo oscuro. Se atribuye este efecto á la combinación que se forma entre los dos óxidos (stannato de plomo); lo que viene en apoyo de esta manera de ver, es que estos fenómenos de ignición tienen lugar con preferencia, y de una manera más energética, en aleaciones formadas por un metal acidificable y un metal básico (cromo y plomo, antimonio y potasio, antimonio y hierro, por ejemplo; los dos primeros, al estado dividido, son espontáneamente inflamados en el aire.)

Cuando una liga está formada de un metal capaz de absorber el oxígeno y de un metal precioso se puede oxidar el primero, mientras que el segundo queda puro; este hecho es la base de la separación de la plata y del plomo.

En el caso en que se tenga dos metales muy desigualmente oxidables, se podrá separar una gran parte de aquel que lo sea menos parando la acción del aire en cierto momento.

Los ácidos se portan por lo general para con las aleaciones, como con el metal predominante.

*Preparación.*—Se hace por fusión directa y es acompañada á menudo de un desprendimiento de calor muy vivo (en el bronce de aluminio, por ejemplo).

## COMPOSICION DE LAS PRINCIPALES ALEACIONES.

### A.—Aleaciones conteniendo cobre.

#### I.—LATON PARECIDO AL BRONCE.

##### *Ligas análogas al tombac.*

Tombac francés.	{	Cobre.. . . .	80,0
		Zinc. . . . .	17,0
		Estaño. . . . .	3,0
Bronce parecido al oro.. . . .	{	Cobre.. . . .	89,67
		Zinc. . . . .	9,96
		Estaño. . . . .	0,07
Bronce parecido al oro, para alhajas.	{	Cobre.. . . .	82,0
		Zinc. . . . .	17,5
		Estaño. . . . .	0,5

*Bronce para estatuaria.*

Bronce para estatuaria.	}	Cobre. . . . .	89,20
		Zinc. . . . .	0,50
		Estaño. . . . .	10,20
		Plomo. . . . .	0,10

*Composiciones para objetos pequeños que han de dorarse.*

Cobre. . . . .	63,70	Cobre. . . . .	64,44
Zinc. . . . .	33,55	Zinc. . . . .	32,45
Estaño. . . . .	2,50	Estaño. . . . .	0,26
Plomo. . . . .	0,25	Plomo. . . . .	2,55

II.—METALES PARA PIEZAS DE FROTAMIENTO Y ALEACIONES PARA OBJETOS COLADOS, PARTES DE MÁQUINAS, ETC.

*Aleaciones de cobre, zinc y estaño.*

Aleaciones para diferentes piezas de locomotoras y demas máquinas de vapor:

Pieza que une el árbol de los cajones con el excéntrico en una locomotora.	}	Cobre. . . . .	85,25
		Zinc. . . . .	2,00
		Estaño. . . . .	12,75
Metal de frotamiento para pistón de locomotora de Leraing. . . . .	}	Cobre. . . . .	89,00
		Zinc. . . . .	9,00
		Estaño. . . . .	2,00
Cojinetes de los ejes de las locomoras del camino del Norte francés.	}	Cobre. . . . .	82,00
		Zinc. . . . .	8,00
		Estaño. . . . .	10,00
Metal para piezas de frotamiento para locomotora, muy duro, segun Calvert y Johnson. . . . .	}	Cobre. . . . .	87,05
		Zinc. . . . .	5,07
		Estaño. . . . .	7,88
Cojinetes de vagones. . . . .	}	Cobre. . . . .	78,00
		Zinc. . . . .	2,00
		Estaño. . . . .	20,00
Idem muy poco poroso en la textura . . . . .	}	Cobre. . . . .	97,20
		Zinc. . . . .	2,50
		Estaño. . . . .	"

Cuerpos de bombas, grifos y cajas de válvulas. . . . .	{	Cobre. . . . .	67,8
		Zinc. . . . .	"
		Estaño. . . . .	10,22
		Latón viejo. . . . .	2,00
Aleación para medidas y demás instrumentos de matemáticas. . . . .	{	Zinc. . . . .	82,10
		Estaño. . . . .	5,10
		Latón viejo. . . . .	12,80
Aleación para objetos colados más delcados y objetos de lujo, de un amarillo muy vivo. . . . .	{	Zinc. . . . .	79,10
		Estaño. . . . .	7,80
		Latón viejo. . . . .	13,10

*Aleaciones de cobre, zinc, estaño y plomo.*

Diferentes piezas de máquinas, cojinetes, anillos de escéntricos. . . . .	{	Cobre. . . . .	74,50
		Zinc. . . . .	8,90
		Estaño. . . . .	9,50
		Plomo. . . . .	7,10
Metal para piezas de frotamiento para locomotoras, de Stephenson	{	Cobre. . . . .	79,00
		Zinc. . . . .	5,00
		Estaño. . . . .	8,00
		Plomo. . . . .	8,00
Piezas diferentes empleadas en la construcción de máquinas. . . . .	{	Cobre. . . . .	74,00
		Zinc. . . . .	1,00
		Estaño. . . . .	10,00
		Plomo. . . . .	15,00
Metal de campanas, de Thompson. . . . .	{	Cobre. . . . .	80,00
		Zinc. . . . .	5,00
		Estaño. . . . .	10,10
		Plomo. . . . .	4,30
Rodillos para la impresión de las indianas. . . . .	{	Cobre. . . . .	80,00
		Zinc. . . . .	2,00
		Estaño. . . . .	16,00
		Plomo. . . . .	2,00
Bronce de aluminio. . . . .	{	Cobre. . . . .	39,3
		Aluminio. . . . .	10,5

*Aleaciones conteniendo hierro.*

Kara-kan, metal de campanas, liga japonesa. . . . .	{	Cobre. . . . .	10,00
		Estaño. . . . .	4,00
		Hierro. . . . .	0,50
		Zinc. . . . .	1,50
		Plomo. . . . .	"

III.—ALEACIONES EN LAS QUE EL COBRE Y EL ESTAÑO DOMINAN.

*Metales de campanas y análogos.*

Metal de campanas. . . . .	{	Cobre.. . . .	78,80
		Estaño. . . . .	22,20
Timbres de relojes suizos muy sonoros, muy quebradizos y casi blancos	{	Cobre.. . . .	75,20
		Estaño. . . . .	24,80
Metal de campanas, blanco, con timbre de plata. . . . .	{	Cobre.. . . .	4,60
		Estaño. . . . .	60,00

*Metales de cañones.*

Bronce de bocas de fuego en general.	{	Cobre.. . . .	89,30
		Estaño. . . . .	10,70

*Bronce de medallas.*

Proporciones medias. . . . .	{	Cobre.. . . .	92,00
		Estaño. . . . .	8,00

IV.—NUEVA PLATA (NEUSELVER) Y ANÁLOGAS.

*Cobre, estaño y níquel.*

Para objetos colados. . . . .	{	Cobre.. . . .	52,50
		Estaño. . . . .	28,80
		Níquel. . . . .	17,70

V.—ALEACIONES EN LAS QUE EL COBRE SOLO FIGURA EN CANTIDAD INSIGNIFICANTE.

*Metal Britannia.*

*Aleaciones en las que el estaño predomina.*

Aleacion de Leonhard Tournay, parecido á la plata, para servicio de mesa. . . . .	{	Cobre.. . . .	9,09
		Estaño. . . . .	91,00

*Aleación en que el antimonio predomina.*

Metal blanco, muy quebradizo, para objetos colados y botones. . . . .	{	Cobre. . . . .	10,00
		Estaño. . . . .	20,00
		Zinc. . . . .	6,00
		Antimonio. . . . .	64,00

## VI.—METALES PARA TIPOS DE IMPRENTA.

La mejor mezcla es. . . . .	{	Cobre. . . . .	4,62
		Plomo. . . . .	57,80
		Antimonio. . . . .	17,34
		Estaño. . . . .	11,56
		Niquel. . . . .	4,62
		Cobalto. . . . .	2,90
Bismuto. . . . .	1,16		

## VII.—ALEACIONES METÁLICAS QUE NO CONTIENEN COBRE.

*Estaño y zinc.*

Metal duro para tipos de imprenta. de Johnson. . . . .	{	Estaño. . . . .	100
		Zinc. . . . .	11

*Estaño y antimonio.*

Otro metal para tipos de imprenta, de Johnson. . . . .	{	Estaño. . . . .	75
		Antimonio. . . . .	25

*Plomo y antimonio.*

Metal para fundidores en caracteres. . . . .	{	Plomo. . . . .	16
		Antimonio. . . . .	1

*Hierro y manganeso.*

Ferro-manganeso de Prieger. Es más duro que el acero más duro; funde al rojo, conviene para el moldeaje; toma magnífico pulimento, no se oxida al aire, en el agua sólo en su superficie; su color entre el oro y la plata. . . . .	{	Hierro. . . . .	33,07
			20,03
	{	Manganeso. . . . .	66,7
			79,7

*Estaño, plomo y bismuto.*

Aleacion fácilmente fusible, fundiendo á 95° . . . . .	{	Estaño. . . . .	32,15
		Plomo . . . . .	33,13
		Bismuto. . . . .	34,04

*Plomo, estaño y cadmio.*

Aleacion para clisar los grabados sobre madera y los rodillos para imprimir los tejidos. . . . .	{	Plomo. . . . .	500
		Estaño. . . . .	360
		Cadmio. . . . .	235

*Plomo, antimonio y bismuto.*

Aleacion para tapar los agujeros en la fundicion. . . . .	{	Plomo. . . . .	9
		Antimonio. . . . .	2
		Bismuto. . . . .	1

*Estaño, plomo, bismuto y antimonio.*

Metal para clisar los rodillos á la Perotina. . . . .	{	Plomo. . . . . 48	Bismuto. . . . . 1
		Estaño. . . . . 32,5	

**BRONCE MANGANÍFERO.**—El Sr. Parsons ha inventado un nuevo bronce de propiedades sumamente notables, del que vamos á dar algunas ideas generales.

La eleccion del manganeso se ha debido á la condicion de emplear un metal capaz de absorber el oxígeno y de impedir que se una éste al estaño y al cobre. Al mismo tiempo que el manganeso libra al bronce de la presencia de los óxidos, se combina con el metal y modifica sus cualidades segun la proporcion en que se mezcla.

El punto de fundicion del manganeso es muy elevado, y esto viene siendo un obstáculo para



su combinacion con los metales: en cuanto á las propiedades que puede comunicar, las ha hecho reconocer hace tiempo la metalúrgia del hierro. Pero el bronce, cuanto mayor sea la proporcion de manganesc, más grande será la dureza de la aleacion: ventaja preciosa para el metal de cañones, que es elástico y tenaz, pero de mediana dureza. Además, el bronce manganífero puede forjarse. Los ensayos practicados al efecto en Woolwick han demostrado la incontestable superioridad que el bronce forjado posee sobre el metal de cañones bajo el punto de vista de elasticidad y del alargamiento para las cargas considerables. Puédesse decir que la introduccion del manganeso crea en cierto modo un nuevo metal comparable á un mismo tiempo á los mejores hierros, bajo el punto de vista del alargamiento, y á los aceros dulces de primera calidad por lo que respeta á la elasticidad.

Los lingotes de bronce manganífero presentan á la ruptura un grano de extrema finura, análogo al del acero y completamente distinto del de metal de cañones. La circunstancia de que puede ser forjado, laminado y sometido á toda clase de operaciones en caliente, el nuevo metal, es de grandísima importancia, y éste es un hecho nuevo en la metalúrgia del bronce, donde el fenómeno de la liquidacion es muy dado-so. Las muestras ensayadas en Woolwich han demostrado la perfecta homogencidad del metal que, en los ensayos al alargamiento, se alargó en toda la longitud del cilindro, y no en puntos más ó menos separados.

Una aleacion dotada de propiedades tan notables puede menos que tener numerosas aplicaciones: en la fabricacion de hélices de los buques, de los soportes y cojinetes, de los apoyos de los árboles durmientes de la popa de los buques, prestará preciosos servicios y, en general, donde quiera que corra el peligro de que el hierro y el acero puedan ser oxidados ó corroidos por el agua de mar. Tambien se prestará el nuevo metal en buenas condiciones á la fabricacion de tubos de calderas, y podrá sustituir al cobre en las cajas de fuego, la fundicion en las bombas de piston buzo.

**BRONCE FOSFOROSO.**—La incorporacion al cobre y al bronce de una pequeña cantidad de fósforo ha sido ideada por los señores Künzel y Montefiori; en un principio los resultados obtenidos no fueron muy halagüenos, pero en el dia es muy apreciado este producto á causa de sus excelentes cualidades, y su empleo en la industria está bastante generalizado.

Se explica sobre todo el favor de esta liga, considerando que el bronce fosforoso tiene 86 partes de cobre, que se emplea para la confeccion de las cajas distribuidoras de locomotoras, no rompiéndose á la traccion sino con un esfuerzo de 30 kilogramos por milímetro cuadrado. El bronce fosforoso, que contiene 84 partes de cobre, con el que se hacen los cojinetes ordinarios, y el que contiene 76 del mismo metal y se destina á la confeccion de cojinetes de wagones, no se rompen sino con un esfuerzo de 20 kilogramos por milímetro cuadrado; su

desgaste es tres veces ménos rápido y evitan por completo el recalentamiento de los gorrones. Por último, el cobre fosforoso no se rompe sino con un esfuerzo de 40 kilogramos por milímetro cuadrado. Esta gran resistencia le hace precioso para la confeccion de los cables de minas: sobre ser tan resistente como el acero, tiene sobre él la inmensa ventaja de escapar completamente á la oxidacion en una atmósfera húmeda y cargada de miasmas de los pozos de mina.

El Sr. Künzel ha indicado que estas propiedades extraordinarias de elasticidad y de tenacidad se aumentan considerablemente con el martilleo y batido; cuando se forma el bronce fosforoso que contiene 5 por 100 de estaño, se le puede comunicar una resistencia absoluta y una elasticidad superiores á las del acero fundido. Si despues de esto se le temple y calienta á 260°, posee una resistencia absoluta y una elasticidad más que doble de las del mejor bronce ordinario de cañon que contenga 10 por 100 de estaño.

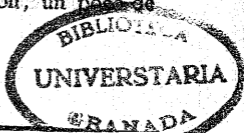
El bronce fosforoso batido presenta, para la construccion de cañones, más garantías que el acero contra los peligros de reventar, á causa de su tenacidad superior. Posee más resistencia que el acero á las intemperies del aire, y presenta igualmente, como lo han demostrado los experimentos verificados en el arsenal de Woolwich, una facultad bien superior para resistir á las influencias destructoras de los gases de la pólvora de cañon.

Es preciso aún añadir, que con los cañones de bronce se tendrá la ventaja de recuperar otra vez, despues de su destruccion, una gran parte de su costo de adquisicion, miéntras que los cañones de acero fuera de servicio no tienen sino un valor casi nulo, por no decir completamente nulo, con relacion á su precio primitivo.

Los fabricantes de acero fosforoso que han seguido el camino trazado por los señores Künzel y Montefiori son muchos: la mayor parte de ellos recurren al procedimiento más sencillo, que consiste en introducir simplemente, en el baño metálico en fusion, cilindros de fósforo que, con objeto de evitar su inflamacion inmediata, se recubren de antemano con una capa delgada de cobre adherido, introduciéndolos al efecto en una disolucion de sulfato de cobre.

De cualquier modo que sea, y aún cuando la cantidad de fósforo necesaria para dar al bronce fosforoso sus preciosas cualidades sea muy pequeña, es preciso añadir un gran exceso, porque arde en gran cantidad en la superficie del baño.

Como este método elemental presenta serios peligros, el procedimiento empleado por los primeros inventores consistia en producir desde luego cobre fosforoso muy cargado de fósforo, el cual se añadia en tal estado al bronce en fusion, para incorporarle la cantidad necesaria de fósforo. El crisol de fusion del cobre debe estar embrascado con una mezcla de polvo de huesos, de sílice y de carbon, y se añadirá al metal, para facilitar la fundicion, un poco de



sosa y de vidrio, ó bien polvo de vidrio lechoso (que se obtiene con huesos calcinados al aire libre), mezclado con polvo de carbon vegetal.

Así, por ejemplo, se empleará la siguiente mezcla para hacer la brasca:

Sílice. . . . .	14 partes.
Polvo de huesos. . . . .	18 —
Carbon en polvo. . . . .	4 —
Sosa. . . . .	4 —
Vidrio molido. . . . .	4 —

Se forma una pasta con esta mezcla y una disolucion de goma arábica, y se amasa fuertemente, con la que se enloda ó reviste el crisol, y se deposita el cobre granulado que se cubre con una capa gruesa de la misma composicion, despues de lo cual se coloca la tapadera, se embarra y se calienta al rojo. La sílice reacciona sobre el fosfato de cal, apoderándose de su base, y al mismo tiempo el ácido fosfórico libre es reducido al estado de fósforo y pasa al metal: si se prolonga la reaccion manteniendo una temperatura elevada bastante tiempo despues de la fusion, se obtiene un boton metálico rojo-gris, bien fundido, y perfectamente exento de burbujas, que contiene hasta 3,25 por 100 de fósforo, y puede servir en seguida para adicionarlo en proporciones definidas á los baños en fusion, con el objeto de obtener el bronce fosfórico industrial.

Este procedimiento tiene un inconveniente: la pérdida del cobre y la imposibilidad de usar

exactamente las aleaciones especiales hechas con bronce viejos.

El Sr. Guillemin ha obtenido privilegio por un procedimiento mucho más sencillo que emplea actualmente en la fundición de los hermanos Lehmann: introduce el fósforo al estado de combinación especial con la sal, y en la proporción que se desea, sin alterar en nada las proporciones ya establecidas para el baño de fusión, y sin que ninguna de las materias extrañas introducidas persista en el baño. El señor Guillemin ha realizado de este modo notables economías.

Sabido es que los mejores bronce se obtienen por fundiciones repetidas de los metales viejos: pues bien, el Sr. Guillemin ha observado que en cada nueva fusión el estaño desaparece en la proporción de 4 por 100, próximamente, de la cantidad de este metal existente en un principio, de suerte que, para mantener los dosados, es preciso á cada operación añadir un poco de estaño, sin lo cual este último no tardaría en desaparecer completamente.

Pero esta oxidación ha producido óxido de estaño, y una porción de este óxido, que queda disuelto en el metal, contribuye á privarle en parte sus propiedades más recomendables; la resistencia y la dureza: ciertos bronce viejos, sometidos al análisis, han acusado la presencia de 1,50 por 100 de oxígeno. Ahora bien, según el Sr. Guillemin, el fósforo no tendrá otro efecto que reducir los óxidos de estaño y de cobre, de suerte que tendrá así una acción

de afinacion análoga á la que el Sr. Parson atribuye al manganeso para explicar las ventajas que presenta el bronce mangánífero.

El Sr. Guillemin no incorpora nunca á sus baños metálicos más de 5 por 100 de fósforo, y cuando la reaccion se ha verificado, sólo queda de 2 á 3 por 100.

Sería, por lo demas, inútil que quedase fósforo en el bronce, y si fuera posible usar con bastante exactitud las mezclas para que hubiese la cantidad justa de fósforo para producir la afinacion, sin que quedase despues en la liga, se conseguiria la perfeccion, obteniéndose entónces un bronce absolutamente puro con todas las cualidades que se desean.

Resulta de aquí, que el nombre de *bronce fosforoso* es absolutamente impropio; deberíase llamar *bronce afinado por el fósforo*. De cualquier modo que sea, el bronce contiene siempre indicios de fósforo, pues en la imposibilidad de emplear la cantidad justa de éste, es preciso un ligero exceso, á fin de producir la completa afinacion con seguridad.

**BRONCES DE NIQUEL.**—El cobre forma con el níquel y zinc varias ligas industriales que no son todas de empleo corriente. Una de estas composiciones ricas en níquel está formada del modo siguiente:

Cobre. . . . .	47
Níquel. . . . .	34
Zinc. . . . .	19

Este metal no resiste el choque de las herramientas y sólo se emplea en la fundición. La liga más rica que le sigue contiene:

Cobre. . . . .	65
Niquel. . . . .	25
Zinc . . . . .	19
	100

Conócese ésta con el nombre de niquelina y se fabrica como producto corriente en París, y es susceptible de ser colada perfectamente y producir piezas que tienen todo el brillo y las propiedades de dureza é inalterabilidad del níquel puro: son, desde luégo, muy superiores á los mismos objetos fabricados en hierro y níquelizados, pues en este último caso la capa de níquel es rápidamente separada en todos sus puntos por el desgaste de dichos objetos sometidos á frotamientos repetidos. En estas condiciones la niquelina conviene perfectamente á la fabricacion de todos los objetos pequeños, como alfileres, botones, clavos, etc., etc.; tambien podrá en gran número de casos reemplazar con ventaja la fundición maleable.

### III.

#### COMBUSTIBLES.

COMBUSTIBLES MINERALES.—Divídense generalmente los combustibles minerales ó fósiles en tres grandes clases: el lignito, la hulla y la



antracita. La antracita y la hulla pertenecen, por su situacion, á los terrenos de transicion y á los secundarios; los lignitos son los combustibles que se encuentran en los terrenos terciarios.

Las hullas, en su mayor parte, se explotan en una formacion que compone la parte superior de los terrenos de transicion, y se llama por eso gran formacion carbonífera. En la parte inferior de esta formacion nunca se ha encontrado más que un combustible muy seco, que sólo pierde muy corta cantidad por la calcinacion, y toma el nombre de antracita.

De algunos experimentos de Regnault se desprende, que la cantidad de carbon producida por destilacion es tanto mayor cuanto el combustible encierra ménos hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

La propiedad aglutinante que tienen las hullas, es decir, la facultad que tienen de reblandecerse y aglutinarse por la accion del calor, depende principalmente de la relacion entre el hidrógeno y el oxígeno. Cuanto más hidrógeno haya respecto al oxígeno, más aglutinante será la hulla.

Las antracitas arden con dificultad, con una llama débil, sin aglutinarse ni reblandecerse por la accion del calor. Muchas variedades de este combustible tienen la propiedad de decrepitar y reducirse á pequeños fragmentos por la primera impresion del fuego.

La antracita se emplea para calentar las calderas y cocer la cal. Las variedades que no de-

crepitan pueden emplearse además con ventaja para fundir los minerales de hierro en los altos hornos y para los usos domésticos.

Las hullas crasas y duras son principalmente estimadas para la fabricación del cok. El producto de su carbonización es poco esponjoso, denso y dotado de una fuerte cohesión. Usase perfectamente en las operaciones metalúrgicas para la fusión de los minerales de hierro.

Las hullas grasas, llamadas por los franceses *maréchaux*, y las hullas grasas de llama larga son las que mejor convienen para las herrerías y para calentar los hornos de reverbero á una alta temperatura. Las hullas grasas de llama larga convienen perfectamente para la fabricación del gas para el alumbrado, porque suministran muchos productos gaseosos cargados de carburo de hidrógeno en cantidad suficiente para asegurar su poder luminoso.

Las hullas secas de llama larga dan un cok que no tiene consistencia alguna.

Los lignitos sirven para las evaporaciones, para calentar las calderas, para cocer la cal y los ladrillos y para la calefacción doméstica; su temperatura de combustión es poco elevada.

EMPLEO DE LOS COMBUSTIBLES MINERALES EN LAS FUNDICIONES.—El combustible mineral se emplea en las artes industriales bajo tres estados: sólido, líquido y gaseoso; pero aún cuando se podría fácilmente emplear en el arte del fundidor en estado líquido y en el gaseoso, su uso no está aceptado. Por esto hablaremos solamente de su empleo al estado sólido.

Cada una de las tres especies de combustibles minerales que hemos indicado (hulla, lignito y antracita) presenta, como sabemos, gran número de variedades; pero la hulla se usa en las fundiciones como de empleo más ventajoso. Al estado natural sirve en los hornos de reverbero y en el de cok en el cubilote y en el horno de crisoles. Sin embargo, en este último horno, una disposición apropiada del mismo horno, del hogar y de la rejilla permitiría muy fácilmente servirse siempre de la hulla.

Compréndese, sin que sea necesario insistir sobre este punto, que las hullas de llama larga son las más aptas para el horno de reverbero. En este caso, la corriente gaseosa es ménos oxidante; por consiguiente disminuyen las mermas de metal. Púedese también hacerla carburante, conduciendo el horno convenientemente. Esta circunstancia puede tener bastante importancia en ambos casos; pero no se obtiene sino con un gran consumo de combustible. El medio consiste en tener una bóveda muy rebajada, en cerrar herméticamente todas las aberturas del horno, inclusa la del atizador, y en entretener constantemente sobre la rejilla 8 á 10 centímetros por lo ménos de hulla, con el objeto de no dejar pasar á través del carbon la menor cantidad de aire sin que pierda su oxígeno. Se ha observado que un horno inyectado da resultados más acentuados y enérgicos que los de frio natural. Es muy á propósito recurrir á este medio cuando se tienen fundiciones demasiado avanzadas que se quieren recarburar, ó fundi-

ciones grises á las que se quiere conservar en la fusion el grado de carburacion. Este resultado, sin embargo, ya veremos que se puede obtener en los cubilotes.

La pureza del cok varía con la de la hulla de que procede; pero siempre es menor que la de esta última, por la razon de que las materias estériles, salvo un poco de azufre, no siendo volátiles, quedan enteramente como residuo en el cok. De suerte que, por ejemplo, cuando la hulla contendrá, término medio, 10 por 100 de materias estériles y producirá en peso 70 por 100 de cok, las materias estériles de este cok serán 14 por 100 de su peso.

Independientemente de la cantidad de materias estériles contenidas en el cok y á igualdad de todas las otras circunstancias, por otra parte, el mejor cok será siempre el más denso y más duro. Así 100 kilogramos de cok muy denso y muy duro de cierta riqueza en carbono, producirán más efecto útil que 100 kilogramos de otro cok de igual riqueza, ménos duro y ménos denso. Esto se debe únicamente al modo de carbonizacion empleado para producirlo. La misma hulla que, carbonizada lentamente, dará un cok de primera calidad, suministrará un cok tierno, poroso y muy mediano si la carbonizacion es rápida. Esto explica por qué los coks de las fábricas de gas de alumbrado que se fabrican en cuatro horas, son ménos á propósito á la metalúrgia que los coks obtenidos por una carbonizacion de treinta y seis horas de duracion, por lo ménos.

Hasta aquí no se ha encontrado la explicacion del fenómeno, anormal en la apariencia, de dos coqs procedentes de una misma hulla, de igual riqueza en carbono, igual cantidad en materias estériles, en una palabra, igual composicion química, y no difiriendo sino por su estructura y la duracion de su fabricacion, dando en su empleo, el uno,—el de fabricacion rápida,—malos resultados; el otro,—el de fabricacion lenta,—los mejores resultados. Pero si se considera que su combustion completa engendra la misma cantidad de ácido carbónico y desarrolla la misma cantidad de calor, deberáse concluir que deben dar lugar á los mismos efectos caloríficos. Sin embargo, esta consecuencia no se verifica. De aquí, que se puede racionalmente atribuir la diferencia de los efectos observados á la diferencia de estructura de estos dos coqs. Esta apreciacion es verdadera, pero no completa, pues no enseña por qué esta diferencia de estructura entraña semejante diferencia en los efectos. Hé aquí el complemento de la explicacion. Se ha demostrado que el calor es una propiedad que pertenece exclusivamente á la electricidad, siguiéndose que el fenómeno llamado luz Drummond es debido á la acumulacion de la electricidad en el cuerpo en que se produce; que esta acumulacion resulta de la resistencia que la electricidad encuentra á su paso á través el cuerpo considerado, y puede engendrar una temperatura capaz de fundir y de volatilizar los cuerpos mas refractarios; que este fenómeno tiene una generalidad absoluta,

que sucede siempre, en las mismas circunstancias, en todos los cuerpos, pero con las diferencias en su intensidad que resultan de la manera de ser de los cuerpos.

Estas consideraciones conducen á deducir que si, en el ejemplo ántes citado de los dos coks, hay la misma cantidad de calor producida por su combustion completa, hay, por otra parte, una cantidad de calor desapercibida, debida á su diferencia de estructura y de densidad, de que no se tiene cuenta en el cálculo del calor engendrado, que representa precisamente la diferencia de efectos notados, y que da cuenta clara de la anomalía aparente de que venimos ocupándonos.

Hay gran interes en tener el combustible en local cubierto. Para que se vea hasta qué punto es esto importante, damos el siguiente estado en el que figura la pérdida en calor y en carbono correspondiente, debida al agua que puede impregnar el cok, desde 0 hasta 10 por 100 en peso. Para hacer este estado aplicable á la práctica, quedando en condiciones medias, hemos admitido: 1.º que el agua ha sido absorbida á 0º para el cok, y expulsada en vapor á 100º; 2.º que el calor absorbido por un 1 kilogramo de agua á 0º para trasformarse en vapor á 100º, es, segun Regnault, de 637 calorías; 3.º que la potencia calorífica del carbon es de 8080 calorías, segun Fabre y Silbermann; 4.º y último, que la cantidad de materias estériles contenidas en el cok de que se trata es de 10 por 100.

Peso bruto en kilogramos.	Materias estériles en kilogramos.	Agua por 100 kilogramos.	Peso neto del carbon en kilogramos.	Calor teórico de la combustion completa. — Calorias.	Calor absorbido por el agua á 0° para transformarse en vapor á 1 0° — Calorias	Calor teórico neto utilizable. — Calorias.	Carbon correspondiente al calor absorbido por la vaporizacion del agua. — Kilogramos.
100	10	0	90	727200	0	727200	"
100	9,90	1	89 10	719928	637	719291	0,0788
100	9,80	2	88,20	712656	1274	711382	0,1576
100	9,70	3	87 30	705384	1911	704473	0,2365
100	9,60	4	86,40	698112	2548	695564	0,3153
100	9,50	5	85,50	690840	3185	687655	0,3941
100	9,40	6	84,60	683568	3822	679746	0,4729
100	9,30	7	83 70	676296	4459	671837	0,5518
100	9 20	8	82 80	669024	5096	663928	0,6306
100	9,10	9	81,90	661752	5733	656019	0,7095
100	9,00	10	81,00	654480	6370	648110	0,7883

Por medio de las indicaciones que suministrará este cuadro será fácil determinar la pérdida de efecto útil que resultará de la presencia de una cantidad cualquiera de agua en un cok cualquiera, comparativamente al mismo cok seco. Para ello bastará tomar bien exactamente un peso determinado de este cok, supuesto uniformemente húmedo, someterlo á una temperatura de cien y algunos grados, durante bastante tiempo, una ó dos horas, por ejemplo, para que se equilibre bien con esta temperatura y que toda su agua se volatilice. Hecho esto, se le pesará de nuevo, y la diferencia de las dos pesadas será el peso del agua contenida en este cok. Un simple cálculo dará la proporción por ciento, y por consiguiente la cantidad de carbono reemplazado, peso por peso, por esta agua. Despues se calculará con arreglo á los datos del estado la cantidad de carbono que corresponde á este calor. Esta cantidad de carbono, añadida á la que representa el peso del agua, forma la pérdida total causada por la presencia del agua.

Hay gran interes en aplicar un procedimiento análogo á la determinacion de la cantidad de las materias estériles del cok; pues en primer lugar el comprador las paga como carbono; despues, no solamente estas materias estériles reemplazan igual peso de carbono, sino que tambien es preciso para liquidarlas añadir cierta cantidad de fundente, que exigirá á su vez una cantidad correspondiente de calor para reducirse á escoria y salir incandescente del cubi-



lote. Esta circunstancia tiene por efecto disminuir otro tanto la proporcion real de carbono. Es verdad que muchos fundidores, sea por ignorancia, sea por una mala entendida economía, se abstienen de añadir fundente á las cargas, pero esto no es sino consecuencia de un falso cálculo que no produce la economía esperada, pues el fundente, en este caso, es suministrado por el hierro de la fundicion. Este hierro pasa al estado de protóxido para hacer un silicato fusible con la sílice del cok.

El medio de graduar la proporcion de las materias estériles del cok consiste en reducir á polvo impalpable cierta porcion de éste, cuyo polvo deberá representar la composicion media del cok de que se trate, tomar despues un peso de 20 ó 30 gramos de este polvo impalpable, ó más si se quiere, y de incinerar al contacto del aire en una cápsula de porcelana, de plata ó de platino. Actívase la combustion removiendo la materia con una espátula de plata ó platino. El peso de la ceniza, comparado con el del carbon en polvo sometido á esta incineracion, da la cantidad de materias estériles. Para determinar la naturaleza y la proporcion del fundente que deberá añadirse en las cargas, se podrán someter estas cenizas al análisis. Pero se puede estar seguro de antemano que la mayor parte de estas cenizas se compone de sílice tanto libre como combinada. Se podrá igualmente determinar esta cantidad de fundente por tanteos fáciles de operar, haciéndola variar poco á poco en las cargas, hasta que se haya conse-

guido una marcha satisfactoria del cubilote.

Conviene notar que se conseguirá un grado de exactitud, tanto más grande en la determinacion, sea de la cantidad de humedad, sea de las materias estériles, cuanto mayores sean las masas sobre que se opere.

COMBUSTIBLES VEGETALES.—Aun cuando la industria divide los combustibles en dos grandes clases, los combustibles minerales ó fósiles y los vegetales, division que tambien aceptamos nosotros por lo generalizada, conviene observar que todos los combustibles tienen el mismo origen, á saber, el reino vegetal.

