

No describiremos en detalle este procedimiento; es el mismo que el que se ha descrito en el artículo del tratamiento metalúrgico de la plata. Diremos solamente que los minerales ricos en que el oro nativo es aparente y solo se halla diseminado en una ganga petrosa, son triturados directamente con el mercurio sin operación alguna preparatoria. En cuanto á los minerales pobres en que el oro se halla por decirlo así perdido en medio de una gran masa de hierro, de cobre sulfurado, etc., se les hace sufrir una tostación antes de amalgamarlos. Esta operación parece necesaria para poner á descubierto el oro metálico envuelto por estos sulfuros. El mercurio con que se tritura el mineral, se apodera entonces del oro por pequeña que sea la cantidad en que este metal se encuentre.

El oro que se obtiene por medio de la refinación con plomo, está privado de cobre, de plomo y de la mayor parte de los metales oxidables; pero puede contener aun hierro, estaño ó plata.

Se priva difícilmente el oro del hierro y estaño que pueda contener; se aconseja para quitarle el hierro, copelarle con bismuto ó con sulfuro de antimonio. El oro puede ser desembarazado por la copelación con plomo del antimonio que le quede unido.

El estaño da á este metal una dureza y una fragilidad muy notable; y el oro casi alterado, es muy difícil de purificar. Se aconseja aun en este caso refinarle con el sulfuro de antimonio.

El oro que se ha tratado por el procedimiento de la amalgación no contiene ordinariamente mas que plata. Se disuelve la plata por el ácido nítrico que deja el oro intacto. Pero para hacer la separación en grande con éxito y economía, es preciso tomar algunas precauciones.

Si el oro no contiene poco mas ó menos las tres cuartas partes de su peso de plata, este metal como envuelto por el oro, está puesto en parte al abrigo de la acción del ácido nítrico. Cuando se ha reconocido por medio de un ensayo en pequeño que la plata está en proporción muy inferior á esta, se eleva la aleación del oro y plata á esta ley, añadiéndola una cantidad suficiente de este último metal. Esta operación se llama *incuartación*. Entonces se reduce la aleación á granos ó láminas; se vierte encima dos ó tres veces su peso de ácido nítrico, que debe ser perfectamente puro, y cuando se juzga que la disolución ha sido llevada tan lejos como es posible por este primer ácido, se añade mas. En fin, despues de haber lavado bien el oro, se hace todavía hervir sobre este metal ácido sulfúrico, que separa las dos ó tres milésimas de plata que el ácido nítrico mas concentrado no ha podido disolver y entonces se tiene el oro perfectamente puro.

La plata que se halla en disolución en el ácido nítrico, es precipitada en estado metálico por el cobre, ó en estado de muriato por el muriato de sosa.

Teniendo el oro un gran valor en la opinión de todos los pueblos civilizados, se ha querido poder determinar con precisión su ley, es decir, su grado de pureza. Se supone pues aquí como para la plata, que una masa cualquiera de oro se halla escondida en mil partes llamadas milésimas. El oro perfectamente puro tiene mil milésimas de fino, el que contiene seis milésimas de liga es; de 0,994, etc.

Dos medios hay de juzgar de la pureza del oro. El primero es un medio de aproximación que no puede usarse sino cuando se tiene una grande experiencia de su uso. Consiste en frotar la joya de oro sobre una piedra parda, y mejor todavía negra, que sea dura, de grano muy fino, sin ser brillante, y que sea inatacable por el ácido nítrico. Ordinariamente se usa una cornelia particular á la que se ha dado el nombre de *lidiana*, y que mas vulgarmente se llama *piedra de toque*. El oro deja en esta piedra una señal muy visible que se debe examinar con atención. Sobre esta

señal se pasa ácido nítrico muy puro, que disuelve en el momento los metales aleados con el oro. Se examina de nuevo la señal que se halla tanto mas borrada cuanto menos puro sea el oro.

El otro procedimiento perfectamente exacto no puede ser referido aquí, porque es enteramente químico. Es la separación ejecutada en pequeño con todas las precauciones convenientes.

No podemos dar á conocer aquí todas las formas que se dan al oro en las artes, ni todas las maneras de usarle. Nos limitaremos á citar las principales.

El oro en masa sirve para hacer joyas. Como es tan dúctil, que estos objetos siempre muy delgados no tendrían solidez alguna, hay necesidad de alearle con cierta cantidad de cobre. El oro aleado con plata, toma un color verde pálido.

El oro es muy estimado por su brillo y su inalterabilidad, pero siendo preciso economizarle por su alto precio, se ha inventado un medio de aplicarle en capas sumamente delgadas sobre casi todos los cuerpos, lo cual constituye el arte del dorado.

Se pueden establecer tres divisiones en este arte en razón á los principios que se siguen en la aplicación del oro.

1. El oro se aplica sobre la madera, sobre el carton, sobre el cuero, ó sobre cualquier otro cuerpo que no puede experimentar la acción del fuego por medio de un mordiente que es, ya un aceite craso y secante, ya una cola animal. En este último caso se emplea el oro reducido á hojas muy delgadas llamadas *panes*.

2. El dorado sobre porcelana, loza, cristal, esmalte, ó cualquiera otro cuerpo parecido, se hace con oro reducido á polvo muy fino. Se reduce el oro á este estado, bien triturando sobre un cristal algunas hojas muy delgadas de este metal que se dividen por medio de miel, goma, ú otro mucilago, bien precipitando con sulfato de hierro verde una disolución nitro-muriática de oro. Este oro muy dividido se usa con el pincel. No se le añade fundente alguno si la cubierta titrea de los cuerpos sobre que se aplican se ablanda por el fuego que se le da para fijarla, pero si esta cubierta como la de la porcelana es demasiado dura, se añade al oro en polvo, bórax ú óxido de bismuto que le sirven de fundente.