Los combustibles vegetales son la leña y el carbon vegetal, ó sea el resultado de la carbonizacion de aquella; de suerte que este carbon es respecto de la leña, lo que el cok á la hulla. Considerábase tambien por algunos, y no sin fundamento ciertamente, la turba entre los combustibles vegetales.

En el estado de vegetacion, la leña ó la madera está constituida, como es sabido, por un tejido fibroso, al traves del cual circula un líquido llamado sávia.

Sometida á la accion del calor, comienza la madera á alterarse hácia los 120°; se ennegrece, y á medida que la temperatura se eleva, pierde una parte más y más considerable de su peso.

El carbon de leña de buena calidad es de un negro brillante, quebradizo y sonoro. Su densidad en estado de polvo es casi el doble de la del agua, pero la aparente es mucho menor en razon de los poros que tiene el carbon. Se

admite generalmente que el metro cúbico de carbon de leña dura pesa de 210 á 230 kilogramos (sobre 10 á 11 libras el pié cúbico), y el de carbon de leña blanda de 180 á 200 kilogramos (sobre  $8\frac{1}{2}$  á  $9\frac{1}{2}$  libras el pié cúbico).

El poder calorífico del carbon de leña está comprendido entre 6.500 y 7.000.

El carbon de leña posee la propiedad, muy singular, de absorber un gran número de gases, y algunos en cantidad considerable, como el amoniaco y el ácido hidroclórico. El carbon recientemente hecho y expuesto al aire absorbe ocho ó diez veces su volúmen. Asimismo condensa, por lo comun, del vapor de agua el 8 ó 10 por 100 de su peso.

El carbon de leña que proviene de maderas duras es preferible para los usos en que se quiere obtener una temperatura muy elevada.

EMPLEO DE LOS COMBUSTIBLES VEGETALES EN LAS FUNDICIONES.—Los combustibles vegetales se recomiendan por su pureza casi absoluta; pero esta condicion, tan preciosa en las otras partes de la metalúrgia, no basta en la fundicion, y dos causas los excluyen casi siempre de esta industria. La primera es su precio mayor que el de los combustibles minerales, teniendo en cuenta el efecto calorífico que produce cada uno de estos y de los vegetales; la segunda es su falta de resistencia al fuego y la combustion incompleta que resulta por consecuencia de su transformacion en su mayor parte en óxido de carbono y no en ácido carbónico. Consignaremos, no obstante, que el carbon de turba convenien-

temente preparado con la turba comprimida y bien depurada no es inferior al mejor cok.

El carbon vegetal puede en algun caso especial prestar muy buenos servicios; por ejemplo, en los hornos de crisol cuando el cok arde mal, por su mala calidad ó la gran cantidad de materias estériles que contiene. En este caso, con efecto, se activará mucho la combustion mezclándole al cok carbon vegetal.

La leña puede emplearse cuando sea abundante y muy barata en los hogares de los generadores de vapor,—si se emplea este motor en la fundicion,—ó en las estufas y secadores.

## I.

### GENERALIDADES SOBRE UN ESTABLECIMIENTO DE FUNDICION DE HIERRO.

EMPLAZAMIENTOS.—Un establecimiento de fundicion de hierro debe ser en primer lugar de fácil acceso á los carruajes. Compréndese la importancia de esta condicion, en cuanto se observe que generalmente son en extremo pesados los objetos que hay que trasportar al primero, así como las primeras materias que hay que allegar á la fábrica.

Con motivo de la economía de los trasportes que, por sí sólos, pueden en muchos casos tener una gran influencia en el fiasco ó la prosperidad de una fundicion, debe ésta establecerse, todo lo posible, cerca de todos los diferen-

tes medios de transporte, caminos ordinarios, caminos de hierro y vías acuáticas.

Por último, debe estar cerca de los centros de consumo, si bien la economía de los transportes extiende considerablemente su radio de alimentación y salida de sus productos.

Todas estas condiciones determinan la elección entre varios emplazamientos.

PROPORCIONES Y DISPOSICIONES.—Una fábrica de esta clase debe ser espaciosa en todas sus partes, y jamás el exceso de espacio es un defecto; pues puede llegar que el curso de los negocios conduzca á hacer aprovisionamientos importantes para los cuales es preciso espacio, ó á emprender trabajos que exigirán montajes en la misma fábrica y además aparatos de montaje, lo que necesita todavía cierto desarrollo de espacio. Por estos diferentes motivos es ventajoso siempre tener varias salidas al exterior para la entrada de los materiales y la salida de los productos; pero sólo se destinará una para el paso del personal, á fin de poder tener la seguridad de ejercer una vigilancia eficaz.

Esto explicado, y ántes de hablar de las disposiciones respectivas de las diferentes partes que componen el conjunto completo de la fundición, digamos cuáles son estas partes:

- 1.º Portería y habitación del portero.
- 2.º Oficina y habitación del Director.
- 3.º Un cuarto de báscula, comprendidos los aparatos de pesar, balanzas, básculas, pesos, etcétera, cubierto todo.
- 4.º Cobertizo para el cok, las arenas de

moldeado, el ladrillo, una pequeña máquina de vapor de dos ó tres caballos, ó un malacate en su lugar, que sirven para mover: 1.º un ventilador para los cubilotes; 2.º los aparatos empleados para dar á las arenas el grado necesario de homogeneidad y finura, para reducir á polvo impalpable el carbon necesario para el molido, y en fin, para verificar la mezcla de las materias.

5.º Un quebrantador para romper los pedazos de fundicion demasiado voluminosos destinados á ser fundidos.

6.º Un taller de modelado sobre el que irá su almacen para depositar los moldes y las maderas de aprovisionamiento.

7.º Un almacen para ciertas materias menudas tales como grasa, aceite, colores, clavería, alambre, pequeñas herramientas, etc.

8.º Taller de fundicion, ó fundicion propiamente dicha. Comprende este taller los cubilotes, los hornos de crisol para las fundiciones al crisol, las gruas y el material de fundicion, marcos ó cajas, estufa de secar los moldes, y hasta la máquina de vapor á veces, si hay oportunidad en colocarla en este taller mejor que en el almacen donde ántes la hemos colocado.

Es evidente, por lo demás, que la posicion de cada una de estas partes en el conjunto de una fábrica dependerá mucho de la forma del emplazamiento sobre el cual se trate de montarla.

La forma del emplazamiento de una fundicion puede variar hasta el infinito sin inconveniente, pudiéndose adoptar tambien disposi-

ciones particulares diferentes en cada fábrica; además, y para un mismo emplazamiento, existirán siempre una gran porción de maneras casi equivalentes para combinar las diferentes partes de la fundición una con relación á otras, cuya disposición puede también ser influenciada por el género de producto que se trate de obtener, y aún á veces por la existencia sobre el emplazamiento escogido de antiguas construcciones de que se quiera sacar partido.

Entremos ahora en los detalles relativos á cada una de estas partes. Pero ántes de pasar adelante, sentemos el principio de que la economía más severa debe presidir á todos los gastos de construcción y que debe prescindirse en absoluto de todo lujo. El objetivo de todo establecimiento industrial es el beneficio á realizar, por lo tanto, todo lo que se aleje de este objeto debe ser rigurosamente descartado. Esto no se refiere en ningún caso á lo que concierne al mejoramiento de los procedimientos y á los perfeccionamientos de los aparatos.

Con objeto de dar salida fácil hasta á las mayores piezas, se debe dar á la entrada de la fundición un ancho de 4 metros.

En la disposición de las oficinas, se deberá procurar la facilidad de establecer un taller de delineación para el caso en que se necesite. En las grandes fábricas se encuentra casi siempre en el caso de hacer trabajos tales como puentes, mercados, depósitos, etc., que entrañan la necesidad de hacer proyectos, y con este objeto de tener dibujantes. Sucede también con fre-

cuencia que los clientes tienen necesidad de objetos sobre cuyas formas no se han fijado, y se presenta en tal caso la necesidad de suplir su incertidumbre por un proyecto del objeto pedido. Por último, existen muchos objetos de uso habitual, variables al infinito en sus formas, tales como los artículos de ornamentación de que ciertas fundiciones adoptan la fabricación como una especialidad, y que exigen todavía la intervención del dibujante para recibir las modificaciones que el gusto y la moda pueden exigir.

El cuarto de báscula es una parte esencial de una fundición. Exige solamente las dimensiones necesarias para el emplazamiento de una mesa, una silla para el encargado y el brazo de palanca graduado de la báscula fija, situada delante en el piso del paso de los carros. En total, se necesita una superficie de 2 metros cuadrados á lo más.

El almacén de los objetos menudos debe estar dispuesto de modo que todos ellos se vean a la simple vista.

En lo que concierne al taller de ebanistería ó elaboración de los modelos de madera, debe tener las dimensiones necesarias para su objeto, es decir, para la confección de modelos y para el almacenaje de las maderas. Debe estar todo lo aislado que sea posible, y en un sitio al abrigo de los incendios, en cuanto sea dable.

Las proporciones del almacén de las materias y su emplazamiento quedan determinadas por su destino mismo. En general es un cober-



tizo ó sotechado, simplemente, lo más económico posible, montado sobre pilares. Naturalmente, debe estar colocado á la menor distancia posible de los puntos donde se consumen las materias, esto es, cerca de los cubilotes y de los hornos.

Para subir las cargas de los cubilotes se emplea á veces un plano inclinado. Pero cuando la importancia de la fábrica exija una máquina de vapor, será siempre mejor accionar por medio de esta máquina una trasmision de movimiento para elevar las cargas al nivel que se quiera.

El taller de fundicion debe estar muy ventilado y tener muchas luces. La cubierta debe disponerse de suerte que puedan encontrar fácil salida las considerables cantidades de vapores, de gases, de humos y polvo que se forman en el taller.

MÁQUINAS Y APARATOS.—Sin perjuicio de describir y detallar á medida que lo exija el curso de la obra las diferentes máquinas y aparatos que deben ó pueden figurar en una fundicion, vamos á hacer sobre las mismas una enumeracion general.

Las máquinas y aparatos de una fundicion son muy variadas, y como es consiguiente, figuran siempre proporcionalmente á los trabajos que en la misma deben ejecutarse. Además, puede decirse que en gran número de casos, esta maquinaria debe sufrir modificaciones, al ménos temporeras, exigidas por la diversidad de los pedidos que pueden ocurrir y que pueden reclamar disposiciones especiales. No po-

demos, por lo tanto, hacer otra cosa que presentar una nomenclatura sumaria de todos los objetos del material ordinario de una fundicion de importancia.

Este material comprende los objetos siguientes: máquinas de vapor, quebrantador, grúas, molinos para arena, carbon y para la mezcla, estufa, vía férrea, hornos, ventilador, hoyos para la colada de las piezas altas, cazos de colada, palas, agitadores, espetones, tenazas, ganchos, calienta palas, hogares portátiles para calentar las piezas, cubos de hierro, codillos de fundicion y palastro y embudos de palastro sobre piés para colar la fundicion, marcos de toda especie, formas y tamaños, armazones de hierro y linternas de todos tamaños con sus árboles para núcleos ó almas, cajas para arena, fuelles de mano, modelos de todos géneros, forja ordinaria, yunque, martillos y pequeños útiles de fragua, limas de fundicion para limpiar las piezas, cepillos, y muchas herramientas para el modelado como compases, cucharas, paletas, etc., etc., que por su importancia indicamos en la lámina en que las figuras representan respectivamente:

- 1 Compás sencillo.
- 2 Id. fijo ó de seguridad.
- 3 Id. de trazar.
- 4 Id. de gruesos guarda-medida.
- 5 Id. muelle.
- 6 Id. doble de gruesos.
- 7 Id. de gruesos sencillos.
- 8 Id. de gruesos y patas.

- 9 Compás de patas.
- 10 Calibre.
- 11 Doble cucharilla ó espátula.
- 12 Alisador.
- 13 Otro alisador para partes curvas.
- 14 Gancho.
- 15 Doble espátula.
- 16 Corchete de curva circular para junquillos salientes.
- 17 Paleta.
- 18 Larguero.
- 19 Gancho y espátula circular.
- 20 Gancho de media caña.
- 21 Nivel de hierro ó cobre.
- 22 Alisador de portecas.
- 23 Id. plano.
- 24 Boton
- 25 Espeton.
- 26 Gancho. { Para la descarga y limpia del
- 27 Lanza. { cubilete.
- 28 Pala.
- 29 Alisador de ángulo.
- 30 Id. plano.
- 31 Terraaja.

## II.

## PREPARACION DE LOS MOLDES.

ARENAS.—Como las sustancias propias para la confeccion de los moldes deben ser, ante todo, refractarias, es decir, que estén á cubierto de los efectos del calor, la arena, que no

puede fundirse ni cocerse, es la materia más común para este uso. Tiene además otra ventaja, la de formar masa muy porosa, lo que facilita el desprendimiento de los vapores; una sustancia demasiado compacta impediría este desprendimiento por los poros del molde y determinaría el venteado del metal. Sin embargo, la arena pura, tal como se encuentra con frecuencia en las orillas del mar, sin arcilla, no tiene la consistencia necesaria, y no puede, por lo tanto, tomar todas las formas del modelo; es preciso, pues, añadirla una materia pegajosa, ó más bien liante, con el fin de obtener la plasticidad indispensable. La materia más á propósito es la arcilla ó la greda, que se puede añadir á la arena para componer una mezcla que reúna todas las propiedades exigidas. La arcilla ordinaria ó la greda se añaden, por lo general, en la proporción de un 10 por 100 de arena; si la arcilla es pura, un 5 por 100 basta. Bueno es hacer pasar la mezcla por un molino de cualquier sistema, á fin de que esté más homogénea. La proporción depende de la naturaleza de la arena y de la arcilla.

Se encuentra muy buena arena de modelar, naturalmente propia para el caso y conteniendo la cantidad necesaria de arcilla, en la orilla de muchos rios. Ha demostrado la práctica que la arena, que mejor conviene á la fusión del hierro y del bronce contiene, al estado natural, 5 por 100 de arcilla y 1 por 100 de óxido de hierro. Si contiene una cantidad mayor de hierro, ó lo que es ménos favorable aún, más cal ó magne-

sia, no será á propósito para la fundicion; la arena, ó ácido silícico, combinándose bajo la accion del calor con el hierro, la cal y la magnesia, aenúa la limpieza de la forma y no puede, por consiguiente, producir más que un resultado defectuoso.

La experiencia es la mejor guia para darse cuenta de si una arena es buena para el moldeaje; pero algunos ensayos sencillos bastaran para determinar á *priori*, si merece ser ensayada. La buena arena deberá dejarse hacer fácilmente una bola, apretándola sencillamente con la mano, y obedecer á la menor presion de los dedos sin pegarse á la piel. Si no se presta bien ó si se pega á los dedos, inmediatamente hay que desecharla; lo mismo si es demasiado tosca ó si contiene mica. Esta condicion última puede considerarse como la más desfavorable de todas: la mica es á prueba del fuego, pero impide la cohesion. Se puede fácilmente, si no se tuviera buena vista, determinar su presencia por medio de una lente.

Muchas veces, en países en donde es difícil procurarse arena para moldear, se ha sustituido ésta por escorias de los altos hornos mezcladas con arcilla, levadura, cagarruta de caballo ó harina de guisantes. Se objeta al último de estos ingredientes orgánicos la gran cantidad de gas que se desprende de él y que determina el venteado del metal, si no se previene por medio de precauciones excepcionales la evaporacion de esos gases. Especies diferentes de fundicion exigen arenas de moldear, tambien va-

riadas, de las que hablaremos despues en detalle. Así, por ejemplo, los núcleos necesitan arenas rugosas y muy porosas; para moldeados complicados, se nesita arena nueva; la ya usada, quemada ó mezclada con el polvo del carbon, no puede convenir bajo ningun concepto.

Si la arena contiene demasiado óxido de hierro (más de 1 por 100), se puede, en cierta medida, remediar este inconveniente añadiendo antrácita ó polvo de cok; este procedimiento, reduciendo el hierro por el calor, impide la combinacion del óxido de hierro con el cuarzo y la formacion del flujo.

La mejor arena para moldear debe ser amarillenta, blanca ó gris; por lo general es demasiado débil. Si se destina á moldes no secados, no deberá contener tanta arcilla como para moldes pasados por la estufa; en cuante á estos últimos, necesario es hacer uso de arena de la mejor clase. Para grandes piezas de fundicion, la arena debe tener cuerpo, presentar grande adherencia y ser más bien gruesa que fina.

No queremos terminar este punto sin copiar las atinadas observaciones que sobre el empleo de la arena en el moldeado han hecho los señores Gillet y Lockert.

« Todos los fundidores saben que la arena de modelado debe presentar las siguientes propiedades:

1.<sup>a</sup> Una buena arena de moldeado no tiene un grano demasiado grueso, presenta suficiente grado de plasticidad y de trabazon, y es infusible á las temperaturas á que se hacen secar los

marcos ó á las del metal en fusion con el que se pone en contacto.

2.<sup>a</sup> Cuanto más fina y de aristas más vivas ha de ser la pieza moldeada, más fina debe ser la arena.

3.<sup>a</sup> La plasticidad que se da á esta arena humedeciéndola con agua debe ser tal que reproduzca las partes ó formas más delidadas del modelo, y, sin embargo, bastante cerrada para conservar y retener estas formas.

4.<sup>a</sup> Bajo el punto de vista de la trabazon se distinguen las arenas grasas y las secas, y se dice en consecuencia, moldear en arena verde ó húmeda, y en arena de estufa ó grasa; la arena seca no soporta la estufa, pero la grasa sí.

5.<sup>a</sup> La arena de moldeado consiste principalmente en arena cuarzosa con cierta mezcla de arcilla para darla trabazon; se la encuentra ya preparada en la naturaleza ó bien se la prepara por la mezcla de una arena grasa con otra seca, ó bien por una mezcla de arena seca con tierra grasa ó arcilla.

6.<sup>a</sup> El óxido de hierro no altera la cantidad de la arena de moldeado, pero una proporcion notable de cal puede disponerla á cocerse.

No es posible establecer un límite bien marcado entre la arena seca y la grasa, y las aptitudes del modelador ejercen una influencia sobre su calidad.

Las audiciones naturales de la arena son con frecuencia profundamente modificadas por diversos modos de preparacion. Por ejemplo, se hace una arena más seca por desecacion, ó una

ligera calcinacion, ó añadiéndola arena que ya ha servido; lo mismo se obtiene añadiéndola hollin, carbon vegetal, cok en polvo ó hulla. Aumentanse, por el contrario, sus propiedades de trabar por una mezcla de harina de centeno, de aceite, de jarabe, de levadura ó de cerveza alterada.

La manera general como se importa la arena depende de su composicion química y de sus cualidades físicas. Arenas de moldeado de igual composicion centesimal pueden tener propiedades diferentes, porque la sílice puede encontrarse bajo diferentes combinaciones químicas y de cuarzo en granos de grosor y formas variables.

Las propiedades físicas de la arena juegan un gran papel sobre su calidad, segun que el grano sea redondo, anguloso, conchóideo, y segun que los granos sean del mismo grosor, ó una mezcla de granos de diferentes tamaños, etc. Es evidente que la forma angulosa del grano y una mezcla de gruesos y pequeños granos, favorece la estabilidad de la arena, porque quedan puros, ménos grandes en la masa y basta menor cantidad de arcilla para cimentar el grano. Por consiguiente, el análisis químico sólo no permite componer una buena arena de moldeado, como se ha propuesto por algunos.

EMPLEO DE LA ARCILLA.--La arcilla tiene por objeto dar cuerpo y adherencia á la arena.

La tierra arcillosa blanquecina, adicionada de mucha agua, es excelente y debe siempre encontrarse á la mano; de otro modo, hay que



hacer secar la tierra, machacarla, tamizarla y mezclarla despues con gran cuidado, lo mejor en este caso es pasarla por un molino á triturrar. 10 por 100 de buena arcilla bastan para mejorar la arena más pobre; se puede emplear ménos si la arena es de mejor clase ó mayor cantidad, si la naturaleza de la arcilla lo exigiese. Evidente es que moldeados importantes y complicados necesitan una sustancia más sólida, y por consiguiente una porcion mayor de arcilla.

La greda es arcilla terrosa; se puede emplear sola, sin anexion de hierro, de cal, de magnesia ó materia alcalina. Esta última, endureciendo la greda y haciéndola más compacta, hace hervir el metal; le impide ademas soportar altas temperaturas, y los álcalis dan ademas á los metales un aspecto vítreo. Si la greda no es, pues, de buena clase, mejor es dejarla y no hacer los moldes más que con arena y arcilla. Aun si la greda es buena, siempre es mejor, para darla adherencia, añadirla cabellos, paja cortada, heno ú otras sustancias análogas, y, para hacerla porosa, añadir serrin y cagarrutas de caballo.

Siempre es costumbre ennegrecer el molde mezclando á la arena, á la arcilla ó á la greda polvo de carbon, lápiz-plomo ó polvo de antracita; se remedia así la tendencia que tienen ciertas clases de arenas de fundir ó dejar penetrar el hierro fundido entre sus granos, lo que produce moldeados duros y rugosos. El lápiz-plomo es, para prevenir este inconveniente, la

materia más ventajosa á emplear, atendido que es infusible y da mucha elasticidad al molde. No hay, sin embargo, que emplearlo en demasiado grandes proporciones, porque entónces el molde adquiriría excesiva densidad, lo que impediría la evaporacion de los gases y haría la fundicion porosa. El polvo de antracita es tambien eficaz para impedir se queme la arena, pero si se traspasa la medida requerida el molde pierde de su solidez; tampoco este polvo ha de ser demasiado fino, destruiría la porosidad necesaria, tapando todos los poros. El polvo de carbon bituminoso no ejerce la misma accion; produce un moldeaje muy poroso, pero ménos resistente, y no permite obtener contornos muy limpios y bien acentuados, atendiendo que atenúa los ángulos agudos y todas las impresiones finas.

Tiene un efecto particular sobre el hierro: que si se sumerge en un molde hecho de arena y de polvo de carbon, adquiere un grano duro y un aspecto pardusco. El polvo de cok es muy preferible y se hace gran uso de él; pero cuando se buscan superficies lisas y llanas se elige con preferencia el polvo de carbon de leña, que es el ingrediente casi exclusivo para trabajos poco considerables. Cuando se tiene que reproducir moldeados delicados nunca se debería emplear polvos de carbon, pero la superficie del molde habria de ennegrecerse con la llama de una bujía ó por medio de un fuego resinoso, lo que, sea dicho de paso, no nos parece muy cómodo.

Recientemente se ha hecho grande empleo de piedra de jabon. Esta piedra impide á la arena quemarse, pero no da moldeajes flexibles ó de ángulos bien determinados; de todos modos, hay que emplearla con precaucion, atendido que, como no tiene la propiedad de adherirse, hace la arena demasiado pobre. Es un hecho que si se hace mucho uso de ella acaba por deteriorar completamente la arena de fundicion. El polvo de carbon quema la arena, pero la piedra de jabon, á prueba de fuego, queda, se acumula y ocasiona con el tiempo demasiado porosidad, al propio tiempo que aminora demasiado las propiedades adherentes. Adiciones continuas de arcilla deterioran tambien la arena y la hacen demasiado densa; el polvo de carbon, y el de antrácita sobre todo, tienen, en resumidas cuentas, mejor efecto.

NEGROS PARA FUNDICIONES. — Hemos hecho mencion varias veces, en lo que antecede, del empleo de los carbones de leña ó de hulla en la formacion de los moldes. Las considerables ventajas de este empleo, y su consumo cada dia mayor, han estimulado á algunos industriales á destinar un establecimiento especial á la propagacion de dichos carbones pulverulentos con destino á las fundiciones, con gran economia para éstas. De estas fábricas, merece que digamos algo de la de los Sres. Mailfert y compañía, de Châtillon-sur-Seine (Francia).

Organizando con medios y un herramientaje que le son propios, la fabricacion de esos negros, han tenido el mérito de prestar á la in-

dustria metalúrgica un servicio tanto más importante, cuanto que sus productos presentan, como hoy podemos asegurar, condiciones de economía, de superioridad y de perfecta fabricación que creemos útil demostrar sumariamente, despues de expuesto y recordado, con algunos detalles indispensables, las necesidades á que responden y las condiciones exigidas para que su empleo sea ventajoso.

Cuando se trata de colar el hierro ú otro metal en los moldes, fácil es comprender que la mayor parte del éxito de la operacion depende de la manera con que el molde ha sido hecho.

Si el fundidor, á fuerza de cuidados y experiencia, ha logrado dar á la fundicion en fusion las cualidades de fluidez, de tenacidad, de homogeneidad y de suavidad que la son indispensables ántes de la colada, no debe ocuparse ménos,—y los detalles que anteceden prueban la importancia extrema que damos á este trabajo,—en dar á los moldes destinados á recibir la fundicion las condiciones que habrán de garantizar la perfecta ejecucion del moldeado, sin la que todas las demas cualidades serian enteramente perdidas, atendido que las operaciones de la fundicion y de la colada habrian de empezarse de nuevo.

Hay, pues, para los fundidores, el mayor interes en acondicionar bien sus moldes.

Uno de los elementos esenciales de esta buena condicion se encuentra en los carbones en polvo llamados negros, que deben concurrir, no en ciertos casos, sino siempre, por una parte

muy lata, al resultado de una colada, segun su naturaleza y los empleos á que se destinan.

Hay que reparar que de todos los ensayos hechos para encontrar el medio de colar la fundicion en moldes sólidos, en materias duras, ninguna ha logrado éxito; así es que no tenemos que quitar ni añadir nada, á consecuencia de nuevos descubrimientos, á lo que hemos dicho sobre los moldes en arena, cualquiera que sea su extrema fragilidad.

Hay, pues, si se hace uso de diferentes clases de moldes, en resumidas cuentas, su formacion deriva siempre del mismo principio, es decir, la arena adicionada de arcilla y de negros de especies diferentes.

Así, para piezas de mediano tamaño, el molde está hecho de arena y arcilla un poco húmedas, mezcladas con carbon de tierra pulverizado muy menudo (negro mineral), y cuya presencia tiene por objeto facilitar el desprendimiento de los gases que produce la colada del metal.

Cuando el molde ha recibido la impresion del modelo y la arena ha sido cuidadosamente apisonada á su alrededor, se levanta este modelo. En este momento y á pesar de todas las precauciones, ocurre á menudo en el molde algunos deterioros que se reparan inmediatamente.

Despues se salpica por medio de un saquito de tela lleno de polvos de carbon de leña (negro vegetal). Este polvo tiene por objeto aislar la arena del contacto de la fundicion en fusion y

evitar la combustion de la hulla, que ocasionaria nuevas degradaciones en el molde. Despues de guarnecer con ello toda la superficie impresa del modelo, el moldeador hace, con ayuda de la espátula y herramientas ordinarias, la operacion del pulimento.

Para las piezas de grandes dimensiones, el moldeado se opera poco más ó ménos como él, en arenas verdes; solamente que la arena debe ser más delgada y la pasta más trabajada. Cuando los batidores están terminados, se llevan á la estufa, en donde quedan hasta su perfecta desecacion. Pero para aislar el molde del contacto de la fundicion, el negro vegetal ya no basta; no podria resistir bastante á la accion del calor y se desprenderia bajo la presion del metal líquido. Entónces es preciso emplear una capa de negro que ofrezca más resistencia y adhiera más íntimamente á la arena. Esta capa se da por medio del negro de estufa.

La preparacion de los negros no puede hacerse al acaso. No hay para esto que tomar cualquiera hulla ni carbon de leña de cualquiera clase. Los unos y los otros son á veces de muy diferente especie ó naturaleza.

La experiencia ha demostrado que las hullas son más ó ménos grasas y facilitan más ó ménos el desprendimiento de los gases durante la colada; que hay, pues, que hacer eleccion, y que esta eleccion no es ménos importante para las hullas que para los carbones de leña que sirven de base á la fabricacion de los negros vegetales, porque hay algunos, en efecto, que

están menos expuestos que otros á inflamarse al contacto de la colada.

Esas elecciones son, pues, muy importantes. Los fundidores que operan por sí mismos la fabricacion de los negros en la fábrica, no tienen siempre ni el tiempo ni la posibilidad de proveerse de hullas y carbones escogidos, y se ven expuestos á encontrar, á causa de la imperfeccion de las materias empleadas, inconvenientes muy graves en el moldeado de los metales.

Procediendo á la produccion de los negros para fundiciones en una fábrica que han establecido especialmente con este objeto los señores Mailfert y compañía, han adoptado despues de largos estudios todas las indicaciones propias para guiarles con precision y certidumbre en la mejor composicion de las materias que debian entrar en esta fabricacion.

Conocido el punto de partida, han hecho sus acopios de hulla en las clases grasas al grado deseado, limpias y escogidas con el mayor cuidado.

Para asegurarse, en cuanto al carbon vegetal, de cuáles son las mejores esencias para la fabricacion de los negros vegetales, tales como el álamo blanco, el aliso, etc., tienen importantes explotaciones de montes que les permiten escoger las esencias más á propósito para la industria.

Tales son las condiciones en que se encuentran bajo el punto de vista de sus acopios de materias primeras.

En cuanto al material de fabricacion, ya lo hemos dicho, su fábrica ha sido especialmente fundada y surtida de herramientas para la produccion de los negros. Desde entónçes no han reparado en ningun gasto, ningun estudio para asegurar el medio de una fabricacion esmerada, rápida y económica. El poderoso material de que disponen les permiten entregar á la industria negros cuya composicion es mucho más perfecta que la de los negros fabricados en las fundiciones, y mucho más baratas, como vamos á explicarlo.

La economía en la produccion de la fábrica de Châtillon-sur-Seine resulta claramente de lo que hemos dicho ya, á saber: 1.º, de los acopios en grande escala de las primeras materias que entran en la fabricacion de los negros, y cuyos precios de compra son muy sensiblemente inferiores á los que los fundidores están obligados á pagar para proveerse de ellos en pequeñas cantidades; 2.º, de la pureza de los productos fabricados por obreros especiales y con ayuda de herramientas perfeccionadas; 3.º, de la cantidad considerable de los productos fabricados y que no se elevan á ménos de 30.000 kilogramos por dia.

Terminaremos estos apuntes dando sobre cada clase de negros algunos detalles particulares.

Los negros minerales se hacen con hulla pulverizada muy menuda y completa regularidad. Como todas las hullas no son en el mismo grado propias á la fabricacion de los negros minerales, y hay entre ellas algunas que dan á la



fundicion un color blanquecino de mal efecto y ocasionan á la superficie de las piezas defectuosidades á veces dificiles de reparar, la eleccion de las hullas que deben emplearse debe ser el objeto de minuciosas pesquisas. Despues de numerosos ensayos y observaciones, los señores Mailfort y compañía han determinado no usar más que hullas grásas y de diversas procedencias, que mezcladas en proporciones debidas, trituradas y tamizadas de un modo especial y empleadas en pequeña cantidad, producen una superficie de la fundicion todo lo más limpia posible, sin alterarla y dándola á la vez un lustre azulado muy estimado. Tienen cuidado de no escoger para esta fabricacion más que los carbones más gaseosos, comprados en gruesos panes, con el fin de escapar más seguramente á los peligros que podrian presentarse en el empleo de los menudos, susceptibles de contener materias impuras ó inútiles que perjudicarian al éxito del moldeado.

En cuanto á los carbones vegetales, no emplean en su fabricacion más que carbones de madera blanca, álamo blanco y arce, que por su naturaleza son más adherentes y ménos sujetos á inflamarse. Estos carbones se pulimentan mucho más fácilmente que los de madera dura, y dan por esto mismo más limpieza á las piezas. El inconveniente reconocido en los carbones de toda otra esencia que las que acabamos de indicar, es rodar delante de la paleta y desprenderse bajo la presion del metal en fusion durante la operacion de la colada.

Para obtener las dos cualidades, adherencia é incombustibilidad, no basta escoger las esencias de maderas, hay ademas que cocerlas con especiales cuidados.

La ventaja de los negros de estufa es el poder emplearse sin mezcla alguna, porque su preparacion es completa. La adicion de toda otra materia que el agua sería más bien perjudicial que útil. Basta, pues, para hacer usc de ellas, ponerlas al estado líquido por medio de una simple adicion de agua, cuya cantidad depende del grado de licuacion que se les quiera dar; segun el molde que se ha de llenar. Una capa dada demasiado espesa, por lo general no es buena; mejor es emplear el negro más líquido y dar dos manos para las piezas macizas. Es indispensable diluir el negro de estufa bastante tiempo ántes de su empleo (unas 24 horas), para permitir se fundan todas las materias que entran en su composicion; sobre todo hay que menearlo mucho durante su empleo.

Se fabrican dos clases de negros de estufa en Châtillon-sur-Seine. La una se destina especialmente á las gruesas piezas de bronce; la otra se busca principalmente para las piezas mecánicas y la fabricacion de los tubos de fundicion.

**PULVERIZADORES Y MEZCLADORES.** — Los molinos de carbon tendrán siempre pequeñas dimensiones, porque aun cuando sólo marchen cuando estén parados los cubilotes, darán más producto que el que podrá consumir la fábrica.

Se emplean molinos especiales para triturar el carbon, con el fin de impedir que se volati-

lice y se extienda por todas partes. Estos molinos consisten en un cilindro ó tambor de fundicion, que contiene cierto número de bolas, que se ponen en movimiento y se agitan, al propio tiempo que un movimiento de rotacion que se da al cilindro ó tambor al rededor de su eje, mientras que ese tambor, activado por una polea ó correa, gira con una velocidad de treinta vueltas por minuto; las balas ruedan sobre el carbon y lo trituran. El cilindro suele tener generalmente 3 piés de diámetro y 3 á 6 de longitud. Cada bala pesa de 10 á 20 kilogramos y se cargan várias en el cilindro ó tonel.

Este aparato da buenos resultados cuando se trata de obtener polvo extremadamente fino y en pequeña cantidad; pero como una gran parte de la materia completamente pulverizada continúa moviéndose inútilmente entre las balas é impide de este modo el perfecto contacto de los granos todavía no triturados con dichas balas, la produccion es muy pequeña con relacion á la fuerza motriz consumida.

Este inconveniente fué suprimido por M. Alban, que construyó el tonel con un tabique perpendicular que no llegaba á toda la superficie del cilindro; este tabique dividia de este modo el tonel en dos partes, de las cuales una servia á la trituracion y la otra al tamizado. Cargado el carbon, ó la arena, ó la arcilla, etc., de una manera continua por la abertura central de uno de los fondos, eran pulverizados en la parte cilíndrica que contenia las balas, y las partes más finas pasaban al tonel clasificadas por la rendija

que quedaba entre el tabique y la superficie del cilindro; los residuos de este clasificador eran de nuevo tomados por una cadena elevadora y volvian á la trituracion. El rendimiento del aparato de M. Alban era superior al de los trituradores anteriores; sin embargo, este sistema no era aún muy conveniente para una produccion considerable.

Con el objeto de conseguir el mejor resultado posible, han ideado MM. Sachsenberg y Brückner un triturador de la misma clase, pero dispuesto de modo que el polvo fino, á medida que se produce, es recogido y extraido fuera del aparato.

En las pequeñas fundiciones suele acudirse todavía, para la pulverizacion de los materiales del moldeado, á los molinos ordinarios de muela vertical, que constan de una ó de dos de éstas, que pueden ser de piedra ó de hierro fundido. Pero estos molinos han sido últimamente muy modificados con grandes ventajas en el trabajo; al efecto, la materia triturada por las muelas es recogida por un elevador de cadena y cangilones, que la deja caer en un tamiz conveniente, volviendo la parte gruesa ó no tamizada á sufrir la accion de las muelas.

La fig. 1.<sup>a</sup> representa un aparato inventado por M. Hanctin, destinado á triturar, pulverizar y mezclar las arenas del fundidor, entendiendo por este nombre la mezcla empleada en funde-  
ría de arena de cantera, llamada nueva, arena vieja ó que ha servido, y carbon mineral pulverizado. La máquina de que tratamos tiene por

objeto mezclar estos tres cuerpos al estado húmedo.

La claridad del grabado casi excusa la descripción de la máquina. Las jaulas esféricas *B*, libres de todo mecanismo, son simplemente arastradas, gracias á la rueda *C*, que recibe el movimiento de otra montada sobre el eje horizontal con la polea calada *D*. De este modo las jaulas se mueven en todos sentidos; sus asperezas dividen la arena, la trabajan, la revuelven, en una palabra, la frotan, y esto sin endu-recerla, como sucede en los molinos ordinarios. La arena nueva se mezcla toscamente por medio de una pala con arena vieja y hulla, y se echa en la cuba cilíndrica *A*.

La operacion exige solamente de tres á cuatro minutos para las arenas de mecánica, piezas medianas, y cinco á seis para las arenas fuertes de estufa. Para la descarga basta abrir la trampilla y se verifica en ménos de un minuto.

Servida por un sólo hombre esta máquina frota un metro cúbico de arena verde por hora; en tierras de núcleo y molde, puede hacerse hasta dos metros. Su instalacion es fácil, como su manejo, y sus deterioros muy raros.

DE LOS MODELOS.—En los importantes centros de poblacion se encuentran siempre carpinteros-ebanistas bastante hábiles para ejecutar los modelos que se les pueda encargar. En este caso, las fundiciones no hacen los modelos que necesitan, sino que los encargan generalmente, si son establecimientos de poca importancia; pero en las grandes fundiciones tienen

siempre un taller especial para la construcción de los moldes.

El arte del modelador consiste en ejecutar en madera las piezas tales como han de ser de metal después de la fusión. Como las fundiciones en general resultan con una contracción de 1 por 100, después de la colada, el metro del modelador tiene un centímetro más que el ordinario.

Siendo generalmente las piezas de fundición de grandes dimensiones, se dibujan sobre papel á la escala de  $\frac{1}{5}$  ó  $\frac{1}{10}$ . En este caso, el dibujo debe ser repetido en el taller de los modeladores, en tamaño natural y con el metro del modelador como escala, bien sea sobre tablas que se distribuyen á los obreros, ó bien sobre un entarimado.

Las piezas ejecutadas en madera, ó sean los moldes, deben satisfacer las siguientes condiciones:

1.<sup>a</sup> Poderlas retirar fácilmente del molde sin deformarlo.

2.<sup>a</sup> Dejar espacio para colocar los extremos de los núcleos, que son en general piezas que atraviesan la fundición de parte á parte, y no pueden sostenerse por el simple contacto de sus extremos con la pared interior del molde.

Para extraer fácilmente el modelo del molde, se le hace, si el caso lo exige, de varias piezas; por otra parte, se da á las caras indicadas, cilíndricas ó prismáticas en el dibujo, una ligera inclinación cónica ó piramidal.

Para colocar los extremos de los núcleos en

las paredes del molde, allí donde está indicado un vacío en el dibujo, se añade al molde un saliente, de longitud variable entre 1, 2, 3 y 4 centímetros, y de una sección igual á la de dicho vacío. En tal estado, se hace un molde de madera que se llama caja de núcleo, de forma interior á la del vacío de la fundición, aumentado del ocasionado por el saliente. Cuando este núcleo es cilíndrico de más de 3 centímetros y de una longitud de un metro por lo ménos, como sucede en los tubos y columnas, no se hace molde y se fabrica por procedimiento especial.

En general, las maderas más densas son las que más convienen para la confección de los modelos, porque éstas son las que sufren ménos. Pero la dificultad en encontrarlas y el elevado precio de las esencias más duras impiden poco ménos que en absoluto el uso de las mismas, y obligan á recurrir á las maderas ordinarias y abundantes en la localidad donde se encuentra montada la fundición. Púédese decir, por esto, que los modelos se confeccionan con toda clase de maderas, siempre que sean sanas y de hilo recto. Sin embargo, hácese una elección entre las especies que pueden emplearse. He aquí el nombre de las esencias más comunmente empleadas en modelería, con sus densidades:

Abeto blanco. . . . .	0,657
Cerezo. . . . .	0,715
Nogal. . . . .	0,700
Olmo común. . . . .	0,383
Fresno. . . . .	0,845

Cuando hay que hacer la colada de cierto número de piezas, es absolutamente necesario saber cuál es el peso de la fundición á que corresponde esta colada. Esto será cosa sencilla, si se puede medir exactamente y con facilidad en metros cúbicos el volúmen de los modelos sin deteriorarlos. En tal caso bastará, en efecto, multiplicar este volúmen por la densidad de la fundición, que es 7,207 y correr la coma en el producto tres cifras hácia la derecha, el número de este modo obtenido expresará el peso limpio de las piezas fundidas. Entónces, y para preparar al abrigo de error la operacion del fundido, bastará añadir, para compensar los desperdicios, 6 á 7 por 100 del peso así calculado de las piezas que deben fundirse; pero como es prácticamente imposible, ó poco ménos, emplear el procedimiento de la medida del volúmen, se salva la dificultad usando otro medio, que consiste en multiplicar el peso del modelo por la densidad 7,207 de la fundición que acabamos de dar, y en dividir el producto por la densidad de la madera que ha servido para la confeccion del modelo; el cociente expresa con gran aproximacion en kilogramos, si en kilogramos se ha tomado el peso del modelo, el peso en fundición de la pieza que debe moldearse.

Si el modelo que debe reproducirse en fundición es de varias especies de madera, será preciso calcular una media entre las densidades de las empleadas en este modelo, teniendo en cuenta, naturalmente, la cantidad de cada una



de estas especies en el modelo considerado para el cálculo de esta densidad media, y la cifra de esta densidad media de este modo determinada es la que deberá formar uno de los elementos del cálculo del peso de la fundición.

Casi es inútil decir que será siempre conveniente, para no estar expuestos á una falta de metal, lo que sería un percance muy grave, emplear un pequeño exceso sobre el calculado; exceso que puede destinarse á la colada de pequeñas piezas de uso corriente, por lo que no hay inconveniente en tenerlas fundidas de antemano.

En la confeccion de los modelos para piezas que no deben sufrir el trabajo ulterior de un alisado ó cepillado destinado á dar las dimensiones rigurosas independientemente de la limpieza de las superficies, y que, sin embargo, tengan necesidad de cierta precision en sus dimensiones, no deberá perderse nunca de vista que la fundicion experimenta cierta contraccion por el enfriamiento. Esta contraccion varía con la temperatura de la fundicion y la naturaleza de la fundicion misma. Esta es una de las razones por las que, con objeto de reducir esta contraccion á los menores limites posibles, se deja reposar dicha fundicion algunos instantes en los cazos ó cucharas ántes de verterla en los moldes. En este corto espacio de tiempo baja un poco su temperatura y la contraccion es proporcionalmente disminuida. Puédesse contar con una contraccion media de 5 á 6 milímetros por metro

de espesor de fundicion, que aunque es poca cosa, es necesario tenerla muy en cuenta.

Por último, además de los modelos de madera, se emplean los de metal, sea el hierro, la fundicion, y aún á veces el cobre, para colar objetos de uso comun, y sobre los cuales la moda no ha de introducir modificaciones, lo que permite soportar los gastos más subidos de un modelo de metal, pero de duracion ilimitada.

#### CONFECCION DE LOS MOLDES EN GENERAL.

—Como los objetos que se han de reproducir por medio del molde pueden tener formas muy variadas, su ejecucion presenta, por esto mismo, diferencias muy grandes. Cuando se trata de moldear placas en las que una superficie ha de ser plana ó cubierta de adornos ó resaltos de cualquiera clase, basta trazar sus dimensiones en arena ó tierra y colar en ellas la materia que debe componerlos; pero en la mayor parte de los casos las formas de las piezas exigen que el metal de la aleacion se introduzca en moldes en donde se encuentre envuelto por todas partes, y cuya confeccion reclama mucha precaucion. El moldeado puede hacerse en moldes de tierra ó arena no desecada ó en arena que haya sido expuesta á la accion del calor, para privarla de todo el agua que contenia.

El moldeado en tierra se emplea hoy mucho ménos que en otros tiempos; hay, sin embargo, un número bastante considerable de piezas que no se pueden ventajosamente obtener sino por este medio, tales como grandes piezas huecas



cilindros de máquinas de vapor, etc. También se aplica este método al moldeado de utensilios de fundición de hierro, tales como calderas para cocer alimentos; en todo caso, cuando se quiere ahorrar la confección de un modelo para el moldeado de una pieza hueca, preciso es establecer un núcleo, que se dispone de tal manera, que entre éste y la parte del molde que forma el hueco pueda introducirse el metal. Según las dimensiones, el núcleo se construye de tierra ó de ladrillos cubiertos de una capa de tierra ligeramente arcillosa, convenientemente humedecida, á la que se da la forma debida por medio de una plantilla de madera, alrededor de la cual el núcleo puede girar. Después se hace secar la tierra y se aplica una capa de carbon en polvo diluido en agua, que se seca bien y que impide la adherencia de la nueva capa de tierra que se aplica á la superficie y cuyo espesor es algo mayor que la de la capa de metal que ha de constituir la pieza. Después de cubierta esta nueva capa de carbon diluido se construye la cubierta exterior; después de retirada esta última se destruye la capa intermedia; se hace secar el molde con mucho cuidado y, después de repuestas las dos partes del molde, se cuela el metal que ha de servir á confeccionar la pieza.

Los moldes de tierra se preparan de una manera muy diferente. Se escoje una tierra algo fina, que se humedece de modo que se obtenga una pasta sólida; se empieza á formar con ella, en un bastidor de madera ó de fundición, una capa en la que se coloca el modelo hasta la mi-

tad de su altura; se golpea fuertemente alrededor de la tierra empleada, de modo á darla la mayor solidez posible, y despues de polvoreada la superficie de la tierra con arena fina, teniendo cuidado de no cubrir con ella ninguna parte del modelo, se coloca otro bastidor sobre el primero, y se apisona la tierra como ántes, que ha de tomar la forma de la parte superior de éste; despues de quitado el último bastidor se retira el modelo, sacudiéndolo con cuidado.

La introduccion del metal en los moldes exige disposiciones particulares para facilitar la salida del aire, impedir se deteriore el molde y permitir al metal penetrar en todos los detalles sin perder de su calidad. La colada que se practica al efecto al exterior del bastidor penetra por un sólo punto, y se divide en un número mayor ó menor de conductos que llevan el metal líquido á las diferentes partes del molde. Cuando la pieza tiene poca altura el metal se extiende fácilmente en el molde sin alterar sus formas; pero cuando se trata de colar un objeto siquiera de algunos decímetros de altura, la caída del metal destruiria más ó ménos la parte inferior del molde. Para obviar á este accidente, se practica entónces un sifon invertido que lleva el metal á la parte inferior del bastidor, de suerte que subiendo con lentitud, poco puede temerse que produzca una alteracion sensible; sin embargo, las piezas de grande altura, como los cilindros de armazones, que han de ser perfectamente homogéneos en todas sus partes, están expuestos á no presentar el grado de perfeccion deseada,

porque el metal, subiendo en el molde, arrastra granos de arena ó algo de suciedad que, parándose en su marcha, producen los defectos en la pieza. Se ha logrado evitar este grave inconveniente haciendo llegar el metal por un surtidor inclinado relativamente á la concavidad del molde; el movimiento de rotacion que toma entonces el metal atrae á la superficie todas las materias extrañas y la perfeccion de la pieza está asegurada.

Siempre que un objeto colado deba tener una altura de algunos decímetros, es indispensable que el molde esté coronado de una cavidad que se llena de metal, y que sirve á comprimir éste en el molde; esta parte, que se designa bajo el nombre de rebaba, es particularmente indispensable para los cañones y los cilindros de castillejos; su volúmen depende de la dimension y de la naturaleza de la pieza.

Cuando en el moldeado de arena las piezas deben tener núcleos ó almas, éstas han de prepararse con el mismo cuidado que los bastidores y para detener la arena, se fijan sobre el eje hilos de alambre que le dan solidez.

De cualquiera manera que estén preparados los moldes, es indispensable dar una fácil salida al aire, que, comprimido, haria romper aquellos; para obligarle se perfora en varias partes con una barrena fina; los pequeños orificios que así resultan son insuficientes para que penetre el metal, pero permiten la salida del aire.

Cuando los moldes están terminados se vierte en ellos el metal, despues de reunidas

las diferentes partes, si el moldeado se hace con arena verde ó húmeda; pero en muchos casos los moldes se exponen á un calor bastante fuerte para quitarles toda humedad; este moldeaje en arena de estufa era casi el único empleado ántes para la fundicion del hierro, cuando se queria tener piezas susceptibles de reparaciones. Desde hace ya algun tiempo se ha sustituido, en Inglaterra, la arena verde; en Francia se han logrado resultados análogos. El moldeado en arena verde es más fácil y mucho más económico que el de arena de estufa; cuando se practica con cuidado da piezas tan perfectas como éste.

Al momento que se hace penetrar el metal en los moldes se desprenden gases que se inflaman con aproximarles un puñado de paja ó un pedazo de leña encendidos; una ligera detonacion se produce en el momento de su inflamacion, pero despues arden tranquilamente.

Algunos objetos pueden colarse en moldes metálicos llamados matrices, particularmente las bombas y proyectiles que se fabrican de esta manera. Los moldes están formados de dos conchas unidas de un modo conveniente, y que se separan despues para extraer la pieza moldeada. La fundicion adquiere en esta circunstancia una gran dureza, sobre todo en su superficie, por el rápido enfriamiento que ha experimentado, lo que no ofrece ningun inconveniente para objetos de esta naturaleza. En el moldeado con arena de estufa ó de tierra este inconveniente no se presenta, y es, para piezas

de máquinas, por ejemplo, una cosa indispensable, puesto que han de sufrir un trabajo ulterior con el buril ó la lima.

En otros tiempos se creía que la arena verde endurecía la fundición á causa del agua que contiene, ó mejor, de la humedad que conserva. Pero se ha reconocido despues que, cuando el trabajo ha sido bien hecho, la materia no ha experimentado alteracion alguna; la permeabilidad de la arena permite el desprendimiento del agua y disminuye la rapidez del enfriamiento, lo que compensa los inconvenientes que hemos mencionado.

Llenar los moldes de fundición y apisonar la mezcla es una operacion que requiere no sólo cuidados, sino cierta habilidad. La limpia, el emplazamiento del fondo y la calidad de la arena que debe emplearse tienen grande importancia, y sólo á fuerza de una larga práctica es como el obrero adquiere la instruccion necesaria para saber en qué sitios el apisonamiento debe ser más ó ménos fuerte, segun la pieza que hay que moldear. El empleo de un aparato que suprimiera, por una parte los defectos que la mano del hombre no puede siempre evitar, é hiciera ademas ganar tiempo, presenta gran interes. Esto es lo que se ha resuelto por medio del aparato representado en la figura 3.<sup>a</sup>, que se está ya empleando en el gran establecimiento de los Sres. P. y T. Corbin, en New-Britain, Connecticut (América).

El aparato es de una construccion muy sencilla; se compone de un carro formado de una

mesa *A* descansando sobre segmentos circulares *B*, que á su vez lo hacen sobre guías *C* sujetos al montante principal. Los segmentos *B* están unidos fuertemente entre sí, de manera que el operario puede hacer mover á su antojo la mesa que sobre ellos descansa. Una abertura practicada en la mesa da paso á la varilla que soporta la platina *D*; la extremidad superior de este árbol entra en un cabo situado en el fondo de la platina, y su extremidad inferior está unida á una pequeña pieza que descansa sobre una traviesa móvil *E*; una palanca *L*, fija á una de las extremidades de esta traviesa, permite levantar ó bajar á voluntad la platina y comprimir así los marcos colocados entre la platina y una placa fija *F*. Una parte de la varilla que soporta la platina está formada de un doble tornillo, merced al cual se puede regular el largo de dicha varilla y la cantidad á que se ha de bajar la palanca, ántes que empiece á ejercerse la presión. Un pasador muy sencillo sirve para fijar la mesa en la posición debida.

Cuando se quiere empezar á moldear se levanta la palanca, para bajar la platina, después se coloca sobre esta última el modelo y el medio bastidor inferior; se criba entonces arena sobre el modelo, después con una pala se llena el bastidor. Hecho esto se coloca encima la tabla del fondo, se quita el pasador y se baja la palanca; la tabla del fondo es de este modo empujada hacia la placa fija *F* y comprime la arena que se encuentra debajo de ella; se levanta la palanca para suprimir la presión, se añade arena



y se vuelve á empezar esta serie de operaciones hasta que esté lleno el bastidor. Los agujeros de colada y la preparacion definitiva del molde se hacen por el sistema ordinario.

El tiempo necesario para la preparacion de los moldes por este sistema se reduce á una mitad, y la economía de mano de obra puede calcularse en un 33 por 100. Un operario diestro puede hacer por dia 140 moldes de 0<sup>m</sup>,25 á 0<sup>m</sup>,30 de lado; los moldes están mucho mejor preparados que á la mano, y la calidad de las piezas coladas se encuentra, por consiguiente, mejorada de una manera muy sensible.

Despues de estas generalidades, para que nuestro trabajo presente el carácter práctico que debe tener, creemos necesario descender á ciertas aplicaciones especiales, las más usuales tan sólo, porque ni otra cosa es posible ni preciso tampoco, puesto que de los casos que vamos á detallar puede deducirse cualquier otro que al fundidor se le ocurra ó presente.

**MOLDEAJE EN BASTIDOR.**—Se distinguen dos clases de moldeaje en bastidor ó marco: el moldeaje simple, en marco, que se practica para las piezas llenas, y el moldeaje en marco de núcleo, ó más propiamente, moldeaje á núcleo, que se refiere á las piezas que presentan un hueco interior que, en el molde, debe figurarse por medio de un núcleo. Empezaremos por describir el moldeaje simple en marco, haciendo ántes en pocas palabras algunas observaciones que creemos necesarias.

Es cosa bien fácil de comprender la necesi.

dad de dar á las paredes del molde un apoyo lo cual ha debido dar origen á la creacion de un medio para lograrlo. Además, muchas piezas no pueden moldearse de una sola pieza, á causa de la forma y de la imposibilidad de retirar del molde las diferentes partes del modelo; ha sido necesario, pues, moldear esas partes separadamente y combinarlas despues unas con otras por medio de una union hecha con gran cuidado, de manera que se obtenga en la colada una pieza hecha de una sola vez. El marco llena esas necesidades. Sin embargo, es bueno hacer observar que si en las artes industriales la solidez indispensable de los aparatos requiere que las piezas estén hechas de una sola vez, esta necesidad no existe en las piezas de lujo, en la estatuaria, por ejemplo, en que cada parte puede colocarse separadamente y unirse despues y arreglarse por medio del baril y otras herramientas.

El bastidor ó marco consiste en un marco de madera ó de fundicion de suficientes dimensiones en largo, ancho y grueso, para encerrar, no sólo el modelo que se debe moldear, sino tambien el macizo de arena necesaria á recibir y guardar la impresion de la forma que ha de reproducirse. Esto implica que el marco puede tener dimensiones y formas variadas al infinito. Se obtiene este resultado de un modo sencillo y económico componiendo el marco de piezas móviles, pudiendo unirse las unas con las otras por medio de ganchos, clavijas y escuadras más ó menos abiertas, de modo que se obtenga con la re-

union y la combinacion de un número suficiente de esas piezas, las formas y dimensiones requeridas.

Esos marcos pueden ensamblarse y ajustarse entre sí por medio de tornillos de manera que se obtenga una rigidez completa, bien para formar moldes de grandes dimensiones, bien moldes de piezas más ó ménos complicadas.

Se hacen marcos de madera ó de fundicion; sin embargo, los de madera, á pesar de su baturatura aparente, salen más caros que los de fundicion por los deterioros á que están sujetos y no pueden soportar la estufa.

Una importante observacion que debemos hacer y que el fundidor no debe perder de vista en la confeccion del molde, es, que la fundicion, segun su naturaleza, sufre un retraimiento ó contraccion lineal de 8 á 10 milímetros por metro lineal, como ya tenemos dicho, y que se ha de tener en cuenta esta reduccion en las piezas de precision, y sobre todo en las que han de alisarse, es decir, perder de su espesor por esta operacion.

El moldeado en bastidor simple necesita siempre por lo ménos dos piezas, á saber: la destinada á la parte inferior del molde, ó más bien al cuerpo del molde, y la otra para la parte superior. Deben tener, por supuesto, dimensiones tales que puedan ajustarse una á otra y unirse con ganchos, clavijas ó tornillos como hemos dicho. La primera y principal se llama cuerpo del bastidor; la otra, ó pieza falsa, se llama el sombrero.

Cuando se quiere moldear una pieza en un marco compuesto de dos partes, se empieza por introducir en el fondo de su primera parte, en un cierto espesor relacionado con el de las demas paredes, la arena de moldeo bien preparada. Sobre este lecho de arena ha de reposar el modelo; despues se apisona bien esa arena. Hecho esto se pone el modelo sobre el lecho. Colocado el modelo, se introduce sucesivamente al rededor, apisonando á medida de su introduccion, la arena necesaria para llenar el vacío entre el marco y el modelo y formar así las paredes laterales, y se continúa hasta nivelar la parte superior del modelo, que se uniforma con la herramienta.

Durante esta operacion se tiene cuidado de introducir oblicuamente desde los bordes de la superficie hasta el fondo del molde y hasta tocar el modelo, broches de alambre que se quitan una vez hecho el molde. Por el vacío que dejan esas agujetas, encontrará paso el gas que se formará cuando la colada, al contacto de la fundicion líquida y del molde. Esos agujeros se llaman respiraderos. Conviene prender fuego á los gases que se escapan por medio de un fósforo despues de la colada. La precaucion de los respiraderos es indispensable para evitar explosiones peligrosas. Por esto la hulla no conviene para hacer polvo de carbon, porque destilando al contacto de la fundicion, produciria mayor cantidad de gas y mayor sería el peligro de las explosiones.

Terminado el moldeado en la parte inferior

del marco, se pasa á la segunda parte, ó sea al sombrero, el cual, por lo general, presenta una superficie plana y no tiene nada que reproducir. Se apisona la arena como ántes y se alisa por medio de una capa de carbon diluida en agua. Si fuere necesario, se pueden tambien reservar respiraderos. Esto hecho, se practica segun la dimension y la forma del molde uno ó más conductos de colada que deben abrirse por fuera en forma de embudo, para facilitar la introduccion de la fundicion. Despues se ajustan y unen perfectamente las dos partes del bastidor, no perdiendo de vista que la menor alteracion echaria á perder la pieza; terminada esta última operacion, se retira el modelo del molde. Es lo que se llama desmoldear. Esta operacion requiere mucha destreza y el ayuda de varios operarios cuando el molde es grande. Despues se reparan ó corrigen los desperfectos si los hay. Se limpia, se ennegrece con un pincel muy suave impregnado de carbon diluido en agua con un poco de gelatina, y despues de la desecacion, de que luégo hablaremos, se espolvorea de una capa muy débil de polvo de carbon impalpable.

La capa de carbon puesta con pincel sobre la superficie del molde, tiene por objeto dar consistencia á las paredes del mismo y no deteriorarse á la colada; el polvo de carbon aisla la fundicion de la arena y le da un aspecto agradable á la vista. Una vez bien ajustadas las dos partes del molde, ya no queda más que llevarlo á secar á la estufa y despues al sitio de la colada.

Si en lugar de dos piezas solas se tuviera mayor número, la operación se haría de la misma manera, obrando en cada una del mismo modo. Todo ello es cuestión de mucho cuidado, inteligencia y práctica de parte del fundidor.

Por lo demás, es evidente que el número y forma de los conductos de colada estará en relación con las dimensiones y formas de las piezas que hay que colar ó fundir.

La fig. 2.<sup>a</sup> representa el momento en que el modelo queda colocado en el bastidor ó marco inferior y medio introducido en la arena. Como la figura está indicando con sobrada claridad, *A* es el bastidor y *B* el modelo.

**MOLDEADO DE PIEZAS DE REVOLUCION.—** Cuando se trata de piezas muy grandes, y representando volúmenes de revolución, como una porción de esfera, por ejemplo, se emplea el moldeado al manojo. Tomaremos, para explicar sus detalles, el ejemplo de una caldera semi-esférica provista de un reborde saliente.

Se empieza por colocar sobre el suelo del taller una placa de fundición, sobre la que se fija un árbol vertical, pudiendo girar en una cavidad hecha en dicha placa; al rededor del árbol, y á una altura casi igual á la profundidad de la caldera, se eleva una mampostería representando con bastante exactitud una forma esférica. A la superficie exterior, se aplica un revestimiento de tierra de estiércol de cierto espesor, y se fija al árbol un cierre de madera que se habrá cortado dándole exactamente la forma del perfil exterior de la caldera. Esto es

lo que se llama el manajo. Haciendo girar el árbol se hace pasear el manajo sobre la superficie de la capa de tierra, de manera que la raspe y la dé la forma exacta exterior de la caldera. Despues se hace secar, y despues de quitado el manajo, se envuelve la masa de tierra con bastidores superspuestos, en los que se apisona arena que se moldea sobre la semi-esfera de tierra. Evidente es que despues de este apisonamiento, el conjunto de esos bastidores, que se ha tenido cuidado de unir entre sí, ofrecerá en la masa de la arena que contienen, el rastro de la forma exterior de la caldera. Despues se quitan todos los bastidores y se fija en el árbol otro manajo que representa el perfil interior de la caldera, y con él que se raspa la capa de tierra; si el espesor de la caldera ha de ser un centímetro, el manajo raspará un centímetro. Se tendrá una semi-esfera de tierra que reproducirá exactamente por su volúmen exterior la capacidad interior de la caldera. Si se vuelve entónces á colocar los bastidores en su posición primitiva, se tendrá un espacio hueco de un centímetro de espesor entre la semi-esfera modelada en la arena de los bastidores y la semi-esfera de tierra. La fundicion colada en este intervalo formará la caldera mandada hacer al fundidor. Es casi inútil añadir que ántes de la colada hay que quitar el árbol y tapar el agujero que haya dejado.

Acabamos de tomar el ejemplo de una pieza que ha de quedar hueca; la mampostería y la tierra que se encontraban en el centro para

procurar el hueco de la caldera forman lo que se llama el núcleo del molde.

Muchas veces se ha colado piezas huecas y siempre se han servido de los núcleos ó almas, cuya confeccion es siempre el fruto de idénticos principios generales para proporcionar los huecos.

Citaremos otro caso. Supongamos que se quiera colar en fundicion una columna hueca; primero se fabrica un modelo de madera que represente exactamente la columna, pero se conservarán dos tiros, despues se hará el molde en dos bastidores. Si se colara sin otra precaucion, se obtendria una columna maciza de la forma del modelo de madera; para obtenerla hueca, bastará colocar en el molde un cilindro ó núcleo de un diámetro exterior igual al diámetro interior de la columna. Este núcleo está formado sobre una linterna, es decir, sobre un tubo de tierra ó de fundicion agujerado, que se rodea primero de paja trenzada y que se reviste despues de capas de tierra de estiércol. Se añade tierra hasta que el núcleo tenga el diámetro necesario, la superficie ha de ser lisa y la tierra seca despues de añadir cada capa. Este núcleo se coloca en el bastidor inferior, descansando la linterna por sus extremidades en las cavidades que los tiros del modelo han hecho en el molde. Despues se coloca el bastidor superior. Fácil es comprender que cuando se cuele la fundicion líquida se repartirá el molde envolviendo al núcleo, despues del enfriamiento se tendrá una columna hueca, cuya cabida



estará ocupada por el núcleo, que la poca solidez de la tierra de estiércol permitirá retirar con facilidad.

**MOLDEADO EN MATRIZ PARA CILINDROS.**— El método empleado ordinariamente para endurecer la superficie de los cilindros de fundición, consiste en colarlos en coquillas ó matrices de hierro ó de fundición de paredes gruesas; además de otro gran número de inconvenientes, este sistema presenta el de no permitir un temple muy profundo, puesto que la forma ó coquilla se calienta muy pronto y ya no opera para enfriar el cilindro que se acaba de colar. El método imaginado por M. A. Turk, de Donawicz, cerca Leoben (Austria), y en el que el agua se emplea para enfriar el cilindro, realiza la ventaja que permite continuar el enfriamiento tanto tiempo como se quiera, y llevar por consiguiente el temple al grado que sea posible, en el interior del cilindro, en general, por un enfriamiento exterior.

Este efecto se obtiene por medio de una circulación de agua fría que se hace detrás de las paredes de la forma. La coquilla (fig. 5.<sup>a</sup>), ó por lo ménos la parte de esta pieza que envuelve el cuerpo *a* del cilindro que se quiere templar es de doble pared, con el fin de que pueda recibir el agua; los gorriones *b* están rodeados de una coquilla ordinaria.

La pared interior, es decir, la forma propiamente dicha *c*, es de palastro grueso; sus juntas están soldeadas y está provista de fuertes anillos de hierro, también soldeados. Esta forma

se coloca verticalmente y se envuelve con una capa cilíndrica de madera *g*, cuyos dos fondos están cerrados de manera que constituyen juntas perfectas que no dejan filtrar agua. Un tubo *i* trae el agua á la parte inferior de la coquilla; el agua penetra en ésta por unas aberturas *h*, se calienta, se eleva circulando entre la pared *f* y la capa de madera *g* y sale por un tubo *k* colocado en la parte superior.

Los gorriones *b* y *c* del cilindro, que no deben templarse, se cuelan en moldes *e* y *d* de arena grasa ó de tierra, juntados con el mayor cuidado y apretados contra la coquilla, con el fin de evitar que la fundicion en fusion llegue al contacto con el agua. La fundicion llega, como de costumbre, por un conducto *l* que desemboca en la parte más baja del gorrion inferior *c*.

Del mismo modo que se puede regularizar el enfriamiento por la duracion de la circulacion del agua, se puede variar su intensidad arreglando la temperatura del agua empleada. Así, regularizando la salida de la fundicion, resultan ménos piezas perdidas que con el método ordinario, ganando mucho tiempo tambien.

FUNDICION VERTICAL DE LOS TUBOS.—Se ha propuesto recientemente un nuevo sistema mecánico para la fabricacion de los tubos de fundicion de hierro para conductos de agua, que tiene por objeto reducir considerablemente su precio de fabricacion, dando al mismo tiempo productos mucho más esmerados que por todos los procedimientos empleados hasta ahora, pues la mano de obra, que consiste en

apiñar la arena en las cajas ó moldes, queda con este nuevo invento suprimida por completo, así como los gastos de modelos, que absorben un capital bastante considerable, y exigen mucho entretenimiento; además, como el apisonado de la arena en los moldes se hace mecánicamente, no hay por qué temer los falsos cierres que tan frecuentes son por los procedimientos actuales, lo que da productos defectuosos en todas las fundiciones en general, mientras que con la fundición *al calibre* se tiene la seguridad y uniformidad en todas sus partes, aún cuando este trabajo se haga con una rapidez sorprendente. Un sólo obrero basta para manejar el nuevo aparato que está llamado á prestar grandes servicios en las fundiciones bajo todos los puntos de vista.