3. El dorado sobre plata ó cobre, está fundado en principios enteramente diferentes. El oro se aplica sobre estos metales por medio del mercurio, disolviendo aquel en este hasta que esté saturado; se aviva por diferentes operaciones la superficie del cobre ó de la plata: se extiende la amalgama con una brocha en la superficie que se ha de dorar y se lleva la pieza al fuego; el mercurio se volatiliza y el oro queda. Esta manera de dorar se llama *dorado á molido*; se doran tambien los metales por medio de hojas de oro que se aplican con el bruñidor sobre la superficie recientemente limpia.

El óxido purpúreo de oro es la base de los colores vitrificables que dan el rosa, púrpura y violeta.

Antes del descubrimiento de la América, el valor del oro no era muy diferente del de la plata, porque desde el descubrimiento de este continente, la plata se ha esparcido por Europa en una proporción mayor que el oro. En Asia esta relación es todavía la de once á doce, lo cual prueba que en este país el producto de las minas de oro no es tan inferior al de las minas de plata como en el resto del globo.

V. Tratamiento metalúrgico y usos del cobre.

No debemos hablar aquí mas que de las minas de cobre que son explotadas particularmente por este metal; y entre ellas no trataremos mas que de los minerales de cobre sulfurado; los otros á excepción del cobre bituminoso, no son casi nunca explotados solos.

Se tuesta el cobre bituminoso arenoso ó esquisto,

para volverle mas friable, y para hacerle perder una parte del azufre que contiene. Estas tostaciones se hacen al aire libre, el carbon bituminoso que contiene este mineral, sirve en gran parte para mantener esta tostación.

La mayor parte de los minerales de cobre, necesitan igualmente ser sometidos á un gran número de tostaciones antes de ser fundidos en mates. El número de estas tostaciones varía desde seis hasta treinta, segun la calidad del mineral y el modo de tostación empleado.

Unas veces se tuestan estos minerales en cantidad pequeña, es decir, cerca de cuatrocientos quintales á la vez en *eras* ó *sitios* de tostación, rodeados de tres murallas y cubiertos de un techado. Es preciso á cada tostación aumentar la cantidad de combustible que sirve para la operación, y esto se hace tres ó cuatro veces de seguida antes de proceder á la fundición.

En otros casos se dispone el mineral en pirámide, segun el procedimiento ya descrito en el artículo primero. Se puede operar entonces sobre cinco mil quintales de mineral. Siendo la tostación mas completa, se puede fundir el mineral en mate inmediatamente despues.

El mineral tostado es fundido en mate en un horno curvo. Se obtiene en el depósito de recepción, cobre sulfurado ferruginoso fundido, pardo y frágil, que difiere del mineral, porque contiene menos azufre.

En algunas minas como en Brixlegg en el Tirol y en Garpenberg, se funde el mineral crudo, es decir, sin que haya sido anteriormente tostado. Esta manera de tratarle, se llama *fundición cruda*.

Los mates que proceden de una ú otra de estas fundiciones son quebrantados y tostados de la misma manera que el mineral; pero las tostaciones que se les hace sufrir, son siempre mas numerosas que aquellas á que se somete el mineral y llegan algunas veces hasta ocho y doce fuegos.

Es conveniente segun Deborn, fundir varias veces los mates en el curso de sus tostaciones. Esta operación aproxima las partículas, desembaraça los mates de las escorias que cubren el cobre sulfurado, y producen las tostaciones subsiguientes mas completas.

Se obtiene finalmente un mate mucho mas rico, en cuyas celdillas se ven frecuentemente filamentos de cobre en estado metálico.

Este mate es fundido de nuevo en un horno de manga, ordinariamente mas pequeño que el que ha servido para fundir el mineral crudo. Cuando el mineral es hierro piritoso con un poco de cobre, se añaden como en Chessy, cerca de Lyon, escorias de las fundiciones anteriores y cuarzo. Esta sustancia cuando no contiene cal ni alumina, tiene la propiedad de quitar el hierro al cobre y al azufre, de hacerle mas fusible, de impedir su reducción y de arrastrarle con él en las escorias.

Se obtiene en la última fundición de los mates, un cobre que contiene aun un poco de hierro y de azufre, algunas veces de zinc ó de otros metales que le alteran; se le llama *cobre negro*. Contiene cerca de 0,90 de cobre puro; si es mas rico, será tambien mas difícil de refinar.

El objeto que se proponen en la refinación del cobre, es oxidar y escorificar los metales que están mezclados con él y que tienen mas afinidad que él con el oxígeno, debiendo oxidarse los primeros. Esta operación es análoga á la de la copelación de la plata, y el horno en que se practica tiene tambien alguna semejanza con el horno de copela.

Hay una especie de horno de reverbero, cuyo suelo un poco cóncavo, está cubierto de una brasca de arcilla y de carbon fuertemente batida; en los lados de este horno se establecen dos depósitos de recepción que tienen la forma de un cono inverso; en el lado opuesto á los depósitos de recepción se colocan dos

fuelles cuyo viento debe caer oblicuamente sobre la superficie del cobre fundido; se pone cobre negro en pedazos medianos en el suelo; el horno de refinación que tomamos por ejemplo puede contener doscientos cincuenta quilógramos. Se tiene cuidado de poner un lecho de paja entre la brasca y el cobre negro á fin de que los ángulos de los pedazos no hagan agujeros en ella. Cuando el cobre está fundido, se sacan por una puertecilla y con una especie de rastrillo sin dientes las escorias que le cubren, y se dirige el viento de los fuelles sobre su superficie. Al cabo de dos horas próximamente está ya refinado, entonces se abren las comunicaciones que hay entre el hoyo del horno, y los de recepción, que se tiene cuidado de mantener calientes. El cobre corre á ellos y los llena; se deja trabar su superficie y se echa agua encima para hacer la costra mas gruesa; los obreros la quitan y como es redonda y está cubierta de asperezas comunmente foliáceas, se la ha dado el nombre de *roseta*; así se saca todo el cobre de los hoyos en rosetas.