Este aparato es muy sencillo y poco costoso; compónese de una envolvente metálica, arrollada en espiral, que puede contraerse ó dilatarse á voluntad, por cuyo interior pasa el macho ó calibre del diámetro exterior del tubo que se quiere obtener; este calibre se adapta por medio de una chaveta á la parte exterior de una varilla con tornillo ó con cremallera, que está guiada en una posición perpendicular á la envolvente metálica colocada en el centro del molde. Esta envolvente metálica está colocada, contraída, en el centro del molde para dejar correr la arena de arriba abajo, y pasando por el interior el calibre, la dilata, apiñando por consiguiente la arena uniformemente contra las paredes de la caja: la proporción que debe

guardar el espesor de la arena ántes de pasar al calibre, debe ser el doble del que ha de quedar despues de su paso; cuando dicho calibre ha pasado, se contrae la envolvente por sí misma, lo que permite quitarla sin dificultad.

Con el objeto de impedir que penetre la arena en el fondo del molde llamado cubeta, que hace el extremo macho de cubo, y obtener bien limpia esta parte en contacto con el fondo, se coloca en la cubeta una pieza especial, cuyo saliente superior de forma de cuña, es del diámetro del tubo que se trata de fabricar, y el resto del hueco en esta pieza y la envolvente se encuentra cerrado por medio de una cuerda de cautchone que aprieta la envolvente metálica. Esta pieza especial lleva en su parte inferior un guia embutido por la envolvente metálica, lo que la coloca y sostiene perfectamente en el centro del molde; la cabeza ó caja del tubo, así como el anillo del fondo para el extremo macho, pueden hacerse por presion ó por los procedimientos ordinarios.

Este nuevo sistema reduce considerablemente el precio de fabricacion sobre todos los sistemas conocidos hasta el dia.

DESECACION DE LOS MOLDES. — Los moldes se llevan á secar casi siempre, por no decir siempre, á las estufas. Son éstas unas cámaras que se construyen de fábrica revestida interiormente de ladrillos, y se las da, generalmente, de 4 á 5 metros de fondo por 2 á 3 de altura; la puerta es de palastro y se abre de abajo arriba, por medio de un contrapeso que hace

equilibrio. En las estufas un poco grandes, se disponen dos ó más vías férreas, sobre las que ruedan los wagones que conducen las armaduras; tambien se colocan tablas a lo largo de las paredes para recibir los pequeños modelos y las almas.

Generalmente se calienta la estufa con el gas de los hornos próximos, ó, en su defecto, encendiendo una hornilla ú hogar especial en el interior, escapando los gases relativamente frios por una chimenea cuya abertura se puede cerrar á voluntad.

Así que los moldes están preparados y secos, se vuelven á la fundicion dispuestos á recibir la colada.

En vez de enviar el humo á la estufa, lo que no deja de perjudicar á los moldes y á los núcleos, algunos fundidores disponen un aparato de aire caliente á continuacion de los hornos ó en sus propias paredes, y no envian á la estufa sino aire puro convenientemente calentando. Esta disposicion, sin embargo, es mucho más cara de instalar que la anteriormente indicada.

De cualquier modo que sea, una vez los moldes colocados en la estufa, se enlodan las juntas de la puerta con tierra, y segun el tamaño de las piezas que deben secarse, se dejan más ó ménos tiempo expuestas á la accion del calor. La duracion de la operacion, es de uno á tres dias, segun la intensidad del calor.

Como todo el mundo sabe, la desecacion de los moldes en las fundiciones exige tiempo y espacio, cuando se trata sobre todo de una fa-

bricacion importante en arena seca. Sábese tambien que la buena disposicion de las estufas y los trasportes que resultan son con frecuencia dificiles de realizar, porque deben tomarse en cuenta las más várias consideraciones, no siendo posible, en los casos dificiles, satisfacer completamente todos los diferentes puntos necesarios. Por otra parte, en muchas localidades es difícil procurarse buenas arenas verdes á propósito para la fabricacion de toda clase de artículos; frecuentemente hay necesidad, á consecuencia de la calidad especial de la arena de que se dispone y con objeto de no deteriorar el producto, de secar los moldes, áun cuando la forma y tamaño de las piezas no necesitan este modo de operar.

Por estos motivos, se ha introducido en muchas fundiciones los aparatos de desecacion portátiles, á fin de no tener necesidad de transportar los moldes pesados. El sistema consiste generalmente en emplear planchas perforadas ó rejillas de formas variables, que se llenan de carbones incandescentes, y en suspender estos aparatos primitivos sobre ó al lado de los moldes, y áun á veces en su interior. Sin hablar de la dificultad de repartir uniformemente el calor, aún en el caso en que no se trate sino de secar la superficie interior del molde y las capas que la tocan inmediatamente, se tiene siempre el inconveniente de no poder separar fácilmente las cenizas del combustible así que ha terminado la desecacion.

De aquí el que en los grandes establecimien-

tos de fundicion se empleen, ademas de las estufas, hornos especiales de desecacion, comprendiendo un hogar que desprende los gases calientes, los cuales no pueden arrastrar consigo más que una insignificante cantidad de cenizas. Estos hornos se colocan cerca de los moldes, completa ó parcialmente cerrados, y las partes huecas de estos últimos sirven como conductos.

Para obtener el tiro necesario, débese, cuando los moldes no den por sí mismos la diferencia de nivel para el efecto, proveer los puntos en que los gases calientes salen del molde, de un conducto especial, fácil de quitar ó poner en su sitio, ó bien hacer comunicar este punto con un canal subterráneo. Este último sistema es siempre muy incómodo, porque es preciso construir una obra de mampostería en el terreno que se debe poder utilizar en totalidad para el moldeado, y porque los moldes deben necesariamente colocarse en una posicion determinada con relacion á este canal fijo. Resulta cierta dependencia forzada que no puede ser del agrado del fundidor.

En estos últimos tiempos se ha aplicado en las fundiciones de MM. Quillac y C.<sup>a</sup>, de Angin, un nuevo sistema debido á M. Deham, que ha llamado la atencion, y parece presenta numerosas ventajas.

Unos hornos de viento, portátiles, en número variable, afluyen en el molde, sobre el cual se encuentra un tubo de desprendimiento para los gases; este tubo está colocado á igual distancia de los orificios de los hornos, en cuanto cabe lo

posible. Dichos hornos están á una profundidad suficiente para poder dirigir horizontalmente sus tubos de salida de gases á los puntos más bajos del molde: ábrense, pues, pequeños pozos de 1<sup>m</sup>, á 1<sup>m</sup>,50 de ancho, en los cuales se instalan los hornos. Un registro, colocado en el canal de desprendimiento, sirve para regular el tiro y modificarlo en las diferentes condiciones de los gases.

Segun las investigaciones hechas en Angin, los gastos de combustible necesarios para diferentes piezas han sido los consignados en el siguiente estado:

DESIGNACION DE LA PIEZA.	PESO de la pieza en kilógram.	CONSUMO de combustible.	
		Sistema Deham.	Antiguo sistema.
		<i>Kilógrs.</i>	<i>Kilógrs.</i>
Pequeño cilindro de vapor. . . . .	800	40	225
Medio volante. . . . .	800	160	800
Columna. . . . .	1.600	60	900
Volante entero. . . . .	1.600	200	1.000
Cilindro de prensa. . . . .	2.000	40	370
Trasmision. . . . .	2.200	120	1.000
Suela. . . . .	3.400	150	1.100
Placa para extender. . . . .	2.800	130	1.300
Montante. . . . .	3.600	240	1.200
Cilindro de vapor, pesado. . . . .	3.600	80	750
Placa para extender, pesada. . . . .	8.000	450	2.400

Este estado demuestra que la ventaja está constantemente en favor del nuevo sistema:



para los pequeños objetos la economía de combustible es siempre  $\frac{4}{5}$  por lo ménos, mientras que, en ciertos casos, sube hasta  $\frac{9}{10}$ , para las piezas de gran calibre. Para realizar todas las ventajas del sistema Deham basta observar las condiciones siguientes:

1.<sup>a</sup> El molde á secar debe estar enteramente cerrado, sin contener ninguna juntura que pueda dejar paso al aire.

2.<sup>a</sup> Los hornos deben estar dispuestos próximamente en círculo, de modo que permitan el acceso del aire bajo la rejilla. Es bueno colocar en los pozos unos tubos (tales como tubos viejos de gas, etc.), con objeto de dejar al aire un camino más elevado.

3.<sup>a</sup> La disposición de los hornos debe ser tal que no quede más de 2 á 3 metros de separación entre la subida y la chimenea.

4.<sup>a</sup> Debe haber bastantes hornos para que no haya más de 2 á 3 metros cuadrados de superficie interior de molde para cada horno.

5.<sup>a</sup> Para los moldes muy grandes es preciso disponer las chimeneas con relacion á las subidas, de tal modo, que los gases se extiendan lo más posible.

6.<sup>a</sup> Por punto general, las subidas deben desembocar en la parte más baja de los moldes. Las chimeneas se encuentran entónces en los puntos más altos y deben tan sólo estar unidas con los más bajos para los diversos moldes.

7.<sup>a</sup> Cuando el espesor de las piezas es muy pequeño y se teme que los gases sufran frotamientos demasiado grandes, no se colocan di-

rectamente juntas las dos mitades de los moldes, sino que se las reúne por medio de piezas intermediarias que deben estar bien ennegrecidas.

8.<sup>a</sup> Los moldes gaseados parece soportan mejor la desecación que los que han sido ennegrecidos por el sistema ordinario.

Una buena práctica es ennegrecer los moldes, echando en los hornos, cuando están bien encandilados, media briqueta de carbón ó un poco de hollín; el color de las piezas no deja entonces nada que desear, y por ningún otro procedimiento se puede dar la finura y uniformidad de la capa que se obtiene por este modo.

### III.

#### Fundición y colada del hierro.

##### ELECCION Y PREPARACION DEL METAL.—

Como ya tenemos dicho en otra parte, para la fabricación de los objetos de fundición, se emplea generalmente una fundición gris ligeramente atruchada, que se distingue por su densidad, su solidez, la limpieza con que se amolda y suficiente blandura para ser trabajada mecánicamente. A pesar de que el moldeado ó colada puede efectuarse directamente á la salida de la fundición del alto horno (moldeado de primera fusión), se prefiere fundir de nuevo los lingotes, y al efecto se emplean diferentes clases de hornos, que pronto daremos á conocer, y á esto se llama moldeado de segunda fusión.

El Sr. Ledebur ha proporcionado, sin embargo, las siguientes indicaciones relativamente á la cuestion de saber si se ha de preferir el moldeado de primera ó de segunda fusion. El moldeado directo de la fundicion que sale del alto horno puede, en ciertas ocasiones, ofrecer para el objeto fundido la misma garantía de solidez que el moldeado por medio del cubilote; en ciertos casos la fusion repetida en el cubilote hasta puede comunicar al metal malas cualidades. La eleccion del moldeado directo ó indirecto parece, pues, que dependerá de la calidad de la materia fundida, de la manera empleada en la operacion y de la aplicacion que deba recibir el objeto fundido.

Débase al Sr. Hainsworth, de Pittsburgo, el medio de hacer buenas fundiciones con el hierro forjado y el fundido. A este efecto mezcla y funde el hierro y fundicion, variando ligeramente las proporciones segun la calidad de los materiales que emplea, aumentando ó disminuyendo la proporcion centesimal del hierro, segun la calidad más ó ménos considerable del carbono que contiene la fundicion, ó segun el grado de maleabilidad ó de dureza que se quiere dar al producto.

Cuando se quieren fundir objetos muy ordinarios y cuando se trata de piezas de uso corriente, se pueden tomar partes iguales de hierro y de fundicion, haciendo variar solamente de 10 á 20, el hierro en exceso, y la fundicion hasta 25 por 100 en ménos.

Para facilitar la mezcla y la fusion, débense

reducir los materiales todo lo posible á pequeños fragmentos. Así que la masa está fundida, se la cuela en lingotes por el método ordinario; despues se rompen éstos y se les refunde, y así que el metal está fundido se hace la colada en los moldes. Esta segunda fusion produce sobre el hierro un efecto de afinacion, al mismo tiempo que da á la mezcla mayor homogenidad. Puédesse aún repetir la operacion añadiendo algunas centésimas de hierro, por cuyo medio se obtiene, despues del recocido, un producto que posee las propiedades del hierro forjado ordinario.

Hemos dicho que pueden evaluarse, término medio, las materias estériles contenidas en el cok en 10 por 100 del peso de éste; que esas materias en gran parte se componen de sílice; que en tal hipótesis es necesario un fundente calcáreo para fundir las sustancias extrañas; que en varias fundiciones se considera como inútil esta adicion de fundente, y que, en este caso, es el hierro de la fundicion quien proporciona el fundente, lo que, en primer lugar, ofrece un desperdicio, y ademas hace las escorias pastosas, perjudica á la marcha de la fusion y no por esto economiza el combustible. Condenamos esta omision y recomendamos la práctica de la adicion del fundente. Siempre se podrá determinar fácilmente por medio de un análisis cuantitativo, con un ácido, el nítrico, por ejemplo, la riqueza en sílice de las cenizas obtenidas de la combustion del cok. Se deducirá el tenor del cok en sílice. Hecho esto, si se

considera que la fórmula atómica de la sílice ó ácido silícico es  $Si, O^3$ , que el equivalente atómico del silicio es 21, el del oxígeno 8, el equivalente atómico de la sílice será:

$$Si, O^3 = 21 + 8 \times 3 = 45.$$

Si además se considera que la fórmula atómica del carbonato de cal es  $Ca, O, CO^2$ , que el equivalente atómico del calcio es 20, que el del carbono es 6, el equivalente atómico del carbonato de cal será:

$$Ca, O, C, O^3 = (20 + 8) + (6 + 8 \times 2) = 50.$$

y el equivalente atómico del silicato de cal  $Ca, O, Si, O^5$  será:

$$Ca, O, Si, O^5 = 28 + 45 = 73.$$

Estos detalles permiten calcular para una cantidad conocida de sílice contenida en un cok, la cantidad de carbonato de cal que deberá añadirse como fundente. Así, supongamos que se trate de un cok que contenga 10 por 100 de su peso de sílice y que se quiera determinar la cantidad de carbonato de cal que hay que añadir para hacer un silicato de cal. Supondremos que se tenga á disposicion la caliza gruesa, que consideraremos como carbonato de cal puro, lo que da una aproximacion suficiente. Observaremos en primer lugar que, puesto que 45 kilos de sílice exigen 28 kilos de cal para formar un silicato, 10 kilos de sílice tomarán 6 kilos 22. Después observaremos también que puesto que 28 kilos de cal exigen 22 kilos de

ácido carbónico para hacer carbonato de cal, 6 kilos 22 tomarán 4 kilos 88. La cantidad de carbonato de cal necesario para neutralizar los 10 kilos de sílice, será, pues:

$$6'22 + 4'88 = \text{kilos } 11'10 \text{ á } \frac{1}{100} \text{ aproximadamente.}$$

Segun estos datos, se ha formado el estado siguiente que presenta para la riqueza de sílice de 1 á 10 por 100 del peso del cok, las cantidades de cal que deben añadirse como fundente.

Sílice contenida por 100 kilos de cok.

Sílice á neutralizar. <i>Kilos.</i>	Carbonato de cal necesario. <i>Kilos.</i>
--	--

1 . . . . .	1.11
2. . . . .	2.22
3. . . . .	3.33
4. . . . .	4.44
5. . . . .	5.55
6. . . . .	6.66
7. . . . .	7.77
8. . . . .	8.88
9. . . . .	9.99
10. . . . .	11,11

Se podrá, cuando no se tenga seguridad en el tenor de estas materias en el cok empleado, proceder, por vía de ensayo, desde la adición de  $\frac{1}{2}$  por 100 en peso de carbonato de cal, aumentando sucesivamente de  $\frac{1}{2}$  hasta que se logre la proporción conveniente, es decir, á la que dará los mejores resultados.

Hay que observar, sin embargo, que en el

estado anterior, las cifras del carbonato de cal que corresponden á las riquezas en sílice del mismo cuadro, serán siempre demasiado fuertes, porque la sílice generalmente estará acompañada en el cok de cierta cantidad de bases tales como sosa, potasa, alúmina, hierro, etc., que, por consiguiente, disminuirán algun tanto la adición de la cal. La fusión de las escorias permitirá siempre juzgar aproximadamente la proporcion conveniente de fundente que debe añadirse. A este propósito, bueno es decir que, hágase lo que quiera, la irregularidad de composición de las materias impondrá siempre al fundidor la obligación de tener cierta iniciativa en su trabajo.

La caliza que se empleará para el caso, deberá machacarse en pedazos del grueso de una nuez á lo más, porque la pequeñez de los fragmentos favorecerá la fusión, y las materias habrán de disponerse en las cargas del modo siguiente: cok, fundente y fundición, empezando, por supuesto, por el cok.

Como hemos visto, se necesita reducir á fragmentos la fundición, y á este efecto se emplean los quebrantadores. Describiremos uno de estos aparatos, aunque debemos decir que en las pequeñas fundiciones se hace esta reducción en pequeños pedazos por medio del machaqueo con pesados martillos y sobre una era muy resistente.

El quebrantador es un aparato destinado, como acabamos de decir, á dividir en pedazos bastante pequeños, unas veces las piezas

gruesas que no pueden romperse con el martillo de mano, ó bien las de desecho que se encuentran baratas en el comercio. Consiste este aparato en un trípode compuesto de tres cantos de pino de 10 á 12 metros de largo, unidos á sus extremidades por clavijas de hierro. De la extremidad suspéndese una polea, sobre la que pasa una cadena que lleva una quijada ó hierro semejante en un todo al martinete empleado para clavar los pilotes. Esta cadena se arolla en un torno horizontal y dentado colocado al pié del quebrantador. El torno se pone en movimiento, bien por medio de manivelas movidas por hombres, bien por una máquina con auxilio de una trasmision.

Los dos brazos de la quijada se cierran por su propio peso y sostienen por medio de un gancho una bala fundida. Llegado al fin de su carrera, una cuña hace abrir la quijada, y la bala cae desde esa altura sobre la pieza que se debe romper. Puede calcularse que una bala de fundicion de 0<sup>m</sup>,80 de diámetro, que en este caso pesaria unos 2.000 kilos, bastaria para este objeto (1).

Se ha observado que la conservacion de este aparato exigirá que los tres cantos del trípode estén embreados y pintados, cubiertos en la ex-

(1) El peso para esta dimensaion, se calcula por medio de la fórmula  $\frac{4}{3} \pi R^3 + 7200 = \text{kilos } 1930,19;$

$\frac{4}{3} \pi R^3$ , siendo la medida del volúmen de la esfera, y 7,2 la densidad de la fundicion.



tremidad superior con un sombrero de zinc para protegerlo contra el agua, y los inferiores tambien revestidos de una chapa del mismo metal para impedir que la humedad les ataque. En fin, por lo ménos uno de esos cantos tendrá que estar provisto de clavijas de madera, en número y espacio suficiente para que se pueda subir por él hasta la extremidad superior.

Completaremos lo que se refiere al quebrantador, indicando el siguiente medio tan sencillo como ingenioso para romper las piezas gruesas macizas de fundicion de 50 quintales métricos y más, trabajo que, como es sabido, es tan pesado como difícil. Este medio consiste en abrir en el bloque de fundicion que se quiere romper un agujero cuya profundidad será el tercio de su espesor. Se llena ese agujero de agua, y se cierra con una clavija de acero bien ajustada. Se hace entónces caer sobre la cabeza de esta clavija el martinete del quebrantador, y en virtud del principio de trasmision de las fuerzas por un líquido, el bloque de fundicion se rompe en dos desde el primer golpe.

APARATOS DE FUSION.—Puédense emplear en fundicion varias clases de hornos, segun hemos dicho, y aunque el más empleado hoy dia es el cubilote, debemos sin embargo decir algo de los primeros ántes de entrar en la descripcion detallada de este último.

Para la segunda fusion de la fundicion se puede emplear el horno de reverbero, que es un horno de reverbero ordinario, cuya plaza de fusion, cubierta de arena, está algo inclinada en

direccion de su longitud, y provista de un agujero de corriente en su costado más bajo y más estrecho; se hace fundir el metal sobre la plaza, y cuando está en fusion se retira por el agujero de corriente. En el hogar se entretiene un fuego de hulla, cuya llama, pasando por encima de un tabique poco elevado (puente del horno), viene á cubrir la plaza de fusion en toda su longitud y penetra despues en una chimenea de grande altura. Del agujero de corriente el hierro se recibe directamente en los moldes ó se llenan ellos con cazos y calderos como ya veremos. En un horno de reverbero se puede volver á fundir de una sola vez más de 2.500 kilogramos de hierro en bruto. Hay que observar que en los hornos de reverbero la fundicion se encuentra en contacto con el aire atmosférico, y que bajo la influencia de este agente se encuentra parcialmente decarburada, lo que la hace perder de su cualidad para la fabricacion de los objetos moldeados.

El horno de reverbero, por lo demas, es muy caro.

Cuando se tienen pequeñas cantidades de metal que fundir se puede emplear la calabaza, especie de crisol ó cazo revestido interiormente con arcilla. Un cilindro de palastro ó cobre corona el crisol, que continúa de modo á formar una especie de pequeño cubilote. Un tubo conduce el viento desde un fuelle á la altura de la calabaza; la carga se hace por una especie de pequeño tragante, y el tiro se produce por medio de una chimenea dispuesta por encima

y provista de una banasta. Con este aparato se puede fundir de 50 á 100 kilogramos de fundicion por hora. La colada se hace con la misma calabaza si no es muy voluminosa, ó vaciando su contenido en cazos especiales que se transportan despues á los moldes. Se puede fundir á voluntad con leña, cok ó hulla.

Puédese tambien hacer la fusion en crisoles, para lo cual se construyen hornos especiales, donde se disponen uno ó varios de estos crisoles. En el último caso se recurre á un horno de mufla.

Pero de todos los hornos ó aparatos de fusion el más empleado y que mejores resultados da, por lo que es el único que hoy funciona en las fundiciones de alguna importancia, es el cubilote.

El cubilote es un cilindro de palastro ó de fundicion más ó ménos alto, de 2 á 6 metros, por 1 á 2 de diámetro, guarnecido interiormente de ladrillos y de arena refractarios. El metal y el combustible de reduccion se introducen por la parte superior, llamado tragante, y se escapa por un orificio inferior ó agujero de colada, de 15 á 20 centímetros de ancho, que se tapa con tierra, y que en caso necesario sirve para limpiar la materia. El aire se produce por dos ó más tubos colocados lateralmente á alturas diferentes. Estos aparatos pueden contener de 400 á 12.000 kilogramos de carga. Consisten en un horno en forma de tronco, de cono, descansando sobre un macizo de fábrica. La pared es de ladrillos y arenas refractarios, en-

vueltos de una camisa de fundicion ó de paastro con aros, provisto á diversas alturas de aberturas que pueden abrirse y cerrarse á voluntad para dar entrada á los tubos movibles; el agujero de colada está provisto de una gotera tambien guarnecida de tierra. El tragante está rodeado de una corona de fundicion, para poder echar la fundicion y el combustible dentro del horno. La cantidad de aire que debe entrar en el cubilote varía segun la calidad de la fundicion que se quiere lograr de la mezcla de hierro fundido y combustible; por término medio es de 10 metros cúbicos por kilogramo de carbon. Para 1.000 kilogramos de fundicion se emplean de 150 á 200 kilogramos de cok.

Una máquina soplante anima el hogar: el viento frio ó caliente, segun los casos, pero siempre á presion menor que en los altos hornos, llega por una ó várias toberas.

La figura 5.<sup>a</sup> representa un cubilote de los más comunmente empleados, en seccion vertical por el eje. *O* es la cuba; *T*, el orificio donde se introduce la tobera productora del aire; *D*, fondo del crisol, donde se reúne el metal fundido; *C*, agujero de colada con su gotera.

La figura 6.<sup>a</sup> representa un cubilote, modelo moderno, para las grandes fundiciones. *A* es la cuba; *B*, puerta de carga, para lo cual sirve la meseta que descansa sobre las dobles *T*; *D*, tubo conductor del aire; *E*, fondo del crisol.

Para la inyeccion del aire recomendamos el empleo del sistema de toberas Voisin, que consiste en dos hileras paralelas de seis pequeñas

toberas cada una, servidas por el mismo tubo-soplante en un depósito comun de palastro, concéntrico al cuerpo del horno y de un cierre completo. Este depósito es el órgano distribuidor del aire á todas las pequeñas toberas. Estas dos hileras de toberas están separadas entre sí unos 50 centímetros, que la experiencia ha demostrado ser la distancia más conveniente.

Hasta estos últimos años, la tobera del cubilote consistia en una abertura practicada en la pared sobre el fondo, calculada la altura de manera que quedase encima de la tobera una masa proporcionada al peso de las caladas que debian hacerse. Esta primera disposicion habia sido modificada por el establecimiento de una segunda abertura colocada á una distancia vertical de 10 á 20 centímetros encima de la primera. Esta segunda abertura, que tenía por objeto permitir la reunion de mayor cantidad de fundicion en el cubilote, se cerraba por medio de un tapon de arcilla durante la primera parte de la fundicion, despues se destapaba para recibir el tubo cuando el baño de fundicion venía á tocar la tobera inferior, la que á la vez estaba cerrada. Así se ganaba la capacidad contenida entre las dos toberas.

Se habia tambien introducido una segunda modificacion, que consistia en dividir el viento en los grandes cubilotes, colocando dos toberas frente á frente. Se lograba de esta manera una combustion más regular y más uniforme. Se evitaba la báscula de las cargas causadas por la desigualdad de la reparticion del aire con una

sola tobera. Esta disposicion de dos toberas opuestas no perjudicaba al empleo de dos toberas superiores igualmente colocadas para ganar capacidad.

Tal era el método que se practicaba generalmente, cuando un contraamaestre de fundicion muy experimentado y práctico, M. Voisin, tuvo la idea de operar una division mayor aún del aire y repartirlo entre doce toberas dispuestas en dos hileras horizontales, cada una de seis toberas, colocadas al rededor del cubilote y á igual distancia una de otra, como hemos dicho hace un momento.

Al principio, el aire llegaba separadamente á cada una de las dos hileras por un cilindro distinto de palastro que le cubria. Este cilindro estaba fijo sobre el borde del cubilote de una manera enteramente impermeable. Tenía de 5 á 6 centímetros de espesor, y el conducto abductor de aire desembocaba allí de modo que se repartia el aire entre las seis toberas cubiertas del cilindro. Despues, estos dos cilindros han sido reunidos en uno sólo que recibe el aire por un sólo tubo abductor. Por fin aberturas practicadas en el cilindro frente á cada pequeña tobera y cerradas por un cristal móvil, permitian ver cómo cada una de ellas trabajaba y picarlas en caso de necesidad.

Un éxito completo coronó esta invencion y pocas fundiciones hay hoy que no empleen el sistema de las toberas Voisin.

Vamos á examinar sucesivamente las ventajas de este sistema, las causas de esas ventajas,

las mejoras que puede recibir aún, y las nuevas aplicaciones que pueden hacerse.

Consignaremos, en primer lugar, que un cubilote, á consecuencia de sus disposiciones, no puede recibir exceso de aire, y por exceso de aire entendemos el aire que pasaria sin quemarse. Podrá ir con más ó ménos velocidad, segun la presion del aire impelido por las toberas, pero todo el aire introducido quemará, porque ese aire habrá encontrado para ello bastante carbon en toda la altura del cubilote desde la tobera hasta el cánon; así es que una injeccion mayor no tiene otro efecto que precipitar la marcha.

Esto expuesto, admitiremos, por haberlo experimentado várias veces personas de gran competencia, que el aire lanzado en medio del carbon con gran presion, producirá ácido carbónico, miéntras habrá disminucion de presion de ese mismo aire, á partir de la cual no se producirá ya sino óxido de carbono. La teoría del alto horno descansa sobre este fenómeno, que se explica del modo siguiente: No estando el carbon en contacto con el aire más que por la superficie de choque, si la presion del aire es tal que haya afluencia del mismo, de modo que arrastre su predominio de masa sobre la del carbon que no obra más que por la sola parte de su superficie en contacto con el aire, superficie que hay que considerar como no teniendo más que un espesor matemático, habrá, en este caso, formacion de ácido carbónico; si, por el contrario, el aire no afluye en cantidad suficiente para es-

tablecer el predominio de su masa, la influencia está invertida, y entónces se forma óxido de carbono. Los principios de química explican claramente estas dos reacciones. Cuando en el cubilote, pues, se lanza el aire por una sola tobera, se concentra y acumula la presión sobre una superficie de carbon relativamente pequeña, formándose entónces ácido carbónico; pero si, al contrario, no se lanza más que la mitad del aire por las seis toberas de la hilera inferior, y que además ese aire se subdivide entre las seis toberas, la influencia de la masa está invertida formando óxido de carbono. Examinemos los efectos que resultan de aquí.

El óxido de carbono habrá determinado, para formarse delante la primera hilera de toberas, cierta temperatura con la de la hilera superior, porque están en una dependencia mútua una de otra, y seguiremos, en primer lugar, el óxido de carbono desde el punto de su formación hasta su paso delante la segunda hilera de toberas, para darnos cuenta de lo que habrá hecho y sufrido en ese camino de 50 centímetros de altura.

Habrá pasado por en medio del carbon, moviéndose el mismo en sentido contrario, es decir, bajando, y por el cual también pasa al propio tiempo y en el mismo sentido, pero con una velocidad mayor, debida á la diferencia de densidad, la fundición ya fundida delante la hilera superior de toberas. Se observa en esta ocasión, que el estado de liquidez de esa fundición no le permitirá detenerse delante de la hilera



inferior de las toberas y que pasará directamente para acumularse en el cubilote. En ese trayecto, el óxido de carbono habrá ejercido una acción reductriz sobre el óxido de hierro que habreis podido encontrar, y tan débil como pueda ser esta reacción, compensará otro tanto las demás causas de merma; en fin, operará además una acción carburante sobre la fundición. Esta segunda acción operará también en un sentido contrario á la merma, y tenderá además á mejorar la fundición haciéndola más gris. Habrá, por esas dos reacciones, formación de un poco de ácido carbónico, que volverá á trasformar inmediatamente en óxido de carbono por su contacto con el cok, de suerte que se puede admitir que el óxido de carbono llegará íntegro delante la segunda hilera de toberas, y que las coaluciones caloríficas en el trayecto se habrán compensado mutuamente.

Veamos ahora qué temperaturas se habrán desarrollado delante de dos hileras de toberas, después de un tiempo necesario para que la marcha se haga regular y el régimen establecido.

Supondremos, en primer lugar, para hacer este cálculo y aislar el hecho de toda causa modificadora que podría ocultar las circunstancias, que no tengamos que considerar más que las evoluciones caloríficas verificadas por esta combustión bajo el golpe de aire delante las dos hileras de las toberas. Sin ocuparnos de la temperatura producida de antemano por el calentamiento previo del cubilote, temperatura que

producirá un contingente considerable á la temperatura real que determinaremos más adelante. En estas condiciones hipotéticas, en el instante en que se dará el viento, la combustion empezará.

En la hilera inferior de toberas no se formará, como ya hemos dicho, más que óxido de carbono; en la superior no se formará tampoco durante algunos segundos más que óxido de carbono, hasta que el generado en la hilera inferior haya subido para pasar y trasformarse allí, bajo la accion del viento superior, en ácido carbónico de un modo continuo y hasta el fin de la operacion. Però el régimen no estará establecido, atendido que es tan sólo en el momento que le da el viento, que se empieza á cargar la fundicion y que hay que esperar para que el régimen esté establecido, que esta haya bajado desde el cañon, delante la hilera superior de toberías, para fundirse allí, y pasar así fundido delante la hilera inferior y llegar al cubilote.

Supondremos, pues, la marcha del cubilote llegada á este punto y el régimen definitivamente establecido (y razonaremos en esta hipótesis), considerando un kilogramo de carbono, es decir, las reacciones y los fenómenos de calor á que habrá dado lugar y que habrá experimentado. Fácil será deducir de un kilogramo la totalidad. Pero ántes de proseguir conviene hacer dos observaciones necesarias á la apreciacion de lo que sigue. La primera es que se desarrollará delante de las dos hileras de toberas,

temperaturas bastante altas durante el tiempo transcurrido entre el momento del viento dado y el en que la fundicion habrá empezado á pasar delante de la hilera superior de toberías. La razon de ello es que la fundicion no habrá todavía tomado de la temperatura desarrollada delante las toberas un contingente de calor para ponerse en equilibrio de temperatura con el medio; porque no hay que perder de vista que absorbe calor sin producirlo, y que, por este motivo, es necesariamente una causa de enfriamiento. La segunda observacion tiene por objeto recordar que un kilómetro de carbono corresponde á 27,36 de fundicion hecha.

Haciendo todos los cálculos al efecto, que no detallamos por oponerse á ello la índole del presente MANUAL, y teniendo en cuenta que puesto que los gases salen del cubilote á la temperatura media de  $172^{\circ}50$ , han perdido en el trayecto una diferencia de  $1254^{\circ}68 - 172^{\circ},50 = 1082^{\circ}18$ , la cantidad de calor representada por esta temperatura resulta ser 6435,89 calorías.

Así el calor perdido por los gases resultado de la combustion completa de un kilómetro de carbono en el trayecto desde la hilera superior de las toberas hasta la salida por el cañon es de 6435,89 calorías, las que se han adquirido por las materias carbono y fundicion, adherentes á ese kilómetro de carbono quemado y caminando en sentido inverso de dichos gases. Estas materias son, pues, un kilómetro de carbono y 27,36 de fundicion, no teniendo cuen-

ta de las materias estériles, para no complicar el razonamiento sin necesidad. Se va, pues, á establecer un equilibrio de temperatura entre esas materias provistas á su llegada delante la hilera superior de toberas de 6435,19 calorías, adquiridas en su bajada desde el cañon, y los gases resultado de la combustion, del kilógramo de carbono ya trasformado en óxido en la hilera inferior. Acabamos de ver que si nada estorbare esta última fase de la combustion del carbono, la temperatura de esta reaccion sería 1254°68.

Suponiendo por un instante que así sucede en efecto, encontraremos 150°66 de temperatura, y que la cantidad de calor que corresponde á esta temperatura será 6900,51 calorías. De este modo se encontrará que las materias han ganado en su aumento con la hilera superior de toberas una cantidad de calor igual á 464,42 calorías. Sin embargo, fácil es reconocer que la cifra 1:50°66 es demasiado pequeña y necesita una correccion.

En realidad no han sido expuestas todas las condiciones de la cuestion, porque al régimen supuesto establecido, las materias que consideramos han sido precedidas por otras en igual cantidad que han contraído igualmente la temperatura de equilibrio á su paso delante la hilera superior de toberas y han bajado con esa temperatura de equilibrio de 1150°66, suponiéndola por un momento exacta, delante la hilera inferior en donde se han puesto en equilibrio de temperatura con el óxido de carbono

que allí se forma, y que determina por su formación una temperatura de  $817^{\circ}74$ .

Evidente es, *á priori*, que esta temperatura de equilibrio será menor que la de las materias y más elevada que la del óxido de carbono. Para determinarla, basta introducir en la ecuación del cálculo de la temperatura desarrollada por la formación del óxido de carbono que hemos dado, las materias, bajando después de su crecimiento con la primera hilada de toberas y el calor contraído en ese crecimiento. De este modo encontraremos la cantidad  $1029^{\circ}57$ .

Así se ve que el óxido de carbono, en el caso considerado, subirá hacia la hilera superior de toberas provisto de una temperatura de  $1026^{\circ}57$ , y no de  $817^{\circ}74$  que es la de la formación del óxido de carbono considerado aisladamente. Pero, apurando más la verdad, encontraremos todavía que la primera temperatura es bastante mayor, es decir,  $1350^{\circ}64$ .

Esta temperatura difiere, como se ve, 200 grados de la calculada, á pesar de no tener en cuenta el calor traído por la carga descendente al óxido de carbono que se forma en la hilera inferior de las toberas.

Se podrá creer que la temperatura del interior del cubilote tendrá que ir creciendo con la duración de la operación y de manera que llegue á una cifra muy elevada. Este efecto se produce así en primer término, pero mucho menos rápidamente y con menos intensidad que el cálculo pudiera indicarlo; después la marcha creciente de la temperatura disminu-

ye poco á poco, viene á ser estacionaria, y por fin toma un curso inverso y decrece hasta un límite más allá de lo que los resultados no permitirían ya continuar con ventaja la marcha del cubilote.

Hay para ello varias razones: la primera es que las caloricidades de los gases engendrados aumentan con su temperatura á consecuencia de su dilatacion, lo que hace pasar al estado latente cierta cantidad de calor, y por consiguiente rebaja otro tanto la temperatura. La segunda es que la temperatura media de los gases quemados crece con la temperatura del cubilote, y que entónces llevan á la atmósfera mayor cantidad de calor. La tercera es que el calentamiento de las paredes del cubilote y de la masa, aumenta la pérdida debida á la radiacion. La cuarta es que la elevacion de temperatura de las paredes facilita su erosion á consecuencia de una fusion gradual, lo que: 1.º hace pasar al estado latente todo ese calor de fusion y tiende así á rebajar la temperatura; 2.º aumenta otro tanto más la cabida del cubilote y favorece por consiguiente la dilatacion de los gases, y por tanto su aumento de caloricidad y su depresion de temperatura.

Fácil es reconocer que todas estas causas que ejercen su influencia en un mismo sentido, el de la depresion de temperatura, crecen en intensidad con la marcha del cubilote, y acabarian al cabo de cierto tiempo, como hemos dicho, no sólo por contrabalancear el movimiento de aumento de temperatura creado por el modo de

combustion resultado del sistema nuevo de toberas, sino tambien por predominar sobre ese movimiento de aumento, de modo que le paralizarian, á hacer bajar la temperatura y determinar así una mala marcha muy perjudicial. Pero nunca se llega á este punto por una sola fundicion, porque como esta operacion no dura jamás arriba de diez á doce horas, esos efectos no se producen sino parcialmente. Esto nos conduce á hablar del deterioro que sufren las paredes del cubilote.

Una observacion hecha en el antiguo sistema de toberas, es que una camisa de cubilote duraba, término medio, un año, y que por el nuevo sistema de toberas no dura más que tres meses. Esto estableceria de una manera incontrastable la prueba de una produccion más completa del calor de combustion y de un empleo mejor de ese calor, si ya ésta prueba no resultase clara de la disminucion de consumo.

El deterioro de las paredes del cubilote por efecto de la alta temperatura que resulta del uso de las toberas nuevas, no es ni uniforme ni regular. Siempre se observa que ese deterioro es más rápido en las dos zonas de las hileras de toberas, pero ademas se opera desigualmente entre ellas. La zona inferior se gasta siempre ménos rápidamente y ménos profundamente que la zona superior. Ese deterioro se manifiesta en una y en otra por una erosion de la materia de los ladrillos que determina en la pared un vacío circular, y que forma así una excavacion alrededor de cada hilera de toberas. Pero

como acabamos de decir, la erosion es siempre más considerable en la hilera superior que en la inferior. Estos diversos resultados se conciben y se explican con la mayor facilidad.

Se comprende, en efecto, que al golpe de aire de las toberas debe encontrarse dos verdaderos lugares geométricos de las más altas temperaturas de todas las partes del cubilote. Estos lugares geométricos están representados cada uno por una zona circular cuyo centro pasa por los ejes de las toberas. El primer resultado de esta temperatura máxima es una erosion de la pared más rápida en esas partes del cubilote que en otra cualquiera, lo que acaba por producir las dos excavaciones indicadas. La excavacion inferior es siempre ménos considerable que la superior, por razon fácil de preveer de antemano, que el óxido de carbono es el que se engendra en la hilera inferior, lo que da un desprendimiento de 2.473 calorías tan sólo por kilogramo de carbono trasformado, mientras que son 5.607 las calorías engendradas en la hilera superior de toberas para esta misma cantidad de carbono trasformado en ácido carbónico.

En todo lo que antecede, y para calcular las temperaturas respectivas de las zonas de las dos hileras de tobera, hemos hecho abstraccion de la temperatura inicial dada al aparato por un prévio caldeo, con el fin de hacer resaltar bien el movimiento progresivo de su caldeo, pero siendo el punto de partida de esta temperatura inicial de 1.200 grados, á consecuencia del cal-





deco previo de cubilote, se entra en seguida en marcha normal y regular. Buscando ahora á qué temperatura de las dos zonas de toberas conduce el caldeo previo del cubilote á  $1.200^{\circ}$ , entraremos  $882^{\circ}, 16$  en lugar de  $817^{\circ}, 74$ . y por otra parte,  $1.283^{\circ}, 31$ . Pero esta última cantidad es todavía menor que el valor real, porque el óxido de carbono para llegar á la hilera superior de toberas atravesará una altura de 50 centímetros de un medio de carbon á  $1.200^{\circ}$ , al que tomará calor que elevará otro tanto su temperatura al golpe de aire de las toberas.

No proseguiremos más este cálculo, que basta para demostrar la ventaja del caldeo previo del cubilote ántes de la introduccion de la fundicion, á un grado tal, que el metal se alievadó á una temperatura suficiente para que al bajar hácia la primera hilera de toberas pueda fundirse sin dificultad. De este modo se obtiene no sólo una marcha enérgica del cubilote, sino tambien resulta de esta marcha una accion carburante del óxido de carbono sobre la fundicion en su cruce con ella, lo que hay que desear siempre. El estado líquido de la fundicion favorece esa accion carburante. Hay, pues, bajo este punto de vista, interes para el fundidor en tener una fundicion muy fusible, lo que le permite ademas hacer una economía de combustible, naciendo posible la disminucion del tiempo y del grado de caldeo previo del cubilote.

Acabamos de decir que el óxido de carbono subiendo hácia la hilera superior de toberas

ejerce una acción carburante sobre la fundición líquida en su cruce con ella; es un hecho de experimento comprobado durante muchos años, y podemos, según estos experimentos, exponer el principio de que no hay otro agente de carburación del hierro en el alto horno más que el óxido de carbono. La tobera Voisin no sólo asegura la conquista de esta ventaja, sino que permite desarrollarla en cierta medida. El medio consistiría en obturar temporalmente el todo ó parte de las seis toberas superiores á medida del efecto de carburación que se desee producir. Al efecto, la experiencia sola podrá guiar al fundidor en esta circunstancia, porque él solo conoce su combustible, su fundición y su aparato.

Sin embargo, importa observar que ese procedimiento de recarburación de la fundición no puede practicarse más que por una buena marcha del cubilote, porque tendrá por primer resultado bajar su temperatura y arrastrar al propio tiempo un aumento de consumo de combustible á consecuencia de la combustión incompleta del óxido de carbono. Después de todo, estimamos que la tobera Voisin ha llevado el arte del fundidor, prácticamente, hasta el último límite la economía posible de combustible. Para probarlo hay que recordar que el consumo teórico de carbono necesario á la fusión de 100 kilogramos de fundición es de 3,42 kilogramos; que el consumo normal, es decir, el aumentado del coeficiente práctico necesario á la fusión del mismo, pero de fundición, es de

3,65 kilogramos; que este último consumo aumentado de una parte proporcional en el combustible gastado en el caldeo del cubilote, llegaba, en el caso de una duración de doce horas de fundición, 4,64 kilogramos y 5,62 para una duración de seis horas de la misma fundición. Pues no es difícil encontrar fundiciones en que ese consumo oscila entre 6 y 7 en peso de cok por 100 de fundición hecha. Evidente es que en un caso semejante la impureza y el estado hidrométrico del cok empleado bastan para explicar la diferencia observada entre el consumo normal y el real. Pero la tobera Voisin ofrece otra ventaja que lo que antecede ha podido hacer sospechar, y es de disminuir el desperdicio de la fundición haciendo obstáculo por el óxido de carbono á la oxidación del hierro, y favoreciendo, por la misma causa, la reducción del óxido ya formado.

COLADAS Y OPERACIONES ÚLTIMAS.—La fundición líquida, procedente del alto horno (1.<sup>a</sup> fusión), ó del cubilote (2.<sup>a</sup> fusión), suele ser alguna vez conducida directamente por medio de canales practicados en el suelo á los moldes, que en este caso suelen estar practicados en hoyos abiertos en el suelo de la fábrica y á poca distancia del horno. Pero lo más general es llevar la fundición hasta los moldes por medio de cazos ó cucharas, llamadas también crisoles, que se manejan á mano cuando son de pequeña capacidad, ó por medio de gruas cuando contienen gran cantidad de fundición líquida.

La figura 7.<sup>a</sup> es un cazo ó cuchara dispuesto

para manejarlo á mano, y ella sola está indicando la manera cómo esto se verifica.

Es bastante raro que pasen las dimensiones de los cazos de la necesaria para cabidas de 10 á 12.000 kilogramos; cuando se tengan que colar piezas de peso mayor, se emplean varios cazos, lo que parece preferible, en general, para que la fundicion se distribuya más pronto y más fácilmente en un gran molde, vertiendo el metal en dos puntos mejor que en uno.

Los cazos ó crisoles están revestidos en su interior de una capa de arena usada, mezclada con boñiga de caballo. En las fundiciones modernas se emplean cazos oscilantes, que tienen grandes ventajas en su manejo sobre el modelo sencillo que hemos representado en el dibujo.

Tanto para el trabajo de la herrería como para el de las fundiciones, son indispensables las gruas, tanto más cuando los moldes cubren todo el taller, cuanto que los cubilotes y hornos no pueden colocarse á la proximidad de las armaduras. Hay, pues, que buscar los medios de poder trasportar á todas partes los cazos que, en una gran fundicion, suelen contener hasta 20 y 25 toneladas de metal fundido. Han de ser muy fuertes y tener gran vuelo, fijados sólidamente por abajo y por arriba y corresponderse uno á otro para el servicio de todo el taller. El vuelo debe ser variable, es decir, poder tomar y llevar peso, no sólo á todos los puntos de una misma circunferencia, sino tambien á todos los puntos del radio de esta circunferencia. En estos talleres son preferidas las gruas [de hierro y

fundicion; cuando son de madera se deterioran más fácilmente por estar continuamente expuestas al calor de los cazos llenos del metal fundido.

Después del moldeado, los objetos se acaban por medio de un trabajo mecánico; así, por ejemplo, se quitan las rebabas, la arena pegada á las superficies se desprende, etc. Muchas veces los objetos moldeados han de perforarse (como los cañones) ó (así como ciertas piezas de maquinaria) torneadas, cinceladas, pulimentadas, etc.; pero como, á consecuencia de un enfriamiento rápido, sucede frecuentemente que su superficie adquiere dureza y fragilidad tan grandes como si se hubiesen fundido con fundicion blanca, y por esta razon no pueden trabajarse con la lima, el buril, etc., se procura, por medio de una segunda cochura, comunicarlas la consistencia necesaria al efecto. La segunda cochura consiste esencialmente en calentar fuertemente al rojo, de una manera constante, la pieza moldeada envuelta en una capa y después dejarla enfriar poco á poco.

La segunda cochura puede hacerse por vía física ó por vía química. En el primer caso, en que no se produce ninguna alteracion química y en que el hierro duro se convierte en hierro blando á consecuencia de un simple cambio en la disposicion de las moléculas, se cubren los objetos con arcilla y se calientan al rojo entre carbones, ó bien se calientan simplemente debajo de grava seca ó en una matriz llena de polvo de carbon. Si los objetos colados deben

al propio tiempo adquirir por la segunda co-  
chura cierta solidez, propia al acero y al hierro  
dúctil, la capa y el calor rojo mucho tiempo  
prolongado han de obrar químicamente, es  
decir, decarburar parcialmente la fundicion.  
Como capa se emplea un cemento compuesto  
de carbon, de ceniza de huesos, de hojuelas  
de hierro, de óxido rojo de hierro, de peróxido  
de manganeso ó de óxido de zinc. La fundicion  
decarburada con moderacion, y en toda su masa  
lleva el nombre de fundicion maleable. De este  
modo es como hoy se fabrican esos innumera-  
bles objetos pequeños de fundicion que ántes  
se acostumbraban forjar como, por ejemplo,  
las llaves, despabiladeras, hebillas, etc. Estos  
objetos pueden acerarse superficialmente por  
el temple en paquetes; tambien hoy se hacen  
tijeras y cuchillos (hasta navajas de afeitar)  
moldeados, que apénas se distinguen de los de  
acero. Frecuentemente se cubren los objetos  
moldeados con un barniz de alquitran, de hulla  
y de grafito, ó de aceite de linaza y negro de  
humo, ó bien se broncean y bruñen.

Con el fin de preservar los utensilios de co-  
cina, de fundicion, del enmohecimiento y de la  
accion de los ácidos débiles, se suelen esmaltar  
por el interior; al efecto, se quita el óxido que  
se encuentra en la superficie del metal con ácido  
sulfúrico diluido; en el vaso se agita un baño  
compuesto de borax, de cuarzo, de feldespa-  
to, de carbonato de sosa y de óxido de zinc,  
y despues se calientan los objetos en una mufla  
hasta la fusion más vitrificable. El palastro vi-

trificado fabricado en Francia es análogo á la fundicion esmaltada. La masa vitrificable se prepara fundiendo juntas 130 partes de polvo de flint-glass, 20,5 partes de carbonato de sosa y 12 partes de ácido bórico. El palastro vitificado se emplea principalmente en lugar de los vasos de zinc y de los objetos de palastro estañados; se hacen de él moldes para el azúcar y cristalizadores para el ácido esteárico.

## PARTE TERCERA.

---

### FUNDICION DE BRONCE Y OTROS METALES.

#### I.

#### FUNDICION EN CRISOL DEL COBRE Y DEL BRONCE.

TALLERES Y HORNOS.—Los talleres para la fundicion en crisol del cobre y del bronce ocupan generalmente la planta de un edificio más ó ménos espacioso, segun sea la importancia de los trabajos que se quieran ejecutar. Púedese tambien establecer esta fundicion en un sotechado de 12 á 15 metros de largo por 6 á 7 de ancho y 4 á 5 próximamente de altura, con las suficientes luces en la cubierta. En la parte posterior del edificio se colocan uno ó dos aparatos de horno, de seis crisoles cada uno, ó tambien

de tres, según la importancia de la fundición, pero siempre recubiertos, cualquiera que sea su número, de una gran campana que termina en el conducto de una chimenea bastante elevada para establecer un tiro enérgico.

Un fuelle de pliegues basta para alimentar tres hornos; el viento ha de estar repartido uniformemente por medio de un tubo aherrquillado que caerá en los intervalos que separan tres llaves. No debe apartarse el fuelle de la masa de los hornos, con el fin de disminuir el largo de los tubos que no deben tener más que codos redondeados, porque la experiencia ha demostrado que el viento de un fuelle no llegaría á la extremidad de un tubo demasiado largo á causa de los rozamientos que reciben durante su marcha. El viento se paraliza, y puede pararse del todo, en razón de la estrechez del diámetro y del largo de los tubos.

El macizo de los hornos es de ladrillos de 0,<sup>m</sup> 22 de largo por 0,<sup>m</sup> 11 de ancho y 0,<sup>m</sup> 054 de espesor; la tierra ha de ser refractaria sobre la capa interior ó sea la camisa. Los hornos están separados unos de otros 0,<sup>m</sup> 65, y los huecos son de las mismas dimensiones que los macizos. Cuando los ladrillos de la camisa están colocados al interior, se ven reducidos á 0,<sup>m</sup> 22 en cuadro: este vacío tiene 0,<sup>m</sup> 65 de profundidad hasta la placa del fondo; la masa de los hornos está reforzada á su alrededor por dos aros de hierro de 0,<sup>m</sup> 0.135 de espesor por 0,<sup>m</sup> 676 á 0,<sup>m</sup> 812 de ancho; están colocados arriba y abajo, encima del hoyo que sirve para



limpiar el horno y para recibir las pérdidas del cobre, en el caso que los crisoles se rompieran ó perforasen donde haya piritas. Dichos aros retienen montantes de hierro que concurren á impedir la separacion que el exceso de calor pudiera ocasionar en la mampostería.

Perpendicularmente al vacío de cada uno de esos hornos hay un hoyo; éste es una caja de fundicion cuya abertura tiene 0,<sup>m</sup> 24 por 0,<sup>m</sup> 162 de alto en su parte posterior; hay tambien un agujero de 0,<sup>m</sup> 027 para la entrada del viento. Este hoyo, que queda abierto por delante, está empotrado en la fábrica por tres lados; su fondo descansa sobre el suelo y sobre la parte superior, que queda abierta como una caja, se pone un fuerte cuadro de hierro ó de fundicion, el cual, en los dos brazos que tiene en sus partes anterior y posterior, lleva cuatro agujeros que corresponden entre sí de dos en dos, por donde pasan dos clavijas redondas y retorcidas por una extremidad; sobre esas clavijas es donde descansa la placa del horno; los ángulos se matan de manera que el viento pueda subir por los cuatro costados del horno y alimentar el fuego de carbon que rodea el crisol. Antes de hacer jugar el fuelle, se tiene cuidado de tapar con arena de moldear la parte delantera del hoyo, de manera que el aire que se introduce no encuentre salida sino por el horno cuadrangular, que contiene un crisol redondo de 0,<sup>m</sup> 135 de diámetro por unos 0,<sup>m</sup> 297 de altura.

**HERRAMIENTAS Y MATERIAS.**—Las herramientas de una fundicion de cobre tienen mu-

cha variedad; su número y forma dependen del trabajo que se ejecuta. Las que pertenecen á todas clases de fundicion son los bastidores, las prensas, la grua, las cajas de arena, las cribas de crin y tela metálica, los fuelles de mano y los del horno, las placas de moldear, las para triturar, las arenas, los rollos ó cilindros, las cajas de núcleo, los modelos de todas clases, las pinzas, las tenazas, las palas, los atizadores del horno, las garras curvas y rectas, las espumaderas, los morteros para la metralla, los mandriles ó árboles de núcleo, las linternas de núcleo, las mazas, los trinchantes, los cuchillos, los sacos para el polvo de carbon, los cubos, etc. Los bastidores, á consecuencia de su variedad, y los gruesos fuelles de pliegues merecen alguna observacion.

La mayor parte de los bastidores que sirven en la fundicion son de madera, tienen más ó ménos espesor, y un tamaño proporcionado al objeto que se ha de fundir; si se quiere evitar quemar la cabeza de los bastidores, hay que hacerlos de llantas, el bastidor es más sólido, y si la pieza que se moldea se encuentra entre dos ó tres piezas falsas, como v. g., una polea, no varía cuando las clavijas que unen esas piezas de bastidor están ajustadas en los agujeros que correspondan. Las clavijas han de ser de hierro redondo y no de madera.

Los mejores bastidores son los de hierro plano y de fuerte palastro y acodados á escuadra. En los ángulos de los bastidores se hacen unos cortes con el fin de rebajar los bordes por am-

bos lados á escuadra, de manera que éstos se ajusten á uña.

Los herisos y las linternas de núcleo, en las fundiciones algo importantes, son de fundicion y huecos, provistos en su circunferencia de varios pequeños agujeros por donde el aire y el gas puede salir, cuando se encuentran dilatados en el interior de las arenas ó tierras de los núcleos.

Los fuelles de pliegues, cuyo uso es general hoy, se parecen bastante á los fuelles de órgano, á excepcion que los primeros tienen un doble diafragma para formar recipiente; las paredes son movibles, por medio de pequeñas tablas de madera muy delgadas, unidas las unas á las otras por tiras de piel que las permite tener un movimiento de articulacion ó especie de oscilacion, por medio de la cual los dos planos pueden apartarse ó acercarse alternativamente. El menor movimiento que se imprime á la báscula que las hace moverse, hace trabajar el plano inferior del fuelle que produce una aspiracion suave y lenta que es precisa para volver á cocer los crisoles; sin embargo, necesitan mucho cuidado y no pueden dar un golpe de viento fuerte para acelerarla fusion en cierta clase de hornos, cuando se hacen fundiciones simultáneas; pero entónces no hay inconveniente en sustituirlos con fuertes fuelles de fragua.

Las materias de empleo diario en una fundicion son las arenas delgadas y gruesas, las tierras para hornos, los carbones de tierra y vegetal, el cok, el polvo de carbon pasado por

agua, la harina loca de centeno, la metrailla ó materia propia á cada clase de obra, y que en tal caso toma un nombre especial segun el metal ó la aleacion de que se compone.

Los crisoles tambien hacen parte de los materiales; su consumo y la buena calidad que han de tener, deben llamar la atencion del fundidor. Estos crisoles deben golpearse con la articulacion del medio de la mano derecha; así se reconoce al sonido si están rajados ó sanos; se apartan tambien los que contengan piritas. Para conservar los crisoles, se han de poner en un sitio seco donde no pueda penetrar ninguna humedad; han de ponerse en pilas sobre tablas ó estantes.

Para formar los moldes, se emplea un compuesto de arena seca y arcilla, es decir, una mezcla de sílice y alúmina colorada por el óxido de hierro que contiene alguna vez algo de cal; esta arena ha de ser bastante glutinosa, que pueda ponerse compacta por la compresion, y al propio tiempo bastante silíceo para no quebrarse al fuego.

Los fundidores deben tener cuidado de secar las arenas sobre unas placas de fundicion, bajo las que se entretiene un fuego que descompone las sales y álcalis, que se notan por una llama azulada que se desprende con una pequeña detonacion; esas arenas se reducen, en lo posible, á polvo impalpable que pasa por un cedazo de seda sobre una tabla de triturar; se mezcla con arena que haya ya servido, ó con polvo de carbon, lo que es mucho mejor.

En cuanto al moldeado en arena verde, áun para el cobre, son mejores las arenas cuanto más carboníferas son. Por esto es mejor la mezcla con polvos de carbon que con arena usada.

**MOLDEAJE Y FUNDICION AL CRISOL.**—Generalmente se opera toda clase de moldeado encerrando un modelo en arena ú otra sustancia terrosa, procurando poder retirarlo sin estropear el molde. Para llegar, pues, á hacer un buen molde debian penetrarse de las dificultades que presenta la pieza que se quiera convertir en cualquier metal. El bastidor y sus falsas piezas y la division de las arenas, y hasta de las tierras en piezas relacionadas, así como la del molde y á veces la aniquilacion de este último, así como la cera en la fundicion de las estatuas, concurren á operar el moldeado de una pieza, cualesquiera que sean sus contornos irregulares y hondos que tenga.

El moldeaje se divide, pues, en simple y compuesto.

El moldeado simple se opera sin dificultad; los cuerpos esféricos, cilindricos y llenos, los barrotes cuadrados, los cubos, los platillos y placas, de cualquier naturaleza que sean, si la escultura no está muy entrada, se moldean en dos piezas de bastidor, que se reunen despues de la salida del modelo por medio de agujeros y clavijas, y de referencias que se hacen en la arena excavando una parte en la pieza llamada lecho, porque está debajo y es quien ha recibido la primera impresion; esta referencia en hueco en el contra-moldeado forma punto

saliente en la pieza superior, la que se llama pieza falsa; éste es el moldeado simple ó sencillo.

Si la pieza que se acaba de moldear debe colocarse entre dos prensas, es preciso que el chorro y los respiraderos se dirijan hácia la testera del bastidor que lleva cortaduras al efecto. El surtidor y los respiraderos deben ser proporcionados á la cantidad de materia que han de contener los moldes y á la dimension de las piezas; los surtidores que sirven para colar los clavos de tapiceros y otras piezas menudas han de ser muy agudos y tener direcciones tales, que el metal pueda recorrer todas las partes del molde.

El moldeado compuesto es diferente: comprende las piezas que han de salir huecas, tales como las figuras, los grifos; las piezas esculpidas en todas sus partes, tales como los capiteles corintios ó jónicos, guirnaldas, trofeos, grupos, estátuas y vegetales que sirven de modelos y que no tienen sino poca ó ninguna resistencia; hé aqui piezas que reclaman mucha práctica de parte del fundidor. Hay que pegar piezas de concordancia en todas las partes hondas y cubrir completamente el modelo; despues se hace una chapa en un bastidor, de tres á cuatro pulgadas en todos sentidos más que las partes más salientes de la pieza. Esta chapa reúne el conjunto de las piezas de concordancia que á ella se sobreponen y se pegan con engrudo y se fijan con alfileres de alambre de hierro en el mismo orden en que han sido comprimidas ó pegadas, para obtener en hueco lo que el modelo presentaba en saliente.

Si se introdujera la materia en un molde de esta clase, la pieza que saldría sería maciza; debiendo á veces ser hueca y no tener sino muy poco espesor si se quiere que el metal salga limpio del molde despues de la fundicion; esta condicion es esencial, sobre todo para las piezas moldeadas en arena pura, porque se vitrifica fácilmente á un gran calor.

En la hipótesis de que las piezas han de salir huecas, hay que preparar un núcleo, lo que se practica con facilidad en una caja de núcleo, si ese hueco ha de ser regular; pero si, por el contrario, la pieza ha de ser hueca, segun todos los contornos del modelo, hay que emplear el buen hueco. Al efecto se tapan en ese hueco concavidades que podrian impedir el desnudo del núcleo, se salpica de polvo de carbon todo el buen hueco, se ajusta un armazon de hierro ó alambre que descansa sobre la parte del molde que sirve de base; este armazon puede ser parcial, porque los núcleos pueden ser de varias piezas. Esto hecho, se toma arena restregada y se aplica en el interior del hueco, se comprime con los dedos para que tome la forma; pero á medida que la arena del núcleo adquiere espesor, se comprime con el mango de las macetas de moldeaje ú otro medio á propósito para darle la solidez que necesita el núcleo para fijarla de un modo invariable al armazon.

El vacío que ha de ocupar la materia en el molde se hace sacando de los núcleos una cantidad de arena suficiente para formarlo; se asegura que este vacío es igual y tal como se de-

se, volviendo á poner en su sitio el núcleo cubierto de *moscas*; las partes salientes que contengan son los indicios seguros del espesor del metal.

Esto es para la generalidad; pero hay casos particulares en que el genio del fundidor ha de producirse, sacando partido de todos los medios que le ofrecen las localidades y materiales á su alcance, sin necesidad de seguir la rutina.

Hemos descrito ya ántes los hornos unidos en que se opera la fundicion con crisoles; se llenan de leña menuda y carbon vegetal los hornos que se quieren encender. Un oficial fundidor y su ayudante que maneja el fuelle pueden conducir tres de ellos; el fuego se enciende por medio de una corriente de aire, que se establece por la cueva ó recipiente de aire del horno, que no está tapado todavía y permite la circulacion del aire exterior. Mientras se calienta el horno y se pone rojo, el fundidor elige sus crisoles segun hemos dicho. Hecha la eleccion, se hace sufrir á los crisoles la prueba del fuego, ó lo que se llama montar los crisoles. Para eso se establecen de llano, sobre la parte superior del horno, las barras, apartando las ramas, de manera que se forma una especie de rejilla, sobre las que se pone el crisol, la abertura por abajo, y recibe primero el calor muy suave del horno, porque entónces éste no está todavía muy encendido; á veces en esta prueba el crisol se rompe produciendo un chasquido como de cristal, y esto sucede á menudo porque ha recibido el calor demasiado bruscamente ó



porque el crisol estaba húmedo. Bueno es tener los crisoles que han de servir de antemano cerca del horno para que se sequen bien y no se rompan al hacer la prueba. Hecha ésta, el ayudante tapa la boca del hoyo ó recipiente con una placa de hierro, embarra exactamente la abertura exterior, abre el grifo y pone el horno en comunicacion con los conductos del fuelle. El oficial toma con las pinzas de resorte el crisol hácia el fondo, quita las garras que le sostienen, manda á su ayudante soplar suavemente mientras él baja despacio el crisol, la abertura vuelta hácia el fondo del horno. El crisol se pone rojo y se blanquea despues hácia los bordes; hecha esta operacion, retira ligeramente el crisol del horno y le vuelve sobre el borde de manera que quede la abertura del mismo por arriba, tal como ha de estar para la fundicion.

El oficial carga su horno con nuevo carbon si es necesario, le tapa con su tapadera y manda al ayudante active el fuelle. El crisol no tarda en blanquear, y cuando el fundidor juzga que ha recibido un golpe de fuego suficiente, lo retira del horno, lo examina por dentro mientras el ayudante lo mira por fuera para ver si tiene algun agujero ó estrella, lo que lo inutilizaria; si no tiene defectos, el crisol se vuelve prontamente al horno, sobre su hueco, y puesto la boca mirando hácia el ángulo izquierdo de la parte posterior del horno si el fundidor cuele á la derecha, ó al revés, segun el caso; se envuelve ligeramente con nuevos carbonés, sin cuidarse de las rendijas que pueden producirse en los bordes,

porque se sueldan con vidrio cuando el crisol está á su mayor grado de incandescencia.

Un buen crisol puede hacer de doce á catorce fundiciones consecutivas, si se trata bien y si no recibe algun golpe de aire durante la colada; para evitar esto se cierran todas las aberturas de la estancia ó taller durante la colada.

La operacion de la conduccion de los crisoles requiere mucha práctica de parte del fundidor, no puede perder un momento cuando tiene tres á su cargo; cada fundicion necesita sobre una hora; se necesita tambien una hora para *montar* tres crisoles.

La fundicion continúa en los hornos de viento, entreteniendole un fuego de carbon al rededor del crisol; los ángulos contienen más que los costados. Se procura mantener un calor uniforme que verifica la fundicion del metal, que se prepara de antemano; que esté reunido en masa ó dispuesto en vasijas si es metralla que ha sido ya fundida, ó por último, que se encuentre en pedazos ó lingotes divididos. Todos estos cobres se colocan sobre la cubierta del horno, para que se calienten ántes de introducirlos en el crisol; como la primera carga de materia que ha llenado el crisol ocupa mucho ménos sitio cuando está fundido, se hacen cargas consecutivas sobre el baño hasta que quede lleno el crisol.

Es mejor emplear el cok que el carbon vegetal, pues habiendo sido ya el primero recogido, las piedrecitas que contenia se han calcinando y no hay que temer estallen bajo la accion del fuego en el crisol, lo que puede ocasionar des-

perfectos muy grandes en éste y hasta romperlo.

Tenemos que hacer observar que la ley del metal debe variar segun la naturaleza del objeto que se trata de fundir: una figura que ha de dorarse no puede ser del mismo cobre que la que ha de servir para hacer llaves.

Muchas veces se funde sobre modelos en metal; la diferencia de las densidades da el peso de la materia que debe colarse.