Los japoneses echan el cobre sobre un lienzo extendido sobre barras de hierro, y cubierto con dos pulgadas de agua; en este caso forma barras que tienen un color rojo muy vivo.

En algunas fundiciones se añaden al cobre unas 0,05 á 0,06 de plomo: este plomo facilita la fusión y la escorificación á una temperatura mas baja; pero además de que aumenta los gastos arrastra al escorificarse cerca de la séptima parte de su peso, de cobre.

Mientras que el cobre se halla en fusión se eleva de su superficie un humo compuesto de una multitud de globulillos de cobre. Se recogen en la chimenea del horno en la cual se practican algunas veces cavidades para este objeto.

Cuando el cobre contiene plata en cantidad bastante considerable para que sea extraído con ventaja, se separa en grande por la operación de la copelación ó por la que se llama licuación.

No se puede emplear la copelación sino en los casos en que el cobre contiene por lo menos la mitad de su peso de plata; en el caso contrario, debe someterse á la licuación.

Se funde entonces el cobre de nuevo en un horno de manga, añadiéndole próximamente tres veces y media su peso de plomo. Esta operación se llama *refrescamiento del cobre*. Se echa esta aleación en un molde con brasca, que le da la forma de panes cilíndricos bastante planos; se les llama *panes de licuación*.

Se colocan estos panes en número de seis á nueve verticalmente y unos al lado de otros, pero guardando entre ellos la distancia de cuatro á cinco centímetros en hornos particulares; van á parar á un sitio compuesto de dos placas de hierro fundido que están inclinadas una hácia la otra y que dejan entre sí una canal profunda destinada á conducir la materia fundida á un vaso de recepción.

Los hornos se componen unas veces de dos sitios y entonces los panes del cobre se calientan con carbon de leña que los rodea por todas partes, pero hay dos hornos que se calientan sucesivamente, y desde el momento que la operación ha terminado en uno, se empieza en el segundo.

Otras veces el horno de licuación se compone de cuatro cavidades, cada una de las cuales puede contener quince piezas de licuación; una bóveda las cubre á todas y forma un solo horno de reverbero. Se calienta este horno con leña que se halla colocada sobre la rejilla lateral y no entre los panes como se colocaba el carbon en el primer procedimiento.

En uno y otro método se debe economizar el fuego de tal manera que el plomo solo se funda lo mas completamente posible y arrastre consigo la plata que contenía el cobre. Los panes de cobre aunque aplastados deben permanecer sólidos, pero porosos y muy agujereados como las esponjas.

Estas piezas de licuacion se llevan á otro horno donde son colocadas verticalmente, el objeto de esto es hacerlas *resudar*; es decir, desprenderse por un calor mayor de casi todo el plomo que contienen todavía; calor que no se hubiera podido hacerlas experimentar al principio sin fundir toda la masa que era mucho mas fusible cuando el plomo se hallaba en ella en mayor cantidad.

El plomo obtenido por estas dos operaciones, es plomo de obra ó plomo argentífero; se saca de él la plata por el procedimiento descrito en el artículo del plomo.

El cobre que queda no se halla todavía enteramente privado de plomo; es preciso refinarle de nuevo, y á pesar de estas diferentes operaciones, no se le puede privar enteramente de plata; el que ha sido liquidado con mas cuidado contiene todavía mas de tres milésimas.

El procedimiento de la licuacion no puede aplicarse al cobre que contiene oro; este metal precioso no es separado por el plomo. Si el cobre aurífero contiene mucho oro, se le puede copelar con plomo, pero es una operacion muy costosa y que se ha practicado rara vez. Se ha buscado, pues, un procedimiento menos caro y mas seguro para quitar al cobre toda la plata ó todo el oro que pueda contener. Este objeto se consigue por medio de la amalgamacion. Se reduce el cobre á mate fundiéndole con azufre; se tuestan estos mates dos ó tres veces con muriato de sosa y cal, y despues de cada tostacion se quita una parte de la plata ó del oro, amalgamando el todo con mercurio, segun el procedimiento que se ha descrito en el artículo plata; pero cuando se sabe de antemano que un mineral de cobre es aurífero, vale mas tratarle inmediatamente por la amalgamacion, que verse obligado á reducir el cobre metálico al estado de mate.

Cuando se tienen minerales de cobre piritoso muy pobres en cobre, no se hace mas que tostarlos para sacar de ellos el azufre, se lavan en seguida para disolver los sulfatos de hierro y de cobre que se han formado. Se reúnen estas aguas de lavado con las que corren naturalmente en las galerías de las minas de cobre y que contienen tambien sulfato de cobre y se conducen á cubas donde se han puesto láminas de hierro ó hierro viejo. El cobre metálico se deposita en la superficie de estos pedazos de hierro. Este cobre poroso, friable, y cuya superficie está cubierta de asperezas, lleva el nombre de *cobre de cementacion*. En Schemnitz se quita cada tres días; una permanencia mas larga retardaria la cementacion, porque el cobre estorbaria el contacto del hierro con el agua cuprosa. Se ha observado además que esta operacion era mas larga y mas completa si el agua estaba agitada. El agua que sale de las cubas de cementacion está cargada de sulfato de hierro, que se saca por evaporacion y cristalización.

El cobre se usa principalmente en estado metálico para hacer vasijas y utensilios de uso doméstico é instrumentos de química.

El cobre amarillo es como se va á ver una aleacion de cobre y de zinc.

Los óxidos de cobre y las sales que tienen este metal por base, sirven, los primeros en la pintura y en la coloracion de los esmaltes; los segundos en la tintorería. Todos los óxidos de este metal y todas sus sales son venenos muy activos.