Los Sres. Fuzellir-Léger y Thomé, hijo, han ideado un nuevo sistema de moldes solidificados para colar y moldear la fundicion, el cobre y otros metales y aleaciones. Estos moldes presentan la ventaja de ser duraderos y poder operarse en ellos un número considerable de coladuras sucesivas. El resultado industrial consiste en la supresion del trabajo del moldeo de cada copia ó reproduccion del modelo primitivo.

Estos moldes se preparan mezclando en proporciones variables y fijas carbon de retortas pulverizado y alúmina, adicionados con un aglutinante, tal como la brea pulverulenta que transforma la mezcla en una pasta solidificable. En vez de alúmina puede usarse la magnesia ú otra sustancia cualquiera que tenga la propiedad de contraerse por efecto del calor. La pasta así formada sirve para confeccionar un molde que se solidifica por una coccion conveniente.

Cuando el metal fundido se cuela en un molde formado de esta manera, le cede su calor al enfriarse y el molde se contrae segun la contraccion que el metal experimenta. Así se obtiene un moldeo de una gran exactitud y limpieza, y

ademas la mezcla no adhiere nunca al objeto fundido.

Para confeccionar un molde se procede del siguiente modo: el modelo se coloca dentro de un marco, como acostumbra hacerse siempre; junto al marco se coloca alúmina ú otra sustancia análoga, una fuerte proporcion de carbon de retorta y aglutinante en fragmentos del tamaño requerido, casi en polvo.

La guarnicion deja un hueco al rededor del modelo, que se llena con la pasta mencionada, pero que contenga ménos carbon de retortas. Esta segunda mezcla es la que toma exactamente la impresion del modelo para el trabajo de la formacion del molde.

En seguida se llena el marco con la mezcla primera, y luégo se seca y cuece el molde despues de quitar el modelo. Para los objetos que encogen mucho ó los que á causa de su forma experimentan una contraccion irregular, se hacen los moldes de varias piezas, que resbalan unas dentro de otras.

## II.

### FUNDICION DE OBJETOS PEQUEÑOS.

**BOTONES.**—El fundidor de botones es el que ménos herramientas necesita; se sirve de moldes de metal para fundir las materias blancas, y su fundicion para el moldeado en arena es un diminutivo de los demas: uno ó dos hornos, algunos bastidores de madera con cabezas de

hierro, una caja llena de buena arena le bastan; una prensa, garfios, crisoles y algunas herramientas comunes á los demas fundidores, hé aquí todo, pero necesita gran número de herramientas para cortar, estampar y laminar sus hojas. Hay mucha variedad en el color de los botones; los unos son blancos y vidriosos, los otros dulces, sea que estén amarillos ó rojos.

El modo de fundir es el mismo que hemos descrito para la fundicion al crisol.

CAJAS DE RUEDAS.—Se emplean las mismas herramientas y hornos que en las demas fundiciones; por lo demas es la parte de fundicion que reclama ménos precauciones. En ella se emplean cobres de calidad inferior, y sin embargo, sería bueno emplear una aleacion dúctil y dura, porque las cajas de ruedas hechas de cobre amarillo quebradizo, se rompen en el eje si el roce se produce largo tiempo sin aceite.

El fundidor de cajas de ruedas necesita una cantidad considerable de modelos para reunir las tres dimensiones que son el largo y los diferentes diámetros de las dos extremidades; ademas, el modelo no debe tener más que el espesor debido para pesar tal ó cual peso.

Los bastidores de madera se quemán pronto, por esto los de hierro son preferibles; hé aquí la manera de hacerlos:

A 0<sup>m</sup>,487 de una extremidad se hace un corte de 0<sup>m</sup>,009 de hondo con el buril ó con una lima alemana; á 0<sup>m</sup>,3248, otro corte; á 0<sup>m</sup>,487 otras y una cuarta á 0<sup>m</sup>,3248; quedan 0<sup>m</sup>,0541 para formar la junta en un bastidor de 0<sup>m</sup>,135 de

ancho,  $0^m,0045$  de espesor y  $1^m,678$  de largo. Esos cortes se reproducen exactamente sobre el lado opuesto de la hoja: se dobla por el medio de cada corte la barra en ángulo recto; de este modo se forma un paralelogramo de  $0^m,487$  de largo por  $0^m,3248$  de ancho. Se clavan con remachos las dos extremidades juntas, pero como hemos preparado los cortes, es para doblar los bordes interiormente, con el fin de dar solidez al bastidor, para detener las arenas en su interior y para perforar los agujeros de las clavijas que debe llevar la pieza falsa en un todo igual á la que acabamos de describir.

LLAVES Y GRIFOS.—Los fundidores de esta clase de fundicion no emplean más que cobre malo; su taller es el de menor importancia, á pesar de tener, además de los otros fundidores, un horno para la preparacion de sus núcleos.

CLAVOS.—Los fundidores de clavos de caldereros y aros de calderas hacen tambien los clavos para el blindaje de los buques; emplean cobres de diferentes leyes, pero siempre de calidad superior; hacen tambien las diferentes clases de soldaduras en las que entra una parte mayor de liga para hacerlas más fusibles, como tambien tienen soldaduras muy fuertes para resistir al golpe del martillo.

Hay tambien fundidores de clavos para tapiceros, cuyas mujeres é hijos hacen el moldeado que consiste en introducir en la arena, apisonada de antemano en el bastidor, el modelo de una manera uniforme y simétrica; esta arena es muy lisa y salpicada de harina loca para impe-

dir que las dos partes del molde no se peguen cuando se unen.

El maestro fundidor corta él mismo esos moldes, es decir, prepara los conductos de la colada, y cada pieza, por ligera que esté, tiene una que comunica con el surtidor general. Se necesita un cuidado especial para esta operación y mucha práctica. La materia ha de ser la mejor, muy caliente y tener tino en lecharla.

CANDELABROS, FIGURAS, RELOJES, OBJETOS DE NOVEDADES, TIMBRES, CASCABELES, PLATAFORMAS.—Para esta clase de fundición se necesitan los operarios más prácticos y reputados, pues cada pieza que han de fundir hace variar la forma del molde y la disposición de los núcleos; no hay marcha uniforme, el genio del fundidor lo hace todo. Sólo á fuerza de estudiar el objeto bajo todos aspectos y en todos los sentidos, y penetrarse bien de sus detalles y demas, es como pueden lograr sacarlo como es debido.

Para obtener la impresión exacta, el fundidor de figuras hace, algunas veces, dos moldes que llama huecos. Cuando todas las piezas están puestas y fijadas sobre las chapas, uno de esos huecos sirve para hacer el núcleo. Por lo general el armazon es de hierro.

Los moldes de los fundidores de figuras necesitan una manipulación más perfecta y arenas mejor preparadas. Se ennegrecen con achas de pez de resina, en vez de polvo de carbon, y se han de preparar todos los bastidores de una misma pieza para fundirlos á la par,

para colarlos en colada de la misma ley. El mejor latón es el preferido por los fundidores de figuras; la limalla de alfileres les conviene cuando ha pasado por la piedra imán y está desprovista de granos de hierro que podría contener y mancharía la obra.

Las herramientas no tienen nada de particular, pero esta clase de fundidores tienen masetas de madera de varias formas, cortantes, más delicadas, así como las agujetas. Sus brochas son de pelo de tejon y de batista sus sacos para polvo.

Los fundidores de cascabeles, campanillas, timbres de cobre blanco, tienen modelos que representan exactamente todas las formas y gruesos que quieren fabricar; moldean en arena. En cuanto al cascabel, hé aquí cómo se hace: el modelo es de dos piezas como dos semi-esferas; una de las partes, la en que se observa una abertura oblonga terminada por dos partes redondas, lleva una parte saliente que se llama porta-núcleo; esa parte saliente se moldea con la semi-esfera y deja su impresión en la arena, lo que forma un hueco que sirve para poner el núcleo.

El núcleo es de arena; se introduce, cuando se hace en el interior, pedazos de hierro más gruesos que las aberturas redondas y proporcionadas al grueso del cascabel para formar el badajo.

Los cobres que se emplean no son otros sino el metal de campanas, es decir, una composición de zinc, de estaño y cobre roseta que entra por  $\frac{3}{4}$  partes.



Hay fundidores que no hacen más que surtidores, bandas, bandejas, plata-formas y ruedas de relojería de todas dimensiones; el moldeado no ofrece dificultad; los cobres que emplean, bien sean el rojo ó laton, siempre han de ser superiores; tambien funden pequeñas poleas y ruedecitas.

### III

#### FUNDICION DE ESTATUAS EN CERA PERDIDA.

EDIFICIO DE LA FUNDICION.—El procedimiento de moldeado, que se conoce con el nombre de cera perdida, es una operacion en extremo delicada y larga, que vamos á dar con todos sus detalles, tomando como ejemplo la fundicion de la célebre y notable estatua ecuestre de Luis XIV de Francia, debida al escultor Girardon, y colada por Kelier en 1699. Esta estatua se fundió de una sola vez, y es lástima que sólo se conserve en el dia su modelo.

Para llevar á buen término la difícil empresa de fundir una obra tan importante y delicada, hay que ejecutar varios trabajos cuyo conjunto debe asegurar el éxito. En primer lugar, se debe hacer un núcleo refractario fuertemente armado en el interior para que resista á la carga del metal en fusion, guarnecerlo de una capa de cera de igual espesor que la que se quiera dar al bronce, despues encerrar el todo en un fuerte molde. Hecho esto, se debe hacer fundir la cera

por completo para dejar libre el sitio que ha de ocupar el bronce; por último, hacer fundir este último y colar de una sola vez la totalidad, cualquiera que sea el tamaño de la obra. Este procedimiento es tan dificultoso como costoso, y por esto se ha preferido el moldeado con arena, pero que da resultados menos perfectos, razón por la cual creemos al primero muy digno de figurar en nuestro MANUAL y de necesidad su conocimiento para el fundidor en bronce, que puede sacar de este conocimiento gran partido, ya para aplicar el procedimiento en absoluto, ya para modificarlo, según los casos.

Las grandes dimensiones de la estatua que nos ocupa obligaron á los fundidores á construir un edificio especial, muy espacioso, debiendo contener, además de la fosa y del horno, todas las piezas del molde, que siempre se necesitan para presentarlas en su sitio cuando se hace el armazon y el núcleo. Debe también contener los materiales necesarios para el modelo, el molde de yeso, las ceras, el molde de barro, los blindajes de hierro, etc. El techo debe ser elevado para evitar los accidentes del fuego cuando se tenga que hacer la recoccion y fundir el metal. La fosa es un espacio profundo destinado á contener la obra que se ha de fundir y rodeada de paredes refractarias; su contorno ha de ser redondo, ovalado ó cuadrado, según la forma del objeto. Para la estatua de Luis XIV se empezó por hacer todas las paredes de cimiento hasta la altura del piso bajo, debiendo después elevarse las gruesas paredes de la fosa so-

bre el suelo. Despues, sobre el fondo de la fosa, se establecieron las galerías y la rejilla, cubiertas de una mezcla, de modo que formase una plataforma muy horizontal, sobre la que habia despues de elevarse el modelo en yeso de la estátua.

MODELO DE LA ESTÁTUA.—Sabe todo el mundo que en la escultura como en la pintura, se llama modelo un trabajo primitivo que se ha de reproducir despues con los materiales definitivos de la obra.

Alguna vez no es más que un bosquejo que no puede dar sino una idea muy vaga del objeto. Pero para las obras de bronce, ese modelo há de hacerse con toda la perfeccion y esmero de la misma obra; sólo la materia difiere. Esta no es, sin embargo, la misma segun la naturaleza de las obras: será la cera para las estátuas hasta 60 centímetros; la tierra ó el yeso, si no se quiere hacer más que de tamaño natural, y sólo el yeso para las obras grandes, así como se ha hecho para la citada estátua. Como se ha de trabajar mucho tiempo sobre el mismo modelo, se deben tomar todas las precauciones necesarias para asegurar su solidez y armarlo con fuertes piezas de madera y de hierro.

El molde debe reproducir exactamente en hueco todos los detalles y toda la perfeccion del modelo; será de yeso, por medio de varias capas sucesivas, cuyo número variará naturalmente con la altura de la obra. Se cuidará de colocar las juntas en sitios tales que las rebabas que dejará la cera sean las menores posibles y fáciles de reparar. Cada una de esas ca-

pas se compondrá de varias piezas, segun la naturaleza del modelo, y de un grueso fácil de manejar. La primera capa descansa evidentemente sobre la era horizontal del fondo de la fosa que sostiene el modelo, y todas esas capas, así como cada una de las piezas de las mismas estarán cuidadosa y sólidamente unidas, de manera que formen una masa completa y resistente.

Cuando esté terminada la construcción del molde en yeso, segun hemos dicho, esté bien ajustado y se hayan tomado todas las precauciones necesarias para desmontarlo y volverlo á armar con exactitud, se deshace con cuidado y entónces se puede quitar el modelo; en seguida todas las piezas del molde deberán, por último, unirse de nuevo en sus capas, despues de revestidas interiormente de cera del espesor que se quiera tenga luégo el bronce. Este espesor varía segun el tamaño y la importancia de la obra. Para la estatua de Luis XIV, las tres piernas del caballo que descansan, se han hecho de cera compacta hasta los corvejones, y hasta la figura del rey, sobre 16 milímetros.

La calidad de la cera es muy importante; debe tener la suficiente resistencia para no reblandecerse con los grandes calores del estío, pero al propio tiempo bastante suavidad para que se pueda trabajar con perfeccion. Se ha empezado, pues, por hacer una mezcla de cien libras de cera amarilla, diez de trementina comun, otras diez de pez grasa é igual cantidad de manteca. Se ha hecho fundir la mezcla á

un fuego moderado, evitando llegase á una temperatura que, produciendo ebullicion, viniese á alterar la calidad de la cera. Se empieza por humedecer bien las piezas del molde con una grasa hecha con aceite de oliva, manteca y sebo, con el fin de impedir la adherencia de la cera que se echa entónces en estado líquido y por capas sucesivas, por medio de brochas finas de tejon. Importa mucho el esmero de esta primera operacion, para obtener en todas partes un espesor uniforme tanto en los huecos como en los salientes. Cuando ese espesor ha llegado á 2 ó 3 milímetros, se termina el revestimiento con tablas de la misma cera al estado de pasta, asegurándose de su perfecta adherencia con la capa puesta con el pincel. Cuando todas las piezas del molde en yeso están bien cubiertas por igual de su capa de cera, se vuelve á armar el molde sobre la era que llevaba ántes el modelo, parándose á la altura de la mitad del vientre del caballo para poder con facilidad ceder, tanto por dentro como por fuera, las piezas del armazon de hierro.

El armazon de hierro es un ensamblaje de barras y alambres con formas apropiadas para sostener el núcleo que, colocado en el interior de la obra, debe limitar al interior la capa de bronce que la formará. Se comprende que en una figura como la que describimos, y cuyo peso entero descansa sobre las tres patas del caballo, estas últimas han de proveerse de piezas muy fuertes, con el fin de que la colada no ocasione deformacion alguna en el núcleo inte

rior. Para asegurar este resultado, al propio tiempo que la solidez definitiva de la obra, es por lo que algunos de los hierros del armazon están destinados á quedar siempre dentro del bronce; son los de las cuatro patas del caballo, el de la cola, así como los que atraviesan ambos costados del animal y que están unidos á los anteriores. Las barras que corresponden á las tres patas que descansan, bajaban á un metro más bajo de la era, para poderse incrustar más tarde en el pedestal.

Todos los demas hierros del armazon están dispuestos para poderse sacar despues de la fundicion del bronce; están reunidos debajo de la era por procedimientos que permiten desmontarlos fácilmente.

El núcleo, que tambien se llama el alma de la obra, es un cuerpo sólido que debe exactamente llenar el espacio encerrado por las ceras. La materia que lo constituye debe tener varias condiciones esenciales:

1.<sup>a</sup> Encerrado en las ceras no debe ni dilatarse ni comprimirse.

2.<sup>a</sup> Debe soportar la accion del fuego, co-eciéndose sin abrirse ni viciarse.

3.<sup>a</sup> Debe poseer una calidad especial que los operarios llaman pufo, y que caracteriza una resistencia blanda y cierta porosidad relativa, de manera que el metal pueda, hasta cierto punto, impregnarse en ella ligeramente y que, sin ceder al retraimiento, la resistencia no sea sin embargo de tal rigidez que pueda ocasionar grietas en el momento de la solidificacion del

bronce. Para las partes tales que no se pueda penetrar en el interior, como la cola del caballo, la pata al aire, la cara del rey, etc., se ha acudido á una materia flúida compuesta de yeso y polvo de ladrillo, que hace presa al interior con las ceras.

En cuanto al núcleo del cuerpo del caballo, se empieza por enlazar entre las piezas del amazon, uniéndolas con alambres, mazos de alambre tambien, el todo destinado á contener una pasta compuesta de arcilla arenosa, estiércol de caballo y berra. En primer lugar se da á esta parte una consistencia casi líquida con el fin de poder extenderla con los dedos sobre las ceras y hacerla adherirse por completo por capas sucesivas. Se hacen secar poco á poco éstas últimas, entreteniéndolo al interior un fuego muy suave y cuya intensidad no pueda hacer fundir las ceras. Cuando esta capa tiene unos 3 centímetros de espesor, se refuerza con galletas de la misma tierra, teniendo mucho cuidado de soldar bien con la costra, y por último, se consolida el todo con una bóveda de ladrillos unidos con tierra y se seca con cuidado.

Tengamos presente que no hemos llegado más que á la mitad de la altura total; ahora hay que subir hasta encima de la cabeza del jinete. Se establecen, á medida que se vaya subiendo, los amazones destinados á sostener el núcleo, y de la misma manera se va aplicando al interior de las ceras adherentes al molde, la tierra que constituye el núcleo. Hay que tener cuidado en dejar unos respiraderos en la masa de este

último, para dar paso al metal en los sitios salientes, tales como, por ejemplo, los pliegues del traje, con el fin de que el bronce se extienda igualmente por todas partes sin interrupcion.

Concluido el todo, se desmontan los asientos del molde, de arriba á abajo, de modo que aparezca la figura moldeada en cera.

Se quita despues la costra de cera por pedazos fáciles de reconocer y se separa de modo que quede el núcleo á descubierto. Se consolidan sus juntas y se redondean con cuidado las partes salientes que podrian estorbar la colada del bronce. Se ausculta el núcleo para asegurarse de que no existen partes débiles ó vacías; se restauran si há lugar, y finalmente, se hace cozer encendiendo fuegos al rededor, en la fossa, y por dentro debajo la bóveda en ladrillo que hemos citado. Se penetra al interior por una abertura practicada sobre la grupa del caballo, y que se cubre con una placa de palastro, tan luégo como esté encendido el fuego, para concentrar el calor; el tiro se hace por medio de chimeneas practicadas al interior del cuerpo del jinete y saliendo por su cabeza.

Cuando esté bien sólido el núcleo y haya llegado á tener su forma definitiva, se trata de volver á colocar las ceras, pero ántes hay que repararlas cuanto posible sea por medio de espátulas de hierro ó madera segun los casos.

La estacion más á propósito para este trabajo no es ni el invierno ni el verano, sino un tiempo medio como el otoño ó la primavera. En verano las ceras son demasiado blandas y pega-



josas, y en invierno demasiado rígidas y expuestas á agrietarse.

Así que haya sido restaurada cada pieza de cera en su detalle y por separado, se juntan sobre el núcleo segun los guías que se hayan guardado. En este estado, el escultor que ya no tiene el trabajo intelectual de la concepcion, puede contemplar una última vez su obra en su conjunto, para retocarla y perfeccionarla con algunos retoques.

De todos modos, este trabajo último no podrá afectar más que á los detalles de ornamentacion ó á ciertas expresiones de la cara, sin poder modificar el movimiento, ni el conjunto general que quedan definitivamente fijados por el núcleo y los armazones.

Se tendrá cuidado, en el caso de que las modificaciones de detalles últimamente hechas hubieran alterado sensiblemente el espesor de las ceras, de modificar algun tanto el núcleo, segun convenga, para no arriesgarse á que, habiéndose disminuido demasiado la cera, la colada del bronce se haga difícil, ó, habiéndose aumentado demasiado, de tener exceso de materia en algunos sitios.

Antes de descansar las ceras sobre el núcleo, se han introducido en este último clavos cuyas cabezas anchas están unidas por alambres. Sobre esta especie de red se colocan las ceras; despues, para unirlas bien unas con otras, y con el núcleo, se cuele, en los intervalos, cera de la misma composicion. La red de alambre se adhiere á esa cera al propio tiempo que el nú-

cleo, muy seco, absorbe cierta cantidad de ella, y de aquí resulta que la figura de cera adhiere completamente al núcleo y adquiere una solidez perfecta como si fuera maciza. Entónces es cuando el artista dará la última mano y cuando desease verla en bronce; no quedará más sino poner en su superficie tubos y varillas de cera destinadas á formar los chorros, respiraderos, etc.

Las varillas y los tubos destinados en primer lugar á permitir la colada completa de la cera que ha de fundirse, y despues á la del bronce y á la salida del aire, deben tener un grueso proporcional al tamaño de la obra y á las partes sobre las que descansan. Los tres chorros principales para la estatua de Luis XIV tenian 10 centímetros de diámetro, y los menores, los de las manos, no tenian más que 2 centímetros.

Todo este sistema de canalizacion está dispuesto alrededor de la estatua de manera á no apartarse nunca arriba de 6 á 7 centímetros de la superficie exterior.

Se empieza por sujetar los descargues de cera, teniendo cuidado, cuando haya partes desprendidas, de hacer desagües de comunicacion, de modo que no haya ninguna parte de la cera que no pueda correrse. Estos tubos se sostienen, despues de la obra, por medio de ligaduras, que son cuerdas de cera más delgadas y dispuestas de manera que pueda comunicarse la cera con los desagües que terminan en una salida general dispuesta donde se pueda mejor. Por ejemplo, se pondrá uno á cada pié de la figura

del rey, otro al extremo del brazo extendido, otro á cada pata del caballo, otro á la cola y dos debajo del vientre. Las ceras de la cabeza del caballo se dirigen hácia lo largo del pecho hasta el desagüe de las patas delanteras.

En cuanto á los chorros y respiraderos, se colocan de tal suerte que se correspondan bien; bajan tambien desde arriba hasta abajo, siguiendo los contornos de la obra y sujetos como ya se ha dicho. Se habian hecho para la citada estatua tres chorros principales: uno sobre la cabeza del rey, otro sobre la del caballo y el tercero sobre la grupa. En cuanto á los respiraderos, fuéron siete: tres sobre la cabeza del rey, otros tres sobre la del caballo y el último sobre la grupa. Cuando esté terminada toda esa red de comunicacion, se cortan las extremidades superiores de los chorros y respiraderos, y se tapan de modo que se evite el que puedan introducirse en ellos, accidentalmente ó por descuido, algunas materias extrañas que comprometan el buen éxito de la colada. Despues, para asegurar del todo la union del núcleo con las ceras, y apartar todos los peligros de accidentes, se introduce en las partes donde la accion del peso puede ocasionar el desprendimiento de la costra de cera (tal como debajo del vientre del caballo, por ejemplo), largos clavos de cobre que penetren mucho en el núcleo y cuya ancha cabeza quede entre la cera. Despues conviene proceder á la confeccion del molde de barro y de tierra, el cual, cubriendo el todo, habrá de contener el bronce. Pero importa, ántes de ir más allá, observar la canti-

dad de cera que ha podido entrar en la confeccion de todas estas operaciones, porque el peso del metal necesario será precisamente diez veces el de la cera. Para la obra de que tratamos el peso total de la cera, suponiendo llenos todos los desagües, los chorros y los respiraderos, fué de unos 3.000 kilogramos, lo que indicó que sería necesario fundir, para colarla, unas 30 toneladas de bronce.

Los fundidores hacen su barro de diferentes modos, segun las obras y materias primeras que la localidad permita. Los de la estatua de Luis XIV habian mezclado tres partes de tierra de Chatillon con una cuarta parte de excrementos de caballo; esta mezcla, bien manipulada, descansó durante un invierno, despues se secó, se pulverizó muy menuda, y por dos veces desleida, secada y pasada por el tamiz, para añadirla entónces dos partes de polvo muy fino de ladrillo refractario. El todo se deslizó de nuevo y se formó por último una pasta del flúido todo.

Entónces se empezó á extender sobre las ceras con el pincel, cuatro capas sucesivas de este barro bien líquido, adicionado con clara de huevos para darle más adherencia. Despues se mezcló un poco de pelo batido y se siguieron las aplicaciones hasta veinte y cuatro capas, teniendo siempre cuidado de no poner ninguna nueva capa sin que la anterior estuviera bien seca; así se obtuvo un espesor uniforme de 15 milímetros á 2 centímetros.

Se añadió despues al barro una mitad de tierra roja de la misma calidad que la del núcleo, y

se llenó con esta pasta, suficientemente flúida y apretando bien con los dedos, todos los huecos é intersticios en los que el pincel no penetraba sino con dificultad.

Se secó bien, se siguieron las capas con el pincel hasta la cuadragesima, con la que el espesor llegó á 6 ó 7 centímetros.

Dispusiéronse entónces debajo del vientre del caballo várias llantas de hierro cruzadas y enlazadas con alambres; y sujetas á los hierros gruesos del armazon del núcleo que salen fuera de las ceras. Se practicó la misma operacion al rededor del brazo extendido, del cuerpo y de la figura del rey, y en general en todos los sitios donde podia temerse se venciera el molde bajo la accion del peso y se desprendiese de las ceras.

Despues de este primer blindaje, ya no se empleó para continuar el molde más que tierra roja pura, mezclada con mantequilla que se extendió con los dedos, lo más uniformemente posible, hasta que el espesor total llegase de 25 á 30 centímetros.

Antes de emprender estas operaciones se introdujeron en la cera brochas de igual largo, sobre las que fué fácil referirse para hacer constar los espesores crecientes del molde de barro y de tierra.

Tambien ha habido que tener cuidado, ántes de poner la primera capa de barro, de cortar la cera en algunos sitios tales, como debajo de la tripa del caballo, y por lo general en todos los sitios en donde las piezas gruesas de la armadura del núcleo salen por fuera. Esta precaucion

permitió, más tarde, retirar el núcleo y sus armazones, y tuvo por efecto la union de las tierras del núcleo con las del molde. Sin esto, después de la evacuacion de las ceras, el núcleo quedaria al aire y no descansaria sobre las partes del molde que están debajo; de igual modo las partes superiores del molde, no descansando ya sobre el molde, las posiciones relativas de esas diversas construcciones podrian modificarse en el momento de la colada, lo que comprometeria gravemente el buen éxito de la obra.

El armaron exterior ha sido compuesto de un gran número de llantas de hierro dispuestas de modo que formasen una especie de red, envolviendo todo el exterior del molde de barro, en mallas cuadradas, anchas de 15 centímetros. Los montantes verticales están unidos por abajo á las rejillas colocadas bajo la era que sostiene los piés del caballo. Hay necesariamente que emplear hierro de la mejor calidad con el fin de que, sin disminuir su solidez, se pueda con facilidad darle formas en caliente sobre el molde, para seguir perfectamente sus formas. Si acaso hay sitios en donde el blindaje no pega, se estirará fuertemente introduciendo por fuerza unos tejos.

Para consolidar las patas del caballo, se cubrirá la red de alambres con una fuerte capa de tierra, que se sostendrá por medio de un segundo blindaje,

FUSION DE LAS CERAS, RECOCIDOS Y ENTERRAMIENTO DEL MOLDE.—El fondo del foso está casi enteramente ocupado por galerías sobre las que descansa la rejilla que acabamos de

mencionar. En primer lugar se construyen sobre esta rejilla pequeñas paredes de ladrillo, que se han cruzado de modo que formen una serie de cuadros, que permitirán más tarde la libre circulación de las llamas. Esos cuadros terminan en un cierto número de chimeneas también de ladrillos, que suben verticalmente más arriba que la parte más elevada del molde. Después los hierros que, sosteniendo la tripa, la cola y el pié del caballo, salen del molde, así como los que sostienen los piés del rey, están rodeados de una envoltura de ladrillos para protegerlos del ardor del fuego que podría hacerlos vencerse; y por fin, se adaptan á todas las extremidades desagües para las ceras, tubos de palastro que vierten en los sitios alejados de la acción del fuego, así como la abertura de otros tubos que, perforando el molde y las ceras hasta el núcleo, permitirán observar, por el color que tomará este último, cuándo estará suficientemente recocado.

Después de esto, se ha llenado todos los intervalos entre el molde, los cuadros, las chimeneas, los tubos, etc., con cascos de ladrillos hasta por encima de la cumbre del molde; después se ha ligado la superficie para cubrirla de una costra de arcilla de 10 centímetros de espesor que da paso á los chorros y respiradores, así como á las chimeneas. Tan sólo entonces es cuando se empieza á encender en tres galerías, por cada lado, un pequeño fuego de carbon.

Después de veinte y cuatro horas se encienden sucesivamente todas las galerías, y se man-

tiene durante nueve días un fuego lento, cuyas llamas recorren los cuadros, se introducen después en el cascote de ladrillo, los cuales, por su contacto, mantienen el conjunto del molde en una especie de baño de temperatura uniforme y moderada. Los últimos productos de la combustión se desprenden por las chimeneas que perforan la costra de tierra.

Durante esos nueve días, las ceras serán poco á poco derretidas y escurridas; pero no se ha recogido por los orificios arriba de 1.500 kilogramos; el resto constituye un desperdicio cuya mayor parte se ha infiltrado en el molde y en el núcleo: una débil porción, descompuesta y destilada bajo la acción del calor, se ha esparamado en humo por los orificios de los respiraderos y chorros.

El fuego se ha sostenido todavía después, durante unos quince días, transcurridos los cuales, terminada del todo la cocción del molde y la del núcleo, así como la evaporación de las ceras, se ha dejado enfriar. El enfriamiento no ha durado ménos de una semana, después de la cual se han quitado los cascotes, las chimeneas, los tubos de observación y de desagüe, los cuadros, etc.; y el molde, dispuesto para la colada, se ha presentado sobre la era de la fosa.

El enterramiento consiste en llenar toda la fosa por debajo y alrededor del molde, de modo que no presenten, en cierto modo, más que una sola pieza, en la que ya no existirá más vacío que el espacio en que se colocará el bronce. Tiene por objeto consolidar la era y el



molde, para que el enorme peso del metal que se ha de verter en el foso, no ocasione el desplome de la obra. Se ha empezado por cerrar las galerías, debajo de la era, con una fábrica hecha de mampostería unida con una mezcla de yeso y de tierra cocida machacada; después otra fábrica idéntica se ha construido debajo del vientre y entre las patas del caballo, y, finalmente, al rededor del molde se apisona tierra de ladrillos con pisonos de cobre, por capas de 20 centímetros de espesor, que el apisonamiento reduce á 15. Como es de temer que esta tierra comuniqué humedad al molde que se ha secado con tanta dificultad, se la ha mezclado yeso y se ha protegido el molde impregnándolo en una capa de brea. A medida que se va adelantando el enterramiento, se cierran con tierra los orificios de los tira-centis, así como los agujeros que se habían hecho para juzgar del recocido del núcleo.

El macizo se sube hasta una altura de 1<sup>m</sup>,20 por encima del remate del molde, reservando en su seno unos tubos que prolongan, hasta la superficie superior, los respiraderos y los chorros. Estos últimos terminan todos en un recipiente de 5 metros de largo por uno de ancho, extendiéndose exactamente encima del molde, y que, tomado sobre el enterramiento, entraba en el mismo 60 centímetros, de modo que su fondo no estaba más que á 60 centímetros por encima del punto más elevado del molde. Los bordes de aquel recipiente están contruidos de asperon refractario, mientras que el fondo

no es más que la misma tierra del enterramiento, muy bien batida.

COLADA.—Llegado á este estado, ya no hay más que dar principio á la colada, obra capital y objeto del trabajo, no siendo más las operaciones que hemos descrito, sino preparativos muy largos y minuciosos, pero indispensables para asegurar el buen éxito.

Antes de emprender la gran fundicion en el horno, que es de reverbero, se ha querido probarla confiándole una primera carga compuesta como sigue:

Piezas viejas de cañon. . . . .	8 392 libras.
Lingotes mitad cobre rojo y amarillo. . . . .	6 964 —
Cobre. . . . .	2 243 —
Cobre amarillo . . . . .	2.394 —
<i>Total.</i> . . . . .	19.093 libras.

Esta fundicion se hizo en veinte y cuatro horas y se coló en rieleras situadas fuera del edificio de la fundicion.

Habiendo dado el horno buenos resultados en este experimento, se procedió á la carga definitiva, compuesta como sigue:

Lingotes de la primera fundicion. . . . .	15.714 libras.
Las piezas de piezas viejas de cañon. . . . .	6.168 —
Lingotes cuartones de $\frac{1}{2}$ cobre amarillo y $\frac{1}{2}$ cobre rojo. . . . .	4.860 —
Otros lingotes mitad cobre rojo y amarillo. . . . .	45.129 —
Cobre rojo. . . . .	3.539 —
Cobre amarillo. . . . .	3.500 —
Un lingote procedente de la fundicion de <i>Serius Marius</i> hecho en el Arsenal de París. . . . .	2 820 —
Estño fino de Inglaterra. . . . .	2 002 —
<i>Total.</i> . . . . .	83 752 libras.

La fundición duró cuarenta horas; después, y mientras se calentaba el metal y se braceaba, se hizo calentar con carbones la superficie del recipiente así como las ruedas del orificio de los chorros.

Cuando la fábrica del recipiente está muy seca, porque la menor humedad en ésta ocasionaría grandes daños (la pérdida del molde y de toda la obra), se dispone á quitar el tapon.

Los operarios todos están en sus sitios; un silencio absoluto reina en el taller. El maestro fundidor, provisto de una fuerte barra suspendida por su medio en una cadena, hunde violentamente el tapon del horno; el metal sale con violencia, cual un torrente de fuego y lava, y llena el recipiente. Le quitan las ruedas y se encienden los respiraderos. El bronce cuele por los surtidores en la capacidad del molde: el aire, bien pronto seguido de un espeso y ardiente vapor, sale con fuerza por los respiraderos, los que, por fin, arrojan el metal, que se lanza por todas partes en gavillas de fuego: los rebosadores se llenan y queda la estatua colada.

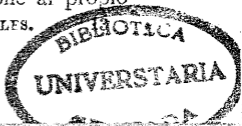
En el recipiente quedaron 21.924 libras de bronce. El enfriamiento duró cuatro días, después de los cuales se retiraron primero de la fosa todas las tierras de enterramiento; luego se derribó el molde de barro y de tierra, y la figura apareció, no brillante y magestuosa, sino disforme, rodeada de la red de cuerdas de bronce, formada por los tubos de sangría, los chorros y los respiraderos, y cubierta de una capa sucia.

En tal estado se procedió á limpiar y retocar la obra. La primera operacion consiste naturalmente en quitar los chorros y los respiraderos; despues se quita la parte sucia con el buril y el martillo, sirviéndose luégo del raspador y de la brocha de raspar. Por último, se limpió con una brocha y agua fuerte, y se taparon los agujeros que se presentaban en los sitios en donde se cortaron las ceras, con el fin de unir las tierras del núcleo con las del molde despues, sin embargo de haber aprovechado esas aberturas para sacar el núcleo, y la mayor parte de los armazones de hierro que le sostenian.

El escultor habrá de trabajar tambien en este momento; pues á él corresponde quitar con el cincel las costuras del molde y pulimentar los contornos de su obra.

FUNDICION DE LAS ESTÁTUAS EN MOLDE DE ARENA.—La fundicion en molde de arena es ménos larga y ménos costosa que la que acabamos de describir.

El molde que se hace directamente sobre el cuadro, reemplaza al de barro y se hace generalmente por partes separadas y por medio de grandes cajas ó bastidores de fundicion, cuoys lados están vacíos y guarnecidos de erizos, para detener la pasta que ha tomado la estampacion sobre el modelo. Se numeran todas las piezas, se retiran y establecen por capas en la fosa destinada para recibirlas. Se llena el molde de arena batida que sirve para la masa del núcleo; la arena más fina se emplea para la superficie contigua á la estampacion, y se dispone al propio



tiempo en la masa una armadura conveniente. Se desmontan de nuevo las piezas del molde para desnudar al núcleo; se le hace tomar algo de hueco, vaciándolo ó quitando arena y la medida de esta disminucion será la del vacío que ha de existir entre el núcleo y el hueco del molde, y que determina el espesor del metal. La fundicion reclama los mismos cuidados que en el procedimiento de la colada del núcleo.

#### IV.

#### FUNDICION DE PIEZAS DE BRONCE PARA USOS ESPECIALES.

FUNDICION DE UN CILINDRO DE GRANDES DIMENSIONES.—Los cilindros huecos de bronce se emplean en numerosas industrias, y muchas veces, sus dimensiones son muy grandes.

Su confeccion es tanto más difícil cuanto menos espesor tengan comparativamente á sus demas dimensiones.

Daremos, como ejemplo, un cilindro de bronce, cuyas dimensiones son de 12 metros de largo por 2 de diámetro y tan sólo 10 milímetros de espesor.

Empezaremos nuestro trabajo por la fabricacion del núcleo. El moldeado de semejante pieza ha de hacerse perpendicularmente sobre un pivote y no debe variar nada de posicion, para la confeccion del núcleo, del modelo y de las capas: todos estos preparativos han de ejecutarse sobre el horno de secar, en una fosa ó pozo de

13,<sup>m</sup>60 de profundidad y de 4,<sup>m</sup>60 de diámetro poco mas ó menos.

Así, pues, en una fundicion cualquiera, y hasta debajo de un cobertizo en el que estuviera un horno á propósito para fundir 18.000 kilogramos de cobre, débese abrir un foso de 5,<sup>m</sup>30 de diámetro y de 15,<sup>m</sup>60 de hondo, cuyo suelo esté seco y bastante sólido para soportar un macizo de mampostería de 2 metros de espesor, que llevará en su centro una piedra de sillería de grandes dimensiones, en la que se colocará una ranga de fundicion engastada en ella. Si no estuviera bastante sólido el suelo del foso, se construirá el macizo sobre un lecho de fuerte maderaje. Al rededor del foso se levantará un muro de mampostería labrada para formar las paredes del foso, y á cada 1,<sup>m</sup>30 se reservarán agujeros de mechinal de 16 á 19 centímetros cuadrados, y de más de 33 centímetros de hondo, para poder llegar á las alturas del molde á medida de la confeccion. La embocadura del foso se hará con piedra de sillería, 33 centímetros debajo del suelo del horno.

El árbol y la plataforma que habrán de soportar el molde y el núcleo serán de fundicion y estarán sobre una estufa del mismo metal, que debe operar la desecacion de la masa del molde y del núcleo; de la composicion de este aparato depende el éxito de toda la operacion.

Hemos establecido una quicionera en el fondo del foso para descansar el eje del ensamblaje de fundicion, formando estufa de desecacion, manajo para el núcleo, y plataforma de molde,

sobre la que se hace el núcleo. Sobre esta plataforma se encuentran seis tubos de linterna, es decir, llenos de agujeros al rededor de su diámetro, cubiertos de estera de paja; están colocados verticalmente sobre la plataforma inferior, que tiene 3,30 de diámetro, y se juntan con la plataforma, que no tiene más que el diámetro del núcleo. Estos diversos tubos, que tienen de 16 á 19 centímetros de diámetro interior, están unidos por bridas y armaduras circulares que forman un conjunto, que asegura la solidez del núcleo; su cavidad, comunica con la estufa y con la plataforma superior, de manera que son otras tantas chimeneas por donde el humo puede salir y ayudar á la obtencion del calor necesario á la desecacion del núcleo, aunque el grupo de chorros que atraviesan el núcleo en todos sentidos y en toda su altura, fuesen insuficientes para semejante operacion.

El gorrón de arriba está hueco y forma parte de la plataforma superior; rueda entre un travesaño, sólidamente fijado en la mampostería que circunda y forma la última tongada del foso, de modo que todo el ensamblaje, comprendida la estufa, gira sobre un eje, tal como lo hace el árbol de una grúa, con la diferencia de que la perpendicular de ésta no se conserva sino por la fuerza del eje, haciéndose toda la carga sentir en la extremidad de una poderosa palanca, á la que no se ha opuesto ningun contrapeso. No sucede lo mismo con nuestro aparato: se encuentra igualmente cargado por los conductos de los sumidores, por los tubos y las are-

nas, de modo que el movimiento del pivotaje se hace con bastante facilidad, y sin oponer una resistencia desigual que pueda perjudicar á la perfecta construcción del núcleo.

Se asegura en la fosa muy sólidamente un árbol vertical de madera, cuyas caras todas deben estar bien tiradas con la regla y la cuerda. Este árbol lleva pequeñas correderas ó varillas salientes, que sirvan de conductores á un marco en bisel y guarnecido de hierro; este marco está destinado al mismo objeto que el de los albañiles cuando corren una cornisa por medio de largas reglas que de antemano han ajustado sobre la pared.

Antes de pensar en formar el núcleo, se ha provisto de doce aros de madera, de 40 centímetros de alto que, reunidos unos al lado de los otros, como las llantas de las ruedas, forman un círculo de unos 2<sup>m</sup>.30 de diámetro interior. Dentro de esta caja circular, que se llevará á diferentes alturas, es donde se batirá en arena el núcleo de cilindro, cuando se habrán encerrado los tubos que han de servir de sumidores á esta pieza.

Acabamos de decir que el eje del aparato unido á la plataforma superior del bastidor de fundición que ha de amoldarse en el interior del núcleo, era hueco: por esta abertura es por la que se baja, hasta el fondo del bastidor del núcleo, á la perpendicular del tubo de calor reservado en medio de la estufa, un largo tubo de cobre, de un milímetro de grueso, formando un tubo de estufa de 12<sup>m</sup>.50 de largo. Este tubo



lleva en su círculo 24 agujeros de 18 milímetros de diámetro; de estos mismos lleva también en toda su longitud, y á 11 centímetros de distancia unos de los otros, tomando la medida perpendicularmente, es decir, 216 por metro, ó para la totalidad del cilindro 2.736, número igual al de los sumidores que han de formar la pieza.

Puesto este tubo en contacto con el del calor de la estufa, se ajustan los 24 primeros sumidores en la primera hilada de agujeros. Son tubos de cobre delgados, un poco cónicos, como los de instrumentos de viento, es decir, llevando 18 milímetros de diámetro por la extremidad mayor que se ajusta al tubo, y 14 milímetros por la parte opuesta: estos cobres no tienen más que 56 centésimas partes de milímetros de espesor. Cada tubo, de 1,<sup>m</sup>04 de largo, termina en la circunferencia del núcleo, inclinándose un poco hácia su base, para que la materia que ha de recorrer el vacío llegue á la superficie interior del molde subiendo por un sifon.

Tomada esta primera disposición, las llantas que han de parar las arenas del núcleo, cuando se comprimen, una vez bien concéntricamente puestas con el eje, que al efecto se hace girar, se empieza á construir sobre la plataforma inferior el primer lecho de arena del núcleo, se pone un segundo, un tercero que se comprimen con la mayor uniformidad posible. Los tubos de todas especies se encuentran encerrados y exactamente rodeados de arena. Puesta esta primera capa, que formará una altura de unos 108 milímetros,

se colocan 24 pequeños tubos, que comunican desde el interior del tubo de 162 milímetros de diámetro al exterior del núcleo; se ponen nuevas arenas en las cajas circulares, se extienden igualmente sobre sus superficies, y se comprime repetidas veces hasta la tercera operación que debe formar 325 milímetros de altura, y encerrar 72 pequeños tubos ó sumidores divergentes hacia la circunferencia.

Como las cajas ó llantas de madera, que no tienen más que 406 milímetros de alto, no podrían contener el empuje de las arenas si no se colocasen, se levantan al efecto 325 milímetros y se sujetan sobre listones, después de la seguridad de que concurren en el centro de la pieza; lo que se reconoce haciéndola girar sobre su eje, por medio del árbol vertical que se ha ajustado para cortar el núcleo cuando esté terminado: por esto no debe nunca temerse operar mal aumentando su diámetro en lugar de disminuirlo.

Lo que acabamos de hacer sobre el primer pié del núcleo, debe repetirse de igual manera sobre cada uno de los treinta restantes; así, en lugar de tener un armazón de fundición montado entre dos platillos, se ve ahora un cilindro de arena representando un cuerpo de columna, cuyo exterior se resiente de las desigualdades producidas por la juntura de las llantas de la caja en la que haya sido construido este enorme núcleo. Se quitan las llantas y se dejan libres los ejes para poder tornearse el núcleo y darle su diámetro exacto. Cuatro hombres, teniendo cada

uno un brazo de un travesaño adaptado al quicio superior, ponen la máquina en movimiento. El calibre de reducción del núcleo está fijado en sus pequeñas correderas, establecidas bien paralelamente á los ejes del núcleo; el maestro moldeador tiene este calibre y dirige la cuchilla, mientras se da vueltas al aparato de arriba abajo. De esta manera separaba cantidad excedente de arena que llevaba el núcleo, é igual á la superficie pasando repetidas veces su marco y frotando el cuchillo para alisar la superficie. Cuando se haya cubierto de una capa de polvo de carbon, que se habrá salpicado y hecho entrar en los poros de arena con la brocha de tejon, terminado el núcleo á su diámetro, deben apercibirse las aberturas de los sumidores que se multiplican alrededor; si estas aberturas estuviesen todavía cubiertas de una ligera capa de arena, fácil es descubrirlas por medio de agujas muy finas: se unen estas aberturas y se llenan de algodón para impedir se introduzca alguna arena que no dejaria introducirse el metal.

Cuando el núcleo haya recibido su última forma, y que tenga el diámetro y la solidez de las arenas requeridas, se quitan las correderas de madera; y, como ya no hace falta imprimir ningun movimiento de rotacion al núcleo, se ponen unos virotillos debajo de la plataforma inferior, que descansan sobre el macizo de mampostería. Este aumento de solidez es para impedir ceda el eje cuando esté cargado con el peso de las arenas del armazon y el de la capa. Los bastidores de la capa se componen de doce

por asiento; la parte de delante de aquellos está abierta, y están cerrados por los costados y por detras, formando las claves de un medio arco de 3<sup>m</sup>,248 de diámetro, que es el exterior del bastidor; tienen 325 milímetros de altura y son de madera de 40 centímetros de espesor; están mantenidos en formas cónicas por escuadras y barras de hierro llamadas costillas de vaca, que las atraviesan á diversas alturas y en varios sentidos, para mantener las arenas en el interior é impedir el hundimiento en la parte anterior que es la de moldeo del cilindro.

Cuando se opera el moldeo de la capa, se está provisto de porciones de modelo, circulares, del espesor que debe darse á la fundicion, bien sea de cobre, bien de otro metal cualquiera; se aplican estas porciones de modelo sobre el núcleo, por medio de virotillos puestos contra las paredes del bastidor y que se quitan á medida que la arena se comprime en la pieza. Cuando cada parte del bastidor está comprimida, se retira el calibre metálico que ha servido de modelo, y se coloca á un grado superior para que pueda seguir moldeando el cilindro por completo en los bastidores de la capa, que se comprime parte por parte; despues de alizadas y salpicadas todas las superficies, que no han de juntarse más que por justaposicion, se hacen señales en las arenas de cada pieza de bastidor para reconocer su posicion, independientemente de las correderas que llevan los costados de los bastidores, y clavijas de hierro que atraviesan dos pares de bastidores á la vez,

lo que forma un sistema de pernos de arriba abajo previniendo toda separación ó desunión en el conjunto de los bastidores, cuyo total es de 456.

Terminado todo el molde desde la capa, se desmontan estas piezas de bastidor numerándolas hasta que se haya descubierto la plataforma inferior; entonces se verifica el núcleo, se destapan todas las aberturas de los sumideros que han sido aplastadas de antemano, para no tener más espesor que el cuerpo de la pieza, lo que ocasionaría la rotura de ésta cuando la retirada.

Si los tubos ó sumideros parciales pasasen de algunas líneas el desnudo del núcleo, se entrarán antes que la herramienta del calibre haya hecho su trazo; como podría acontecer entonces que no llegasen hasta el vacío, se hace un pequeño adelgazamiento en la arena del núcleo, lo que fortifica la pieza y deja una tablilla interior que despues se quita con el buril.

El molde se hace como todos los demas y los moldeadores lo saben prácticamente.

Supongamos, pues, que esté concluido nuestro molde; que las partes de la capa y del núcleo hayan recibido el baño de polvo de carbon, y que todas las uniones de las diferentes partes del molde hayan desaparecido; se trata ahora de operar la desecación de la pieza para que esté uniforme en todas sus partes.

Para lograrlo, se hace un fuego de leña en la estufa que sirve de basamento á la masa entera; el humo sube por los seis tubos encerrados en

las arenas del núcleo y los calienta poco á poco. El tubo de cobre que pasa por el quicio de arriba baja al fondo de la estufa, en donde está envuelto por un tubo de fundición haciendo boca de calor. Este calor se reparte entre 2.736 tubos de comunicación y lleva su efecto al vacío del molde. Pronto se comunica á las piezas de la capa para operar su completo desecamiento, que se hace tanto mejor y más rápidamente, cuanto que se ha tapado la parte superior del tubo por donde ha de pasar el metal para repartirse en todas las partes del molde, empezando por la parte baja y concluyendo por la de arriba.

Para proceder á la colada del metal en el molde, se funde en un horno de reverbero la cantidad de materia necesaria: en primer lugar, para llenar el molde, ó sea 7.500 kilogramos; el surtidor mayor, de 12 metros de largo, que necesita 2.250 kilogramos; los parciales, en número de 2.736, que exigen 4.660 kilogramos; de suerte que el peso total efectivo del metal necesario será de 14.500 kilogramos; el décimo de desperdicios y el seguro no puede ser menores de 3.500 kilogramos; el horno, pues, debe estar cargado con 18.000 kilogramos; es probable que se retire en surtidores y desperdicios un peso de 11.000 kilogramos, que habrán sido fundidos para asegurar el éxito de la pieza.

La fundición se hace en todo como para las estatuas.

Ahora no se trata más sino de examinar si hemos sabido prever todas las condiciones que

debe llenar una fundicion de esta naturaleza. La primera se refiere á la confeccion de un molde considerable, pudiendo encerrar un núcleo concéntrico que no dejase más que un centímetro de vacío entre la capa y el núcleo. Si hubiésemos empleado el sistema de moldear los cilindros entre dos piezas de bastidor, probable es que no hubiéramos tenido éxito, tanto porque el núcleo hubiese cedido con el peso, cuanto porque no se hubiese podido manejar la capa, como se hace con la de una pieza de cañon, sin experimentar averías. El sistema del moldeo de pié deja al núcleo toda su fuerza; está sostenido en su conjunto por una infinidad de surtidores y por los seis tubos montantes y su armazon, de manera que se puede decir que las partes de la arena de abajar no están más comprimidas por el peso que las de arriba.

La capa, que se compone de 456 claves, descansa sobre la plataforma del núcleo, el cual, además, está consolidado por virotillos que descansan sobre el macizo de mampostería.

Cuando se montan las diferentes hileras de la capa al rededor del núcleo, se puede estar seguro de que el hueco es uniforme; por todas partes se ve la salida de los surtidores, lo que asegura que pasará la materia á ese hueco. En fin, el molde se termina sin fuertes maniobras por medio de operaciones que se dominan, y que no cambian de disposicion por la colocacion del mismo en la fosa, puesto que en ella se ha construido; y el fundidor, ántes de verter

su metal, conoce el estado interior de su molde y por esto lo llena con seguridad.

La segunda condicion es que la desecacion del molde pudiera ser igual y perfecta; pero lo contrario sucede por nuestro procedimiento; el calor está repartido por tantos canales y en tantos sitios á la vez, que es imposible que no seque todas las paredes del molde. Hay, ademas, un medio muy seguro de cerciorarse de ello, y es bajar un tubo de agua fria en el interior del gran surtidor; si hay vapor en el molde, se condensará sobre el tubo de agua fria, y entonces hay que seguir la desecacion á fin de que, repitiendo la operacion, el tubo de agua fria salga sin humedad exterior.

En cuanto á la colada de la materia, se hace con tal affluencia por medio de un surtidor de 16 centímetros, que puede llenar á la vez 144 tubos laterales destinados á colar  $14^m,30$  cuadrados de materia, lo que forma en el cilindro un pedazo de 65 centímetros; y como el verter se hace con sifon, seguro se está que por la parte baja del molde es producido por capas horizontales, lo que da al aire contenido en el vacío del molde, la facilidad de salir por la parte alta que queda enteramente descubierta.

De los experimentos que se habrán hecho para llenar 33 centímetros cuadrados, se encontrará que son los mismos en relacion con la dimension de los surtidores y á la continuidad de la colada, de manera que no hay que dudar de que la materia llegará arriba del molde y rebosará si es más abundante que grande el



huevo del molde. Esta tercera condicion nos parece haber sido prevista, y no nos queda más que hablar de la cuarta, que trata del encogimiento del metal y que ha de causar hendiduras en una pieza tan delgada, puesto que las estatuas ecuestres hasta hoy fundidas, han experimentado estos defectos despues de fundidas.

Contestaremos que lo que ha sucedido con las estatuas ecuestres, debe constantemente suceder miéntras que no se varíe el método de colada y que los surtidores partan de la capa, la cual, endurecida por el recocido del fuego, detiene dichos surtidores é impide el encogimiento del metal.

Miéntras que en el caso de que tratamos, por lo contrario, colamos inferiormente por surtidores que comunican con el interior de la pieza; y que, como ella, experimentan un encogimiento desde la circunferencia al centro. Ciertos es que sobre la multiplicidad de estos surtidores y sobre su exígua dimension, es donde hemos contado para operar, un encogimiento de 32 milímetros sobre el diámetro, y este encogimiento se opera tanto mejor, cuanto que los surtidores son algo cónicos y tienden á atraer la masa del metal hácia el centro. Un cilindro fundido hueco por este método, no es más susceptible de romperse por el encogimiento, que si se hubiese fundido macizo.

GRANDES CUERPOS DE BOMBAS.—Las bombas alimentadoras para grandes máquinas de vapor, y los grandes cuerpos de bomba para

máquinas de agotamiento, se suelen hacer de bronce, cuya composición es

Cobre.....	96
Estaño.....	14
Zinc.....	2

Los grandes émbolos buzos serán de un bronce más resistente, fosforoso, conteniendo 90 de cobre.

El molde se hará con todos los cuidados necesarios, según los procedimientos que anteceden, si fuera necesario.

En todos casos, y cualquiera que sea el método empleado para el moldeado, el molde habrá de colocarse de modo que se verifique la colada verticalmente, y de tal suerte que el metal en fusión penetre en un principio en el fondo del molde, y llene éste subiendo, como acabamos de decir, con el fin de evitar todo hervor y asegurar la perfecta salida del aire por tubos bien dispuestos. El caso es obtener, después de la fundición, un objeto denso y de un grano apretado.

**CILINDROS PARA IMPRIMIR.**—Los fundidores de calandrias, de cilindros y de gruesas piezas de máquinas, salen de la clase ordinaria de los demás fundidores. Sus operaciones, su modo de trabajar y la clase de materias que emplean son casi las mismas que para la fundición de las antiguas piezas de artillería de bronce.

El metal que más convendrá para los cilindros de imprimir, por ejemplo, será el bronce fosfórico. Debe, en efecto, ser tenaz, inalterable

y lo más elástico posible, puesto que han de grabarse de manera que presenten salientes relativamente fuertes, y que serán sometidos á grandes presiones para aplicar convenientemente los colores sobre el tejido ó el papel.

El método de colar será el mismo ya indicado, por capas, y subiendo. La escoria, naturalmente colada en la parte superior, será bastante voluminosa para asegurar la buena densidad y la homogeneidad de la pieza en todas sus partes.

FUNDICION DE CAMPANAS.—El trazado de una campana tiene por principal objeto el tono armónico y la calidad de los sonidos que la misma debe producir. Hay, pues, que dar á todas sus partes, para que una campana sea sonora, ciertas proporciones que el estudio y la práctica han dado á conocer y que no son de este lugar.

Para el moldeo se debe emplear tierra muy fina y de mucha ductilidad, con la propiedad de endurecerse al fuego sin deformarse ni presentar muchas grietas, las que destruirían las formas del molde. Esta preparacion es una mezcla de tierra, escremento de caballo, crisoles blancos reducidos á polvo ó de ladrillos refractarios y borra, que se hace de la manera siguiente: Se escoge tierra suave y pegajosa á la mano, sin grava alguna y que no contenga materia alguna heterogénea ni vitrificable; limpiarla bien de cualquier cuerpo extraño; se pone como  $\frac{1}{4}$  de escremento de caballo, y cuando ésta mezcla se ha triturado y manipulado bien, se deja fermentar. Cuanto mas fermenta, mejor sale la tierra, Al salir del foso se expone al aire, se deja se-

car, se machaca, tamiza, se deslie en agua y se le hace pasar una segunda vez por la primera operacion. A  $\frac{2}{3}$  de tierra así preparada se le mezcla  $\frac{1}{3}$  de polvo bien tamizado de crisoles blancos ó ladrillos refractarios bien machacados; se mezcla el todo hasta que la mezcla sea perfecta; en cuyo estado se vierte en ella orin y se forma una pasta en la que se echa borra bien suelta y se mezcla perfectamente el todo. Se hace una pasta que se conserva en sitio fresco.

El compás con que se toma el diámetro de una campana, es una regla dividida en piés y pulgada con un gancho en su extremidad que se aplica á uno de los bordes; así se obtiene el mayor diámetro; al lado opuesto de esta escala se encuentra lo que se llama la escala campanaria para los tonos.

Para formar el molde de una campana, el fundidor debe conocer sus dimensiones y su forma especial, como para todos los demas objetos colados, debiendo tener presente la contraccion que ha de sufrir el metal fundido al enfriarse. Por lo demas, las precauciones que ya hemos dicho hay que guardar en los trabajos de fundicion, no deben olvidarse ni mucho ménos en el trabajo presente.

M. Maurel, fundidor en Marsella, ha producido un pequeño modelo de un nuevo sistema de campanas, que modifica completamente el antiguo sistema adoptado hasta hoy, y que bajo todos conceptos, debe producir una revolucion provechosa en esta fabricacion.

Las modificaciones descansan sobre tres

puntos principales: la colada, el ajuste y el sonido, que presentan á la vez grandes ventajas y sensible economía.

Hé aquí el procedimiento hasta hoy empleado para colar las campanas, Le introduce la materia por una sola abertura practicada por debajo y en medio de las asas; tan sólo se deja por cada lado una salida de aire. De aquí resulta que la materia introducida á un grado bastante elevado de temperatura, llegando en el molde, cuya temperatura es menor, se esparra mas bien que se extiende con igualdad para formar las paredes de la campana; que en su paso encuentra una masa de aire que debe rechazar, y que tiene tanta más dificultad para salir, cuanto que está dilatado por el calor, al propio tiempo que el paso de la materia hace contraste con el aire cuyas salidas intercepta.

A veces sucede que el aire, en vez de ser rechazado hácia afuera, se deja envolver en razon de la dificultad que encuentra para escaparse por la materia y queda en las paredes. De aquí las venteaduras que perjudican al sonido y á la solidez de la campana. Tenemos que añadir que estas venteaduras aumentan con el aire que está en el núcleo, y que á falta de salida, se encuentra comprimido por la materia; y que por último, esta materia llegada al vértice de la campana, determina una especie de explosion brusca, más ó ménos fuerte, y que no deja de ofrecer peligro.

Hay, pues, necesidad de facilitar la introduc-

cion de la colada y el desprendimiento del aire interior que viene á sustituir.

Segun el sistema de M. Maurel, se practica en todo el rededor de la campana una canal interior, al cual se hacen cuatro vertederos, con el fin de que la materia vertida por una sola y grande abertura por encima, pueda extenderse uniformemente en todos sentidos y venga casi instantáneamente á formar las paredes de la campana por los cuatro vertederos. Esto no podria en nada perjudicar la salida del aire puesto que las lumbreras están colocadas encima de los vertederos. En cuanto al aire del núcleo de la campana, se escapa muy fácilmente por cinco aberturas dejadas al efecto. Estas cinco aberturas no están interceptadas por nada, puesto que corresponden por el interior del núcleo y por medio de una linterna, verdadero recípite de los gases que se encienden fuera.

De este modo no hay que temer ni venteaduras, ni peligro por el exceso de la materia, ni la ruptura de las asas y las desgracias que ocasionan.

Las asas, por lo general, incrustadas en la madera, no permiten asegurarse por su forma si descansan igualmente por todas partes; de aquí que no se pueden apretar los tornillos sino de un modo imperfecto. Si se aprieta uno más que otro, el peso se echa todo de un lado y necesariamente ha de producir tarde ó temprano la quebradura.

Por el sistema propuesto, el más inexperto campanero se apercibirá al punto si su campa-

na se inclina y por qué lado, guiándose en las dos partes paralelas, y en seguida pondrá remedio cerrando un tornillo, sin esfuerzo ni temor de quebradura.

Esta facilidad se explica si se repara que por lo mismo que la cabeza de la campana es plana, descansa contra una parte también rectificada de la pieza de madera, contra la que se interpone un platillo de hierro y que todos sus puntos están en inmediato contacto. Un sólo perno atravesando la cabeza y la pieza de madera puede, en caso de necesidad, mantener la perfecta adherencia á la par que sirve de punto de sujecion para el badajo; pero para mayor seguridad se añaden otros cuatro suplementarios. Este sistema de herraje es, pues, más sencillo al propio tiempo que más sólido, puesto que el movimiento del toque se hace en dos partes justapuestas; ofrece más duracion, puesto que está encerrado en el interior de la madera ó batiente de la campana. Esta armadura está al abrigo de las alternativas del frio y del calor que se opera casi instantáneamente, sobre todo en los países cálidos. Por fin, siendo horizontal el eje de movimiento, de una sola pieza y con sus extremidades torneadas, la campana siempre estará á nivel y la rotacion en los coginetes de bronce siempre será justa y fácil.

En el antiguo sistema, todo el herraje de los brazos consiste en dos escuadras de las que una punta forma el quicio y la otra atraviesa la madera. Es muy difícil, aún montándolos, poner

estas dos escuadras perfectamente paralelas. Suponiendo que se logre, la madera no tarda en secarse, y entónces las dos extremidades, formando un excéntrico encontrado, exigen una fuerza muy grande para tocar la campana.

Hasta aquí el badajo estaba sujeto al anillo de hierro de la campana, por cuerdas, nervios ó correas. Así es que, por mucho cuidado que se tuviese, se veían largos pedazos de esa ligadura extenderse y hacer el sonido ménos limpio. Esto explica el por qué se oye á veces el badajo resbalar y acariciar la campana despues del golpe. Tambien por falta de precaucion se deja alargarse la ligadura, y entónces el badajo, pegando en un sitio inferior del debido, ocasiona una quebradura segura. Algunos fundidores han sustituido las citadas ataduras por una brida de hierro fijada al badajo por clavijas ó tornillos; pero muy pronto, á causa de los contragolpes del badajo, toman éstas juego y producen una especie de rechinamiento que absorbe el sonido de la campana.

Por el nuevo procedimiento fácil es poner y quitar el badajo, porque la hebilla está suprimida y aquel está sujeto al gran perno por una charnela, y tan sólo destornillando las tuercas, se levanta todo á la vez sin desmontar la campana, y se hacen con suma facilidad y casi sin gastos las reparaciones.

Hay más: si como todo se deteriora con el tiempo, ocurriese que el badajo, despues de largos años de trabajo hubiese gastado el gran borde, el sistema propuesto permite volver la



campana varias veces, sin necesidad de bajarla de su sitio y ni siquiera la madera. Todo se haria destornillando las tuercas, y los gastos serian muy insignificantes. Por este medio el badajo pegaria en dos puntos del borde, aún del todo intactos.

Este sistema de suspension puede adaptarse indiferentemente á yugos de madera, de fundicion ó de otra materia cualquiera, y aplicarse con suma facilidad á las campanas ya fundidas. Se comprende que no hay más sino quitar la parte superior de las asas para obtener una superficie plana que permita las modificaciones enunciadas, siempre que la cabeza de las campanas sea bastante resistente.

Tambien el mismo M. Maucrel ha imaginado otro ingenioso procedimiento, que consiste en un doble resorte, sobre el que viene á dar el badajo despues de cada vibracion, y que lo despiden tan pronto como la campana ha sufrido el choque. Este resorte está destinado á detener el badajo despues de dar un golpe seco, para dejar á la campana su vibracion, extensa y prolongada, porque así ya no está ahogada por el resbalamiento del badajo que descansa continuamente sobre su borde, y apaga así el sonido.

## V.

FUNDICION DEL NÍKEL, COBALTO Y ZINC.

FUNDICION DEL NÍKEL Y DEL COBALTO.  
—El níkel y el cobalto se aplican en el dia á

un gran número de usos; el primero se emplea especialmente en la galvanoplastia, y bien sabido es cuán difícilmente se obtienen buenos anodos de este metal. La obtencion de piezas coladas de ciertas dimensiones, que no presenten abolladuras, es muy difícil de conseguir con el níquel y cobalto, por su poca fusibilidad relativa. Por este motivo creemos no carecen de interes los resultados obtenidos en ciertos ensayos practicados por M. Winkler, durante los cuales han sido fundidos y colados, en piezas de 2 á 5 kilogramos de peso, más de 100 kilogramos de los expresados metales.

Los requisitos del problema á resolver eran: 1.º, obtener una temperatura bastante elevada; 2.º, encontrar aparatos de fusion refractarios; 3.º, mantener los metales en fusion libres de carbono y de silicio; 4.º, colar en medio de una atmósfera desprovista de oxígeno, porque este gas es absorbido siempre por los metales y produce piezas con venteaduras.

El horno empleado tenía la forma circular, era de materiales refractarios y estaba provisto de una alta chimenea; en vez de rejilla tenía una plancha de palastro perforado, que servia al mismo tiempo de tapadera ó de un depósito de aire. La construccion de este horno se parecia á la del tan conocido de Deville. El crisol lleno estaba colocado en medio de la placa de hierro sobre un queso de arcilla refractaria; despues se llenaba el horno de carbon de leña y se calentaba al rojo vivo. Quitábase entónces el carbon de leña que sobraba y las cenizas, se limpiaba

el horno con cuidado, se le cargaba de nuevo con carbon de leña fresco, y se hacía llegar por la parte inferior el viento de una tobera cilíndrica, que suministraba por minuto de 7 á 9 metros cúbicos de aire. De este modo se obtenía una combustión viva y se producía una temperatura muy intensa; impedíase la producción de vacíos alrededor del crisol, y el contacto del último con el aire frío por medio de un espeton de hierro que constantemente recorría el combustible.