VI. Tratamiento metalúrgico y usos del zinc.

Casi nunca se tratan los minerales de zinc para sacar este metal aislado que apenas tiene uso en las artes. Sin embargo, en Goslar, se ha llegado á obtener separadamente una corta cantidad de zinc metálico en la fundicion de los minerales de plomo, de co-

bre que contienen zinc sulfurado. El laboratorio de los hornos de manga, que sirven para esta operacion, está como dividido en dos partes, por la manera de cargar. En una de estas partes el cargador no pone mas que carbon muy menudo. La otra parte está llena de carbon ordinario y el mineral se echa contra la pared de la tobera. El zinc oxidado impelido por el viento de los fuelles contra la camisa del horno, penetra en la columna de carbon menudo, en el cual el calor, y sobre todo la columna de aire, son menores; en aquella parte se condensa y reduce y corre en lágrimas metálicas á lo largo de la camisa. Se reúne en su parte inferior sobre una plancha inclinada que se llama asiento del zinc, y es conducido por un canal particular ó un pequeño depósito de recepcion colocado á su lado. En cuarenta y ocho horas se sacan de una fundicion de 3.600 kilogramos de mineral de plomo tostado, unos 8 kilogramos de zinc.

Pero el objeto ordinario del tratamiento de estos minerales es alear inmediatamente el zinc con el cobre para hacer el cobre amarillo ó *laton*.

El mineral de zinc mas comunemente explotado, es el que hemos denominado zinc calamina. El zinc sulfurado forma muy rara vez un objeto de tratamiento particular y menos aun de explotacion.

La primera operacion que se hace sufrir á la calamina despues del apartado, es la tostacion. Unas veces se forman con ella paralelepípedos de cuatro metros de lado, por 12 á 15 decímetros de altura; se componen de capas alternativas de leña y de mineral. Otras veces se dispone la calamina en montones menos considerables que tienen la forma de una columna y unos dos metros de diámetro. Finalmente, el mejor procedimiento de tostacion parece que es el que se usa en Inglaterra, y que consiste en tostar este mineral en los hornos de reverbero por medio de la ulla.

La calamina tostada por uno de estos medios debe ser reducida á un polvo igual y fino. Primero se tritura groseramente en molinos que giran en sentido vertical. Despues se la reduce á un polvo muy fino entre dos muelas horizontales, y algunas veces se cierne ó tamiza á la manera de la harina. La calamina se halla entonces preparada.

Terminadas estas operaciones preliminares, se trata de reducir la calamina al estado metálico y alearla al cobre por una sola y misma operacion.

Entonces se la mezcla muy exactamente con polvo de carbon y se estratifica este polvo con pedazos de cobre rojo ó lo que conviene aun mas con granalla de cobre; se pone el todo en grandes crisoles de arcilla, preparados con cuidado. Las proporciones son generalmente para 100 partes de mezcla, 0,50 de calamina, 0,20 de carbon, y 0,30 de cobre rojo.

Se colocan ocho de estos crisoles en hornos circulares de una construccion particular. Gensanne ha propuesto emplear un horno de reverbero igualmente circular, pero que tiene dos laboratorios abovedados. El laboratorio superior sirve para calcinar la calamina, para cocer los crisoles y condensar el óxido de zinc volatilizado durante la operacion. Los crisoles que contienen la mezcla se colocan en el laboratorio inferior.

Cuando el zinc reducido por el carbon se ha unido con el cobre fundido por el mismo calor, el *laton* se ha formado, y el cobre ha aumentado próximamente en un cincuenta por ciento. Se reúne el *laton* de seis ú ocho crisoles en uno solo, y se dispone lo necesario para reducirle á planchas. El molde que debe reducirle para darle esta forma, se compone de dos fuertes piedras que ordinariamente son de granito; la inferior es mayor que la superior; están separadas una de otra por tres fajas de hierro que forman tres de los lados del vacío donde debe formarse la plancha ó lámina de *laton*. Se unta la superficie de estas piedras

con una papilla compuesta de tierra de horno y estiércol de vaca. Las dos piedras que forman el molde, están unidas por fuertes tornillos. Este molde sumamente pesado se mueve sin embargo sobre un eje que permite colocarle horizontal ó verticalmente por medio de una cabria. Cuando está preparado, se le inclina quince grados próximamente, y se vierte el *laton* sobre la parte de la piedra inferior que sobresale de la superior y que sirve como de embudo para conducir el metal fundido al vacío dispuesto entre las dos piedras. Se vuelve á colocar el molde horizontalmente, se alojan los tornillos y se levanta la plancha de *laton* con precaucion. Esta plancha pesa de 40 á 45 quilógramos.

Siendo raros y caros los moldes de piedra, se hacen en el Tírol con planchas de hierro fundido.

Tal es la serie de las principales operaciones de la fabricacion del *laton* con la calamina. Tambien se emplea para hacer el *laton*, el óxido de zinc llamado *tucia* que se recoge en las chimeneas de los hornos donde se ha fundido el plomo. Pero se cree haber observado que el *laton* que de él resulta, es mas blanco y se atribuye esta imperfeccion el arsénico que contiene este óxido de zinc sublimado. Se puede hacer tambien *laton* con el sulfuro de zinc. Este mineral debe ser tostado con mucho cuidado antes de usarse. No se emplean entonces mas que partes iguales del óxido de zinc que resulta y de cobre.

El *laton* en plancha sufre aun con frecuencia otras preparaciones antes de ser introducido en el comercio. Se dividen estas planchas cortándolas con tijeras movidas por agua. Se baten con martinetes para adelgazarlas y aun para darles la forma cóncava de la mayor parte de las obras á que se destinan. En otros casos se laminan para hacer hojas delgadas de igual espesor; y finalmente, se tira el metal en la hilera para hacer lo que se llama *hilo de laton*. Todas estas preparaciones de *laton* que tienen mucho uso en las artes, se hacen en grande y por medio de máquinas. El *laton* se bate muy bien en frio; pero se golpea y se romperia si no se tuviera cuidado de recogerle cuando se pone demasiado duro. Esta aleacion metálica compuesta de dos metales de una fusibilidad desigual, no puede batirse en caliente; se rompe y se divide entonces con la mayor facilidad.