El carbon de madera empleado, sólo daría un calor demasiado fugaz, mientras el cok sólo produciría pronto la escoriación; por esto es conveniente y hasta necesario emplear una mezcla de estos dos carbones. Primeramente se calienta durante unos cinco minutos, con un carbon vegetal puro; después, durante otros cinco minutos, con una mezcla de dos volúmenes de este carbon y un volumen de cok; durante igual tiempo se emplea una mezcla de partes iguales de los dos carbones; y, por último, durante los cinco últimos minutos, se emplea el cok sólo.

Siguiendo este sistema, se obtiene una temperatura fuerte y una combustión insostenible á la vista, lográndose tener, al cabo de veinte minutos, 5 ó 6 kilogramos de cobalto ó de níquel en un perfecto estado de fusión, sin que el horno sea atacado. Entonces se paraliza el viento, se levanta la tapadera de barro cocido que forma el pecho del horno, se extrae con gran rapidez el combustible, se deja descansar

durante medio minuto el cubilote que á veces se ha reblandecido, con el fin de que se endurezca, y se coge con unas tenazas. La tapadera que se ha soldado al cubilote se desprende con ayuda de corta-frio y martillo, y el metal se cuele en un molde de arena seca ó de arcilla calcinada.

Despues de muchos tanteos, se ha logrado emplear una combinacion de varios cubilotes formados con diferentes materiales. Los cubilotes sencillos, hasta los de grafito, de fabricacion inglesa y de superior calidad, no resisten al calor desprendido y se funden. Se toma, pues, un cubilote de grafito, en el que se coloca otro de Hesse, llenando el intervalo libre entre los dos de arcilla refractaria; en el cubilote de Hesse se pone uno de porcelana y una capa formada con magnesia calcinada. Rara vez ha sucedido que se hayan fundido los tres cubilotes; por lo general el cubilote de grafito habia desaparecido por completo, y el de Hesse era muy atacado; pero, sin embargo, formaba todavía con la capa de magnesia una envolvente eficaz para proteger el de porcelana.

Las tapaderas deben tener el espesor de un ladrillo ordinario, para no fundirse completamente. Despues de llenado el cubilote, se le pone una tapadera que se reviste alrededor con una mezcla de arcilla de porcelana calcinada y cruda, y silicato de sosa, dejando tan sólo una pequeña abertura. Se seca despues durante veinte y cuatro horas, por lo ménos, y se calienta con mucha precaucion.

El cubilote se llena del modo siguiente: primero se mezcla íntimamente subóxido de cobalto ó de níquel puro, tostado y triturado, con 10 á 12 por 100 de fécula pura ó de harina de trigo de primera; esta mezcla se pone en un cubilote, que á su vez se coloca en un segundo, y el intervalo libre entre los dos se llena con carbon vegetal pulverizado. Se calienta al rojo; despues se deja enfriar; el cubilote del centro contiene entónces cobalto ó níquel metálico en polvo fino, que, sin embargo, contiene todavía un poco carbono y algunos indicios de impurezas: no se ha encontrado ni hierro, ni cobre, ni arsénico, ni azufre; el cobalto estaba mezclado con un 0,3 por 100 de níquel, y vice versa, éste contenia 0,3 á 0,5 por 100 de cobalto. Este polvo se mezcla entónces íntimamente con 25 á 30 por 100 de subóxido puro de cobalto ó de níquel; la mezcla se coloca en un cubilote de porcelana, dispuesto como hemos indicado ántes y se calienta. El oxígeno del óxido añadido últimamente, quema la pequeña parte de carbono que existia todavía en el metal en polvo, y se obtenia al final de la operacion un metal fundido con un exceso de óxido tambien fundido.

Al hacer la colada, así que el metal se encontraba en el molde y al punto de solidificarse, se observaba por lo general que empezaba á burbujear vivamente y se producian salpicaduras, lo que procedia sin duda de que el metal habia absorbido oxígeno que desprendia de repente. Las piezas así obtenidas contenian siempre abolladuras. Con el objeto de suprimir este

inconveniente, se guarneció el agujero de colada del molde de una fuerte mecha de algodón impregnada de alquitran ó de petróleo; al contacto del cubilote calentado al rojo, esta mecha se inflamaba produciendo una llama poderosa y reductible, en medio de la cual se verificaba la colada. De este modo el metal se desprendía del oxígeno que había absorbido, y las piezas obtenidas eran de una compacidad casi perfecta.

Después se dejan enfriar lentamente los lingotes, se desprende la arena que cubre su superficie y se quita, con ayuda de una máquina de cepillar, una caja de 5 á 6 milímetros de espesor sobre todas las caras, con el fin de poner á descubierto el metal puro y homogéneo.

La niquelina es la aleación de níquel más rico que ahora se emplea en la industria. Es susceptible de colarse perfectamente y producir piezas que tengan todo el brillo y propiedades de dureza é inalterabilidad del níquel puro; son, pues, muy superiores á objetos iguales fabricados con hierro y niquelados, porque, en este último caso, la capa de níquel pronto desaparece en todos los sitios en que el uso de dichos objetos produce repetido rozamiento. En estas condiciones, la niquelina conviene perfectamente para la confección de alhajas, alfileres, cajas de ruedas, clavos, ornamentos de iglesia, candelabros, figuras, objetos de arte, bandejas, quincalla, etc.; también podrá, en muchos casos, sustituir con ventaja la fundición maleable.

La niquelina funde á 1250°, y no es esta temperatura tan elevada que necesite el em-

pleo de aparatos especiales, sino los hornos y crisoles comunmente empleados para la fusion del bronce ordinario. Se funde, pues, en un crisol embrascado y bajo una capa de carbon vegetal. Para evitar el inconveniente que es de temer, y hemos ántes indicado, en el momento del enfriamiento, el Sr. Guillemin absorbe el oxígeno disuelto en el baño metálico, por medio de un cuerpo ávido de oxígeno que introduce un poco ántes de la colada. El cuerpo, cuya eleccion ha hecho el inventor, es el sodio, y para evitar los accidentes, inevitables si se introdujera el sodio natural directamente en el baño, el Sr. Guillemin ha empleado un procedimiento análogo al que emplea para introducir el fósforo en el bronce fosfórico; empieza por fabricar una mezcla de sódio y diferentes otros cuerpos que se volatilizarán con el elevado calor del crisol, para dejar el sódio obrar sólo y sin efectos bruscos.

Esta mezcla, conocida bajo el nombre de aleacion química, se puede colar en barritas friables, de un aspecto bronceado y verduzco, que pueden manejarse con la mayor facilidad y sin peligro alguno. Se pesa la debida cantidad que se añade, en polvo, en la superficie del baño; unos 250 gramos por 20 kilogramos de metal, lo que, término medio, corresponde á 2,5 gramos de sódio por kilogramo de niquelina.

El sódio tambien se apodera del oxígeno y se forma, á la superficie del baño, una mugre protectora que permite colar con toda seguri-

dad y obtener así piezas muy llenas sin venteaduras ni burbujas.

FUNDICION DEL ZINC.—Generalmente no se funden con este metal más que pequeños objetos, llamados de bronce falso, tales como candeleros, arañas, péndulos, etc., que se broncean despues por la galvanoplastía. El mejor zinc para esta clase de objetos es el de Silesia, que da una masa muy compacta y no presenta poros como los de otras procedencias.

Los fundidores alemanes, que son los que más adelantados están en la fundicion de objetos de zinc, que los hacen hasta de grandes dimensiones, como estátuas, por ejemplo, construyen los moldes de arena fina mezclada con polvo de carbon tamizado. Los hornos los disponen de modo que no pueda la temperatura elevarse demasiado, manteniéndola constantemente al rojo oscuro, para evitar la volatilizacion del zinc. La fácil fusion de éste, que empieza á los 360°, hace su empleo muy fácil para la colada; se le funde en crisoles construidos mitad de arcilla cocida y mitad de arcilla cruda, parecidos á los empleados en la metalúrgia del mismo metal.

## VI.

### FUNDICION DE TIPOS DE IMPRENTA.

CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS TIPOS.—Del modo de composicion y tirada que constituyen la Imprenta, se deduce fácilmente



las condiciones á que debe satisfacer la fabricacion de los tipos. Sabido es que éstos son pequeños paralelepípedos metálicos, que presentan en uno de sus extremos el ojo de la letra, que se reunen para formar las palabras, las líneas, etc. El Sr. Laboulaye formula de este modo aquellas condiciones.

1.º La primera condicion, que no hay necesidad siquiera de indicar, es que el ojo de la letra represente con pureza la forma deseada, y que su relieve sea suficiente para que deje ella únicamente su impresion sobre el papel.

2.º Es preciso que todos los caracteres con que se compone una página tengan una dimension constante, en el sentido de la longitud de la letra, lo que se llama la fuerza de cuerpo.

3.º Es necesario que todas las letras estén igualmente distantes entre sí, y que la separacion no sea mayor sino para distinguir las palabras unas de otras. Por esta condicion esencial queda determinado el espesor de las cañas que llevan las distintas letras. Es preciso, por último, que las cuatro superficies ó caras estén perfectamente á escuadra entre sí, pues que de otro modo la letra que se fande de suerte que sus trozos queden perpendiculares á la dimension constante, gira con la caña de la letra. La igualdad perfecta en toda la altura, en todos los sentidos, es ademas necesaria para que se pueda, al apretar una página compuesta, formar un todo fácilmente manejable.

4.º La altura de todas las letras debe ser idénticamente la misma.

En una palabra, el ojo debe ser puro y tener un relieve suficiente; las cañas deben estar perfectamente derechas, las caras á escuadra entre sí; los espesores perfectamente los mismos en todos sentidos, desde arriba hasta abajo; por último, la altura siempre idéntica.

El metal que debe servir para la fabricacion de los caracteres de imprenta debe llenar las siguientes condiciones:

1.º Debe ser muy á propósito para el molde, para que pueda reproducir por la fundicion los trazos más finos. Para ello es preciso que el metal no tenga nunca una fuerza de cristalización demasiado grande, que tiende á hacerle adquirir formas cristalinas, en vez de solidificarse por el contacto de las superficies más frias.

2.º Debe ser de fácil fusion para que se pueda mantenerle fundido en el horno de fusion, en el que es necesario para el trabajo que la superficie del metal quede expuesta al aire, lo que ocasiona grandes pérdidas de calor. Es tambien preciso que la oxidacion sea bastante lenta para que el obrero no tenga que espumar su crisol á cada momento, lo que implica un considerable desperdicio y una grande pérdida de tiempo; esta condicion puede aún hacer el trabajo imposible, como ha sucedido en los ensayos intentados de empleo del zinc.

3.º El precio del metal que forma la base de los caracteres debe ser poco subido para no elevar demasiado el valor del material de las imprentas.

4.º Por último, debe ser bastante duro para

que el ojo de la letra, sobre todo en las partes más finas, no se altere por la impresión; no debe ser, sin embargo, demasiado duro, porque las operaciones que siguen á la fundición de la letra serian muy lentas y por consiguiente muy costosas.

Resulta de estas condiciones que el plomo es el que siempre ha sido la base de los caracteres de imprenta. El zinc sólo podría disputársela como metal fácilmente fusible y poco costoso, pero es mucho ménos líquido, y pastoso hasta el rojo, en cuyo momento se vuelve muy líquido, pero en tal estado es tan oxidable que se inflama. A la temperatura de nuestros hornos, algunos céntimos de zinc bastan para hacer el trabajo imposible. El obrero, en vez de sacar con su cuchara la gota redonda, no obtiene más que una masa pastosa adherente al borde de aquella por una película blanca de óxido, que impide al metal abandonar instantáneamente la misma y llevar con rapidez el molde, lo que imposibilita el empleo de las aleaciones que contienen pequeñas cantidades de zinc.

El plomo sólo es demasiado blando para empleado en la fabricación de los caracteres, que deben soportar el esfuerzo de la prensa, por lo que es preciso endurecerlo aleándolo á un metal quebradizo. En otro tiempo cada fundidor tenía su receta para endurecer el plomo, pero en la actualidad se consigue añadiéndole antimonio.

La liga de antimonio y de plomo llena todas las condiciones exigidas. Participa tanto más de

la naturaleza del antimonio, cuanto en mayor cantidad entra en ella este metal, y se vuelve de este modo todo lo quebradizo que se desea. Presenta la propiedad esencial de hincharse por la solidificación,—siempre que las proporciones de antimonio no excedan de 15 por 100,—condición ventajosísima para el moldeo. Se liquida perfectamente, y la aleación de 15 por 100 es más fusible que cada uno de los metales que la componen.

Hay otro metal que posee al mayor grado la propiedad de volver quebradizos los metales á que se alea, y que es ménos costoso que el antimonio: el arsénico. Sin embargo, no puede recurrirse á él para el objeto de que tratamos, porque además del gravísimo peligro y las fatales consecuencias que seguramente producirían los vapores arsenicales que se desprenderían, presenta el expresado arsénico el grave inconveniente de poseer una gran fuerza de cristalización, que haría redondear las partes finas.

Sabido es que por medio del antimonio se puede dar á la liga el grado de fragilidad que se desea; pero comunicando así mucha dureza, se formó una materia vítrea que tiene poca resistencia, por manera que los trazos delicados se rompen fácil y prontamente por el esfuerzo de la prensa ó el lavado de la forma. Se ha tratado, por lo tanto, de aumentar esta resistencia, y se ha conseguido afortunadamente, añadiendo á la liga 6 ú 8 por 100 de estaño. Mayor cantidad de este último metal sería casi inútil, porque siendo más ligero es oxidado pronta-

mente, no quedando en realidad de útil más que la parte retenida en la masa por la afinidad de la aleacion, parte que no excede la proporcion que acabamos de indicar. El estaño aumenta la resistencia absoluta de la liga y da un producto muy satisfactorio. Pero el efecto es bastante limitado por la razon que hemos explicado ántes, y por la tendencia de la liga de estaño y de antimonio á cristalizar y producir todavía una materia demasiado quebradiza.

Era, por consiguiente, ventajoso hacer los caractéres más resistentes. M. Didot, para su sistema de estereotipia, fundió en materia dura, esto es, introduciendo cobre en la aleacion (1 por 100 de cobre y 9 por 100 de estaño); el empleo de estos caractéres, ventajoso para los impresores, ha sido no obstante abandonado á causa de su precio elevado, resultante de las dificultades de su fabricacion.

Sin embargo, el empleo de las mecánicas y de las grandes tiradas de periódicos hacian necesaria una mejora notable en la resistencia de la materia, y esto se ha conseguido haciendo entrar 1 por 100 de cobre y 6 por 100 de estaño, próximamente, en 100 partes de metal para tipos.

La limitacion al empleo de proporciones poco considerables de la aleacion de estaño y cobre, obedece á várias razones:

1.<sup>a</sup> El considerable aumento de precio de los caractéres, que resultaria del empleo de metales mucho más caros que el plomo, no teniendo en cuenta la menor densidad, que hace que en-

tren mayor número de letras en un kilogramo.

2.<sup>a</sup> La menor fusibilidad de la liga que vuelve el trabajo mucho más difícil: ésta es la principal causa del elevado precio de la materia dura. Es muy difícil, en los hornos calentados con leña, de mantener el metal en un estado líquido conveniente; de tal modo, que su introducción en la fabricación corriente no ha sido posible hasta el día, que se ha conseguido obtener mayor temperatura media merced al empleo de la hulla y el cok. Pero en este caso aumenta rápidamente la oxidación de los metales más ligeros que el plomo, y la composición media de la fundición de las letras es bastante distinta de la del lingote.

3.<sup>a</sup> La liga de estaño y de cobre cristaliza con gran facilidad. Síguese de aquí, que no puede añadirse á la aleación de antimonio y de plomo en cantidad un poco considerable, sin aumentar también su fragilidad. Los caracteres compuestos solamente de cobre, estaño y antimonio, son sólo producto muy defectuoso. La dureza es muy grande, pero basta ensayar los trazos con la uña para romperlos; y semejantes caracteres, cuyo precio sería muy elevado, tendrían, desde el segundo día de su empleo, el aspecto de las letras usadas.

Otra aleación se ha ensayado hace tiempo con éxito; no tiene el inconveniente que acabamos de señalar, siendo poco cristalizable. Tal sucede con una aleación de estaño y una pequeña cantidad de hierro.

Los caracteres fabricados reemplazando á la

liga total que constituye el metal de caracteres, una gran cantidad de plomo por la aleacion de estaño y hierro, presentan realmente extraordinaria resistencia y son desde luégo convenientes para las grandes tiradás. Su precio es indudablemente más subido que el de los caracteres ordinarios, pero en su empleo resultan realmente ménos costosos, como sucede con todas las herramientas cuya duracion se puede prolongar, áun cuando su precio de compra sea más subido.

Digamos, sin embargo, que estos caracteres, muy á propósito para los periódicos, convienen ménos para los trabajos é impresiones esmeradas. La temperatura más elevada de la fusion, y la mayor dificultad en hacer alguna reparacion, vuelve muy difícil obtener fundiciones perfectas al mismo tiempo que muy resistentes.

HORNO PARA LA FUSION.—El horno de los fundidores de letras consiste en un zócalo circular, construido con ladrillos ó con arcilla en una sola pieza, que soporta un crisol ó cuchara de hierro fundido que contiene el metal y dividido en seis compartimientos, lo cual permite á cada obrero emplear la aleacion más conveniente á su género de trabajo. El ancho es de 50 á 60 centímetros próximamente. Seis obreros se colocan al rededor de este horno circular; tal es la mejor disposicion que ha sancionado la experiencia. Hace algun tiempo se emplean con éxito crisoles más anchos con siete cajas, dejando en su centro el paso del tubo del horno, dispo-

sición conveniente para el buen empleo del combustible. El fuego, que debe ser entretenido con gran regularidad, es alimentado por medio de leña bien seca; de este modo se evita el enfriamiento producido por el desprendimiento del vapor de agua que suministra la humedad de la leña.

El Sr. Lion ha aplicado con gran acierto á estos hornos la llama invertida. En vez de hacer salir los productos de la combustion por un tubo dispuesto en un costado del horno, es muy preferible invertir la llama, esto es, colocar en el macizo del horno dos tubos de fundición, uno frente al otro. Por su extremo inferior penetran en dos conductos de ladrillos practicados debajo del horno, que se reúnen en el centro de éste; de aquí parte debajo de tierra un conducto que va á parar á la chimenea, practicada en el interior del muro. Ladrillos sentados de canto en el hogar, cerca de los tubos, y no dejando más que 6 á 7 milímetros de intervalo entre sí y la cuchara, obligan á la llama á lamer ésta, formándose un torbellino á la entrada que hace abandonar á dicha llama mayor parte de su calor que cuando es arrastrada rápidamente á un tubo más ancho.

El caldeo con leña en estos hornos se ha conservado hasta estos últimos tiempos, y todavía se emplea en algunos establecimientos, á causa de la regularidad bastante grande del fuego que se obtiene con la leña cuando está seca. Pero el alto precio de este combustible ha sido causa de su abandono y sustitución



por la hulla, por el cok, ó por una mezcla de estos dos combustibles, procurando siempre que no tengan lugar grandes golpes de fuego, porque son funestos para la buena marcha de la operacion. Es indudable, en este concepto, que el mejor sistema de caldeo será, siempre que la importancia de la fábrica lo consienta, el de los gases combustibles, en los que se podrá obtener una temperatura tan elevada como se quiera y con gran regularidad.

**MOLDEO.**—Dedúcese fácilmente, de las condiciones que deben llenar los caracteres, la forma del molde que sirve para fundirlos.

El molde se compone de dos partes semejantes, que se designan con el nombre de pieza superior y de pieza inferior, y en cada pieza se distinguen: 1.º La platina, pieza en que se ensamblan todas las otras, y que se extiende bajo toda la superficie del molde. 2.º La pieza larga, que se extiende en toda la longitud de la platina. Las dos caras longitudinales son paralelas, siendo igual el ancho á la altura de la letra, ménos la altura del ojo: en el extremo va una entalladura bien paralela á estas caras, llamada horquilla, que recibe una parte cubierta fijada á la otra pieza del molde, y que sirve para conducir las dos piezas del molde una por la otra, para que resbalen en línea recta. 3.º El blanco es una pieza plana, del mismo ancho que la larga, sobre la que está fija, y que cubre en la mitad de su superficie, del lado opuesto á la horquilla; está sujeta por dos tornillos y por la palanca. Esta pieza termina por una cara de escuadra.

con la superficie sobre que se aplica, y con las dos caras del blanco, que son perfectamente paralelas. Esta cara tiene, pues, el espesor del blanco, que es precisamente el del cuerpo para cuya fundición debe servir el molde; esto es, tiene, por ejemplo, nueve puntos tipográficos, si se quiere tener un molde de pequeño-romano. 4.º La potencia ó palanca, llamada así á causa de su forma, va fija hácia el extremo del molde, y atraviesa perpendicularmente por un agujero cuadrado, el blanco, la larga pieza y la platina, y las junta al apretar la fuerza que marcha sobre el extremo de esta pieza que tiene filete. La parte que descansa sobre el blanco está destinada á llenar el hueco de la horquilla y formar un guía á ésta.

La descripción de estas partes principales debe hacer comprender el mecanismo principal del molde, donde las otras partes sólo son accesorias. Cada pieza del molde forma una escuadra, estando aplicadas una sobre otra, dejando un hueco de dimension constante é invariable en el sentido en que están dispuestas las piezas, y una dimension variable pero igual de uno á otro extremo del blanco, en el otro sentido.

Así, pues, fijando matrices en un extremo y llenando el hueco con el metal, se tendrán letras, para las que la fuerza del cuerpo será siempre idéntica, y el espesor constante en toda la altura de la letra. El molde tendrá además la ventaja de poder hacer todas las letras de una misma fundición variando los gruesos.

Fundida la letra, mediante la operación, que

es más para vista que para descrita, y de una extremada sencillez, se somete aquella á otras operaciones que es indispensable conocer.

El vacío ó hueco que deja el molde en estado de conveniente aproximacion en la fundicion de una letra, se compone de dos partes: la en que debe formarse la letra y el conducto de carga. Este, cuya abertura superior es bastante ancha para introducir fácilmente el metal, se tapa en la parte inferior, de modo que no se tiene más que el tercio de la fuerza del cuerpo de la letra y el mismo espesor.

Se empieza por separar el conducto del cuerpo, operacion muy sencilla, bastando tomar la precaucion de mantener la letra entre los dedos cerca del pié, y de modo que la fuerza del cuerpo sea vertical. Esta precaucion es sobre todo necesaria para las letras finas, que tienen siempre más resistencia en el sentido de la fuerza del cuerpo, que es el de mayor espesor, y que se encorvaria si se quisiera romperlas en el otro sentido.

Una vez rota la letra, se la frota en todo su espesor para quitarla las pequeñas asperezas que se encuentren en su superficie siempre en el mismo sentido. Con efecto, estas asperezas resultan de que las aristas de los blancos están muertas, ó los blancos del molde gastados desigualmente por el frotamiento; la materia repasa, pues, los blancos, siguiendo las largas piezas. Generalmente se frota las letras sobre una piedra de gres, aplanada por el frotamiento con otra piedra, interponiendo entre las dos gres

seco, por cuyo medio se obtiene un grano que hace el efecto de la lima. Mejor sería ciertamente una lima que esta piedra, pero el metal penetra entre los dientes y empasta ó entrapa rápidamente la herramienta.

A esta operacion sigue la llamada composicion, que no tiene ninguna influencia en la naturaleza de la letra, pero que es necesaria para las operaciones siguientes y permite pasar del trabajo de una en una letra al de cierto número de éstas á la vez. Componer es ordenar las letras sobre reglas de madera de 4 decímetros próximamente de longitud, provistas de un reborde que sostiene dichas letras; colócanse éstas unas al lado de otras, la marca siempre del mismo lado.

**AJUSTE Y APRESTO.**—La altura que se da á los caracteres no es una cantidad que puede fijarse á priori, siendo, por el contrario, un resultado de la experiencia. Cuanto mayor es esta altura, más fácilmente se dispone una página compuesta y ménos posible es que las letras tomen una posicion oblicua. Por otra parte, sería inútil demasiada altura, necesitándose una cantidad de fundicion excesiva, que aumentaria sin ninguna ventaja el precio de las letras; la experiencia ha hecho adoptar la altura de diez líneas y media, que es suficiente. En Inglaterra esta altura es un poco menor, pero en cambio en otros países es algo mayor.

Al principio insistimos ya en la necesidad absoluta de que todas las letras sean idénticamente de la misma altura, condicion que sería imposi-

ble satisfacer si resultase de una operacion mecánica, y que se obtiene, por el contrario, muy fácilmente haciendo que resulte por la operacion misma de la fundicion. Como las dos tiradas del molde están en saliente sobre la fuerza de cuerpo en un tercio de éste, estos dos salientes forman el pié, y la tirada de la letra no tiene más que este tercer tercio de espesor. Rota aquella, queda todavía un pequeño saliente que impedirá á la letra apoyarse sobre los dos piés procedentes de la fundicion, á consecuencia de los recubrimientos de las dos tiradas. Es preciso quitar este saliente y hacer en su lugar una gotera, lo cual se consigue en el cortador de un sólo golpe sobre todas las letras dispuestas en un compositor.

El cortador es una especie de tornillo, cuyas garras tienen gran anchura, con disposiciones particulares para la comodidad del trabajo y con guías convenientes, para que las primeras marchen paralelamente. Consiste esencialmente el aparato en un tren de herradura, cuyas dos ramas paralelas resbalan en mortajas practicadas en los soportes fijos, y que, en la parte trasversal, tienen un estrechamiento fileteado que se monta sobre un tornillo cerca de la parte derecha del armazon, donde no tiene más remedio que girar. El movimiento de rotacion del tornillo hará marchar su tuerca, y por consiguiente, el tren. En la parte derecha va fijo un plato de fundicion ó madera recubierto de cobre; en la izquierda se sujeta por medio de cuatro tornillos, sobre el tren, otro plato pare-

cido, que marchando paralelamente al primero, ejercerá una presión igual en toda la longitud sobre cualquier objeto situado entre los platos con toda la fuerza que se obtiene de una palanca adaptada á un tornillo, fuerza mucho mayor que la necesaria.

Entre los dos platos, y pasando por debajo de ellos, va ajustada una placa, bien á escuadra con las caras interiores de los platos, que lleva en su extremo en saliente un talón que sirve de punto de apoyo, y sobre la parte de delante otro talón que se mueve por medio de un tornillo que se llama tornillo de frotación, porque está destinado á apretar las letras sobre el frotador, así como el tornillo que hace marchar el tren se llama tornillo de cuerpo, porque opera en el sentido del cuerpo una presión sobre las letras.

La pieza que se coloca entre los dos platos y contiene las letras, se llama justificador; compónese de dos partes de 0,<sup>m</sup>65 de longitud, próximamente, 0,<sup>m</sup>025 de ancho y 0,<sup>m</sup>022 de altura. La pieza de debajo lleva una platina, que es una tira plana perfectamente á escuadra con la cara contigua, y lleva en su extremo una nuez, placa de 0,<sup>m</sup>054 de longitud del espesor del más pequeño tipo que se quiere cortar; entre la platina y la pieza se practican en cada extremo dos mortajas. La pieza de debajo lleva una nuez en su extremo anterior, y dos lengüetas estrechas destinadas á entrar y á resbalar en las mortajas de la pieza de debajo.

De este aparato salen los caracteres en dis-

posicion de recibir lo que se llama el apresto. Este apresto es la última operacion que debe darse á las letras; tiene por objeto principal reparar las pequeñas desigualdades que pueden existir en la fuerza del cuerpo, de las diferentes clases de un mismo tipo fundido en varios moldes, y de corregir las variaciones que experimenta cada uno de éstos por el efecto de la dilatacion y del desgaste.

En tal estado, toma dos ó tres letras en el componedor y las pone entre las *m* en un justificador para comprobar si la aproximacion es buena y si queda bien en línea la clase: Al mismo tiempo comprueba la fuerza de cuerpo por una comparacion, si es necesario, y si el poco de apriete que ha dado es suficiente. Si tiene un poco de fuerza, apresta de nuevo (del lado opuesto á la muesca para no cambiar la línea) y en la cantidad conveniente, debiendo advertir que un buen aprestador sabe lo que quita por la manera con que apoya el cuchillo de apresto; despues coloca la fuerza de cuerpo entre las *m*. Cuando ha terminado este tratamiento, continúa toda la clase, no comprobando más que de vez en cuando y dando el mismo apresto á cada componedor.

Hemos admitido, en lo que llevamos dicho, que la clase que se apresta se encuentra en línea con las *m*; pero sucede algunas veces que sube ó baja de esta línea, inconveniente que puede corregir el aprestador entre límites muy pequeños. Con efecto, cuando se componen las líneas, las letras se aplican unas sobre otras por

el lado de la letra en que se encuentra la muesca, puesto que se compone disponiendo la muesca debajo. Ahora bien, si se levanta un poco de metal de este costado en la cabeza ó en el pié, se hará subir ó bajar la línea. Es preciso al mismo tiempo quitar en el extremo inverso sobre la otra cara.

Una vez el componedor aprestado, el aprestador, que ha debido ya verificar la aproximación, la altura y la línea, debe todavía examinar el componedor y desechar: 1.º, las letras defectuosas que se hayan escapado al obrero que ha debido ya hacer este exámen; 2.º, las gruesas que se fundieron cuando el molde estaba mal cerrado; 3.º, las de fuertes cuerpos que el aprestador reconozca pasando su cuchillo, que las ataca ántes que á todas las otras, y resultan de que el molde ha sido mal cerrado ó de un grano sobre los blancos ó las piezas largas, de donde resulta la necesidad de limpiar perfectamente el molde de vez en cuando; 4.º, las que salen de línea.

**FIN**



# ÍNDICE.

	<u>Págs.</u>
Dedicatoria. . . . .	3

## PARTE PRIMERA.

### Metales, aleaciones, combustibles.

I. DE LOS METALES.—Hierro. . . . .	5
Hierro dúctil ó de forja. . . . .	19
Acero. . . . .	24
Oro. . . . .	28
Platino. . . . .	29
Plata. . . . .	29
Cobre. . . . .	33
Estaño. . . . .	34
Zinc. . . . .	36
Plomo. . . . .	37
Antimonio. . . . .	39
II. ALEACIONES.—Propiedades físicas. . . . .	41
Propiedades químicas. . . . .	46
Preparación. . . . .	48
Bronce manganífero. . . . .	53
— fosforescente. . . . .	55
Bronces de níquel. . . . .	60
III. COMBUSTIBLES.—Combustibles minerales. . . . .	61
Empleo de los combustibles minerales en las fundiciones. . . . .	63
—de los combustibles vegetales en las fundiciones. . . . .	72

## PARTE SEGUNDA.

### Fundicion de hierro.

I. GENERALIDADES SOBRE UN ESTABLECIMIENTO DE FUNDICION DE HIERRO.—Emplaza- mientos. . . . .	73
Proporciones y disposiciones. . . . .	74

	Págs
Máquinas y aparatos. . . . .	73
II. PREPARACION DE LOS MOLDES. . . . .	80
Empleo del arcilla. . . . .	85
Negros para fundiciones. . . . .	88
Pulverizadores y mezcladores. . . . .	95
De los modelos. . . . .	98
Confeccion de los moldes en general.. . . .	103
Moldeaje en bastidor. . . . .	110
Moldeado de piezas de revolucion. . . . .	115
— en matriz para cilindros. . . . .	118
Fundicion vertical de los tubos. . . . .	119
Desecacion de los moldes. . . . .	121
III. FUNDICION Y COLADA DEL HIERRO.—Eleccion y preparacion del metal. . . . .	127
Aparatos de fusion. . . . .	134
Coladas y operaciones últimas. . . . .	152

PARTE TERCERA.

Fundicion de bronce y otros metales.

I. FUNDICION EN CRISOL DEL COBRE Y DEL BRONCE.	156
Herramientas y materiales. . . . .	158
II. FUNDICION DE OBJETOS PEQUEÑOS.—Botones. . . . .	169
Cajas de ruedas. . . . .	170
Llaves y grifos. . . . .	171
Claves . . . . .	171
Candelabros, figuras, relojes, objetos de novedades, timbres, cascabeles, pla- taformas. . . . .	172
III. FUNDICION DE ESTÁTUAS EN CERA PERDIDA.—	
Edificio de la fundicion. . . . .	173
Moldeo de la estatua. . . . .	176
Fundicion de las ceras, recocidos y en- terramiento del molde. . . . .	187
Colada. . . . .	191
Fundicion de las estatuas en molde de arena. . . . .	193
IV. FUNDICION DE PIEZAS DE BRONCE PARA USOS ESPECIALES.—Fundicion de un cilin- dro de grandes dimensiones. . . . .	194
Grandes cuerpos de bombas. . . . .	206



	Págs.
Cilindros para imprimir. . . . .	207
Fundicion de campanas. . . . .	208
V. FUNDICION DEL NÍKEL, COBALTO Y ZINC.—Fundicion del níkel y del cobalto. . . . .	214
— del zinc. . . . .	221
VI. FUNDICION DE TIPOS DE IMPRENTA.—Condiciones que deben reunir los tipos. . . . .	221
Horno para la fundicion. . . . .	228
Moldeo. . . . .	230
Ajuste y apresto. . . . .	233

---



---

### ERRATA.

En la pág. 73, en donde dice I, debe decir.—PARTE SEGUNDA.—FUNDICION DE HIERRO.—I.

1910  
BIBLIOTECA

BIBLIOTECA  
UNIVERSITARIA  
GRANADA