Se prepara tambien con el zinc un sulfato de zinc que se llama vulgarmente *vitriolo ó caparrosa blanca*. Esta sal se fabrica principalmente en Rammelsberg cerca de Goslar y en Suecia.

Se tuestan los minerales que contienen zinc sulfurado y se lixivian todavía calientes. Se descompone por la agitacion al aire el sulfato de hierro que puede existir en ellos y se separa el óxido amarillo que resulta de esta descomposicion. Se hace evaporar la legía purificada, y se obtiene sulfato de zinc cristalizado y limpio. Se funde con ayuda de su agua de cristalización, se le agita constantemente, y se vierte en cubetas en las cuales se endurece formando una masa cristalina y blanca como el azúcar: Así es como se encuentra en el comercio.

El zinc oxidado blanco puede, segun dicen, reemplazar con ventaja al blanco de plomo en la pintura al óleo; no tiene el inconveniente de ponerse amarillo ó negro al aire como este último.

El sulfato de zinc se usa en la tintorería. Los óxidos de zinc se usan en medicina como antiespasmódicos, y secantes notablemente en las enfermedades de los ojos; el sulfato de zinc es astringente y un poco emético.

VII. Tratamiento metalúrgico y usos del estaño.

El estaño segun se halle en rocas ó en terrenos de aluvion, sufre dos preparaciones preliminares diferentes.

Cuando se le encuentra diseminado en forma de arena en los terrenos de aluvion, se lavan estos terrenos en su mismo lugar haciendo pasar por ellos una corriente de agua que arrastra las materias pétreas mucho menos pesadas que el estaño. Cuando está en roca, se muelen estas rocas en el bocarte, y se lava la arena que resulta; esta lavadura se hace primero en cajas y despues en mesas.

Tales son casi las únicas preparaciones que se hace sufrir al mineral de estaño cuando no contiene además algun sulfuro de hierro ó de cobre. Pero cuando está mezclado con estos sulfuros, que es el caso mas ordinario, hay necesidad de tostarle. La tostacion del mineral de estaño no se hace al aire libre sino en hornos de reverbero bastante parecidos á los de los panaderos. El fuego debe ser conducido con precaucion; un fuego demasiado activo seria perjudicial llevándose una parte del óxido de estaño.

Cuando este mineral mezclado está tostado, se echa todavía casi rojo en cubas llenas de agua. Los sulfatos de hierro y de cobre formados por la tostacion, se disuelven en el agua, y se les extrae por la evaporacion y cristalización.

En el fondo de las cubas queda un polvo que es una mezcla de óxido de estaño, de óxido de hierro y de cobre. Se separan estos dos últimos óxidos mas ligeros que el primero lavando el todo en mesas. Algunas veces el óxido de estaño permanece mezclado con el óxido negro de hierro; la mayor parte de este hierro atraible, se separa pasando sobre las mesas un iman fuerte.

El óxido de estaño así purificado, se funde en un horno de manga muy bajo, cuyo suelo muy inclinado es de granito, el depósito del antehogar de arcilla, y el de recepcion de hierro fundido.

Este horno se carga por arriba con mineral y carbon mojado á fin de que el viento de los fuelles no arrebatase el mineral que es muy ligero. Como la corriente de la llama se lleva siempre una parte, la chimenea se cambia hacia la mitad de su altura en una especie de cámara de madera barnizada de arcilla; el polvo de este mineral arrastrado por la llama, se deposita en esta especie de caja.

Estos principios de tratamiento son los que se siguen en Sajonia y Bohemia. Los procedimientos ingleses usados en el condado de Cornwall, son un poco diferentes.

El estaño de los filones que contienen ordinariamente sulfuros metálicos, se mezcla con hulla crasa y se funde directamente sin tostacion preliminar en un horno de reverbero. Por este medio, y desde el primer fuego, se obtiene estaño y escorias que contienen el cobre, hierro y demas metales que estaban mezclados con el mineral de estaño. Como estas escorias no están enteramente privadas de estaño metálico, se separa este metal por el bocarte y el lavado.

El estaño fundido por uno ú otro de estos procedimientos, rara vez está bastante puro para ser entregado al comercio; siempre necesita refinarse. En Alemania se hace sufrir á este metal una nueva fusion en medio de un fuego de leña, y se cubre de resina la superficie del baño de estaño fundido. En Cornwall se funde de nuevo con hulla en polvo en el mismo horno de reverbero. El mineral de estaño mezclado con con su ganga, da en grande en el condado de Cornwall poco mas ó menos 0,025 de este metal.

El óxido de cobre separado del mineral de estaño, se funde separadamente; pero como rara vez es puro, no da mas que una aleacion ágría análoga al bronce, y usada por los fundidores.

El estaño como metal blanco bastante brillante, sirve para hacer muchas vasijas de uso doméstico que no tienen mas defecto que el ser bastante blandas.

Se aplica por medio de la fusion á la superficie del cobre y del hierro; impide al primero cubrirse de

cardenillo, y al segundo de orin. Para estañar el cobre se calienta este metal, se cubre de resina á fin de impedirle oxidarse, y se frota con estaño fundido; el cobre no toma mas que una capa de estaño muy delgada. Para preparar el hierro estañado llamado *hoja de lata*, se hacen desoxidar las hojas delgadas de este metal en una agua ligeramente ácida, se limpian ademas con gres, y se introducen en un baño de estaño cubierto de sebo fundido; estas hojas se limpian con salvado.

Aplicando una hoja de estaño detrás de los cristales se les da lo que se llama el *alinde ó azogado*; describiremos esta operacion en el artículo del mercurio.

Las disoluciones de estaño tienen mucho uso en el arte de la tintorería. Avivan los colores purpúreos sacades del reino animal, ya sea de las conchas, que ofrecen este color á los antiguos, ya de la cochinilla que le proporciona mucho mas fácilmente á los modernos. Se cree que los fenicios que conocian la accion de este metal, hacian hervir su tinte de púrpura en vasijas de estaño.

El estahoy muy oxidado, llamado *potea de estaño*, se usa como materia para pulimentar.

VIII. Tratamiento metalúrgico y usos del mercurio.

No se trata en grande mas que el mercurio sulfurado. Este sulfuro aunque muy pesado cuando está en masa, se reduce por la trituracion á un polvo tan fino que es arrebatado con bastante facilidad por el agua; de manera que rara vez es ventajoso moler y lavar estos minerales para separar la ganga á menos que sea sumamente ligera.

Así, pues, por lo general, no se hace mas que quebrantar y escoger el mineral, y no se tratan mas que los pedazos que contienen 0,006 de mercurio. Dos procedimientos hay muy diferentes de tratar los minerales de mercurio. El uno se usa en Francia, y el otro en Almaden y en Idria.

En Mont-Tonnerre en Francia, el sulfuro de mercurio convenientemente triturado, se mezcla con cal apagada. Cuanto mas rico es el mineral mayor debe ser la proporcion de cal. Cuando el mineral contiene 0,015 de su peso de mercurio, se añaden unas 0,13 de cal.

Se pone esta mezcla en grandes retortas de hierro fundido, que tienen cerca de un metro de longitud por treinta y cinco centímetros de diámetro. Se disponen estas retortas en dos líneas de altura en hornos largos, que se llaman galeras, y se adapta á cada una de ellas un recipiente lleno de agua hasta una tercera parte. Se pone fuego en este horno con leña ó hulla; el sulfuro de mercurio es descompuesto por la cal, y el mercurio puro cae en el recipiente.

En Almaden y en Idria, el sulfuro de mercurio es tratado en un horno de construccion particular. Se forman dos casillas separadas una de otra y que comunican por medio de una terraza atravesada por una reguera. Una de estas casillas es el horno en que se pone cinabrio. Se le coloca en un suelo de ladrillo lleno de aberturas por las cuales pasa la llama del hogar que está debajo. El mineral en polvo se amasa con arcilla, y se hacen de él masas pequeñas. En las aberturas de este horno, que dan sobre la terraza, se colocan varias filas de aludeles alineados unos tras de otros, y que van á parar hasta la casilla opuesta. Por medio de estos canales, el mercurio es conducido por destilacion á la casilla que se halla al otro extremo de la terraza y que sirve de recipiente.

Este horno ha sido primero establecido en Almaden, y despues copiado en Idria. Si la descripcion que de él se ha hecho es completa, se ve que tiene muchos defectos y especialmente los de emplear mucho combustible y dejar probablemente perder mucho mercurio.

Tampoco se dice cual es el intermedio que se usa para descomponer el sulfuro de mercurio.

Pocos metales tienen usos mas variados. Como metal se usa en la construccion de muchos instrumentos de fisica. Se usa tambien en las artes para dar á los espejos lo que se llama el *azogado*; es decir, para fijar en una de sus caras una amalgama de estaño y mercurio. Se extienden sobre una gran mesa de piedra *movible* y con bordes, hojas de estaño laminado. Se cubren con una capa de mercurio de algunos centímetros de espesor. Se desliza el cristal que se quiere azogar sobre este baño de mercurio, y se hace escurrir el mercurio sobrante, enderezando la mesa de piedra. La hoja de estaño amalgamada se aplica exacta y sólidamente sobre el cristal.

El mercurio sirve en el dorado y plateado sobre cobre, se disuelve el oro y la plata en este metal, se aplica esta amalgama sobre el cobre; se lleva la pieza al fuego, el mercurio se evapora y deja sobre el cobre la plata ó el oro.

Se combina artificialmente el mercurio con el azufre, y se forma un cinabrio puro, que se usa en la pintura con su verdadero nombre y con el de *vermelon*.

El mercurio ofrece á la medicina en sus preparaciones químicas un gran número de medicamentos eficaces.

Los obreros que trabajan en las minas de mercurio y los que manejan mucho este metal, se hallan expuestos á enfermedades peligrosas y especialmente á temblores convulsivos y á parálisis.

IX. Tratamiento metalúrgico y usos del antimonio.

Siendo el antimonio sulfurado la única especie que se encuentra en masas voluminosas, es tambien el único mineral de antimonio de que se saca este metal en el tratamiento en grande.

Este tratamiento tiene por objeto ya únicamente separar el antimonio sulfurado de su ganga porque esta combinacion sulfurada se usa con mucha frecuencia en las artes, y á extraer de ella el metal puro.

Se pone el sulfuro de antimonio quebrantado en pucheros ó crisoles que tienen varios agujeros en su fondo. Se colocan estos crisoles sobre otros enterrados hasta su mitad en la tierra ó en el suelo del horno. Se pone leña encendida alrededor de los crisoles superiores y el sulfuro de antimonio fundido abandona su ganga y cae á los crisoles inferiores, donde se solidifica en una masa compuesta ordinariamente de agujas.

Cuando la operacion está terminada, hay necesidad de dejar enfriar todo el aparato para vaciar los crisoles superiores é inferiores. Este procedimiento, que es uno de los mas seguidos, ocasiona un gasto bastante considerable de crisoles, de combustible y de tiempo. Se puede disminuir por uno ú otro de los procedimientos siguientes.

El primero es propuesto por Gensanne. Se colocan los crisoles que contienen el antimonio y su ganga, en el interior de un horno; se ponen fuera los crisoles que han de servir de recipiente; se les hace comunicar con los de dentro por un conducto de tierra; se puede calentar el horno con hulla. El antimonio fundido corre á los crisoles exteriores y se separa inmediatamente; se saca la ganga de los crisoles superiores y estos se llenan con nuevo mineral, sin que sea necesario dejar enfriar el horno.

Se podrian emplear aun con mas ventaja para operar esta separacion, hornos de reverbero, cuyo suelo fuese un poco inclinado. Esto es lo que se ejecuta en algunas minas del departamento de la Vendée en Francia. Se ha usado una especie de horno de reverbero circular; se colocaba el mineral en el suelo cóncavo de este horno; cuando el antimonio sulfurado estaba fundido, se reunia en la parte mas baja de

horno, y entonces se le hacia salir por una abertura á un depósito de recepcion situado cerca del horno.

Cuando se quiere separar el antimonio puro del sulfuro de antimonio obtenido por estas primeras operaciones, es preciso ante todo desprender el azufre por medio de un calor lento. Se quebranta el mineral, se colocan estos fragmentos sobre el suelo de un horno de reverbero, simple ó de varios pisos. Se le calienta suavemente; el azufre se volatiliza en parte y el antimonio queda en estado de óxido gris un poco sulfurado.

Se pone este óxido en grandes crisoles con la mitad de su peso de tártaro, de vino, y se colocan estos crisoles en un horno de fundicion ó en el suelo de un honor de reverbero.

El carbono del ácido tártrico, separado por la accion del fuego, y reducido á sus moléculas integrantes; desoxida rápidamente el antimonio; la potasa se apodera del azufre que queda, facilita la fusion del metal, y envolviéndole le impide oxidarse de nuevo y volatilizarse; el metal se reúne entonces en el fondo de los crisoles.

Un hecho bastante notable es que no se puede obtener el mismo resultado empleando polvo de carbon y fundentes terrosos ó salinos. Entonces no se saca mas que una pequeña parte de antimonio, y aun se halla diseminada en glóbulos en medio de la masa vitrificada del fundente.

El antimonio obtenido por este medio corre en el comercio con el nombre de *régulo de antimonio*; su superficie presenta ordinariamente una ó varias estrellas grandes cuyos rayos imitan bastante bien la forma de las hojas de ciertos helechos; es una cristalización confusa.

El antimonio se usa poco en estado metálico; su fragilidad limita mucho los usos que se podrian hacer de él. Con el plomo forma la aleacion que se usa para fundir los caracteres de imprenta; pero sus óxidos son la base de un gran número de medicamentos muy activos. Entran asimismo en la composicion de los colores amarillos destinados á la pintura sobre esmalte ó porcelana.

X. Tratamiento metalúrgico y usos del bismuto.

El bismuto se encuentra casi siempre en estado nativo, y siendo muy fusible, se concibe que debe ser fácil extraerle de sus gangas; así su tratamiento metalúrgico es muy sencillo; se ponen los pedazos quebrantados en grandes crisoles, que se rodean de leña encendida. Un calor muy moderado basta para fundir este metal y separarle de su ganga; sin embargo, si la proporcion de la ganga del metal es bastante considerable, se añade un fundente terroso y alcalino. Cuando el bismuto contiene arsénico, se hace volatilizar este metal manteniendo el bismuto en fusion durante algun tiempo. En Schneeber, el mineral de donde se saca el bismuto es una mina de cobalto. Se introducen los pedazos quebrantados de este mineral en tubos de hierro de 14 decímetros de largo por un decimetro de diámetro. Estos tubos se colocan atravesados en un horno y un poco inclinados. Una de sus extremidades, por la que dede correr el bismuto, está en parte tapada por un pedazo de arcilla atravesado solamente por una abertura pequeña; la otra extremidad está cerrada por una tapadera de hierro. Cuando el mineral se calienta suficientemente, el bismuto cae por la extremidad inferior del tubo en una cápsula de hierro. En todos casos, no es necesario calentar el bismuto muy fuertemente; porque este metal es muy oxidable y su óxido es volátil.

El bismuto se emplea para dar mas solidez al estaño, sin quitarle su blancura.

Sus óxidos comunican á los esmaltes y al vidrio un color amarillo, análogo al que les da el plomo.

Se usa su óxido bien lavado, para el dorado sobre porcelana, se añade al oro en la proporcion de una décima quinta parte.

Se ha empleado últimamente contra los dolores de estómago, como antiespasmódico.

XI. Tratamiento metalúrgico y usos del cobalto.

El cobalto en estado metálico no tiene uso alguno; de suerte que no se conoce ningun procedimiento metalúrgico que tenga por objeto separar el cobalto metálico de sus minerales; pero el hermoso color azul que se prepara con este metal y que se llama *esmalte ó azul de esmalte*, ha sido conocido mucho tiempo antes de que se descubriera en el mineral que se emplea para prepararle, la presencia de un metal particular; parece tambien, por los fragmentos de mosaico y de esmaltes antiguos que nos quedan, que los antiguos conocian este mineral, y el medio de obtener el esmalte azul.

Este color es introducido en el comercio, bajo dos estados muy diferentes; uno es el *safró ó saflor*; el otro es el esmalte.

El *safró* es una mezcla de óxido de cobalto calcinado y de sílice; es, por consiguiente, gris y pulverulento, y se prepara para dar el esmalte azul por la fusion. El *esmalte* es un vidrio coloreado en azul por el óxido de cobalto y pulverizado.

Para preparar estas sustancias se escoge el mineral de cobalto, de manera que se separen los metales y las otras sustancias extrañas. Se quebranta, se muele bastante fino, se le criba ó lava sobre mesas; se coloca en seguida en el suelo de un horno pequeño de reverbero que se calienta con leña ó con hulla; este horno está terminado por una larga chimenea horizontal destinada á condensar el óxido de arsénico que se desprende del mineral de cobalto.

Cuando el mineral de cobalto es privado por esta tostacion del azufre y del arsénico que contenia, se criba de nuevo, se muele muy finalmente, y se mezcla con dos ó tres partes de arena sílicea muy pura. Entonces se tiene la preparacion que se llama *safró*.

Si se quiere hacer *esmalte* que es mucho mas comun en el comercio que el *safró*, se añaden al óxido de cobalto tostado, cribado y pulverizado, dos ó tres partes de arena sílicea, poco mas ó menos otra tanta potasa, y aun mas, segun la facultad que tiene el óxido de teñir mas ó menos fuertemente; se pone esta mezcla en crisoles que se colocan en un horno, se obtiene por la fusion un vidrio azul que se echa cuando está caliente en el agua. Ordinariamente queda en el fondo del crisol un residuo de cobalto metálico, las mas veces impuro, que se llama *speis*.

Este vidrio azul se muele en molinos y se divide por lavaduras sucesivas en polvos azules de diferente finura; estos polvos son los que se llaman *esmalte*.

Se reconocen varias calidades de esmalte segun la intensidad de su color ó de su finura. El mas fino se usa en el aderezo de los lienzos, batistas, linos y muselinas; el de segundo grado, sirve para teñir el engrudo que se emplea en la pintura en esmalte; el mas grueso sirve á los confiteros y á los pintores de casas para hacer fondos azules.

El azul que se pone de fondo sobre la porcelana dura, se hace con óxido de cobalto bien purificado y fundido con feldespato y un poco de potasa.

El azul de cobalto es sumamente vivo, y tan inalterable como el que se saca de la lazulita y que se conoce con el nombre de *ultramar*; pero como es una materia vítrea, no podria usarse al óleo. Thenad ha compuesto un azul de cobalto, que posee esta cualidad haciendo una mezcla de alúmina y de fosfato de cobalto preparado con cuidado. Este color une á todas las cualidades del ultramar, la ventaja de ser de poco precio.

XII. Tratamiento metalúrgico y usos del arsénico.

Casi nunca se tratan los minerales de arsénico propiamente dichos; el óxido de este metal que entra en el comercio procede de la tostación de los minerales de estaño, plata cobalto, etc. Se ha visto que estas tostaciones, y sobre todo la del cobalto, se hacían frecuentemente en hornos de reverbero, cuyo laboratorio prolongado formaba varias cámaras, en las cuales se condensaba el ácido de arsénico sublimado por la tostación. De tiempo en tiempo se saca este óxido, pero es impuro y necesita ser purificado; esta operación se hace de la manera siguiente en una mina de Bohemia.

El horno de sublimación consiste en un cuerpo de mampostería macizo y cuadrilongo. Tiene dos hogares, uno á cada extremo; las chimeneas se reúnen en una bóveda común que da salida al humo. Sobre el hogar de estos hornos, se colocan cinco vasos submatorios compuestos cada uno de una cucúrbita y de un capitel cónico de hierro fundido; estas dos piezas se enlontan con arcilla. No se pone el arsénico en las cucúrbitas, sino cuando están rojas; se introduce el metal en él por un agujero abierto en el capitel y que se vuelve á tapar en seguida. Se echan á la vez siete quilógramos de arsénico que emplean cerca de dos horas en sublimarse; se vuelven á introducir y por la misma abertura otros siete quilógramos, y así sucesivamente hasta setenta y siete. Se deja enfriar bien el horno antes de desprender el óxido blanco de arsénico que se ha sublimado en los capiteles.

Cuando se quiere hacer oropimente, se añade una parte de azufre por cada dos de arsénico, y se opera de la misma manera que para el óxido.

El óxido de arsénico así sublimado es vítreo, y tiene al principio el aspecto del cristal; pierde esta cualidad por el contacto del aire. Frágil, que ha descrito las operaciones anteriores, asegura que los obreros que le hacen no son atacados en manera alguna, y que viven tanto tiempo como otros; tienen cuidado solamente de taparse la boca con un pañuelo cuando echan el arsénico en las cucúrbitas y cuando separan los capiteles.

Este óxido metálico es un objeto de comercio en Sajonia, en Bohemia, y en la Silesia prusiana.

XIII. Tratamiento metalúrgico y usos del hierro.

Los minerales de hierro considerados bajo el punto de vista de su tratamiento metalúrgico ó del arte de extraer el hierro con economía, deben ser divididos en dos clases solamente; primera, los minerales ó minas terrosas; segunda, los minerales en roca.

La primera comprende el hierro pardo granuloso, y las diferentes variedades de hierro terroso.

En la segunda, están el hierro oxidulado, el hierro oligisto, el hierro rojo hematite, el hierro pardo fibroso, y el hierro espático.

Los minerales de hierro terroso, de que hablaremos primero, no tienen jamás necesidad de ser tostados. Solamente es preciso lavarlos. Este lavado tiene por objeto separar las tierras arcillosas ó calizas que envuelven al hierro granuloso. Si estos minerales están en masa sólida, se les quebranta y se hace pasar al mismo tiempo por debajo de los pilones del bocarte una corriente de agua que arrastra las tierras. Este primer lavado no siempre es suficiente.

Cuando los minerales han sido quebrantados, ó cuando naturalmente son friables, se les lava completamente en zanjas ó en lavaderos particulares.

El primero consiste en una especie de fosa larga llamada artesa. Encima de este hoyo y en sentido de su longitud, hay colocado un árbol horizontal armado de brazos de hierro doblados dos veces en ángulo

recto. Los brazos de este árbol puestos en acción por una rueda movida por el agua, agitan y lavan el mineral colocado en la artesa y sobre el cual pasa continuamente una corriente de agua.

El segundo es una especie de criba inclinada semejante á una escalera, cuyos escalones fuesen prismáticos y muy unidos unos á otros; se echa el mineral en él por medio de una tolva colocada en su parte alta; se hace pasar al mismo tiempo una corriente de agua bastante rápida para desleír las tierras que cubren el mineral, y las arrastra al través de las hendiduras estrechas que separan las barras transversales del aparato.

Las minas terrosas que necesitan ser lavadas, pueden ser conducidas por uno de estos medios al grado de pureza necesario, para que sean fundidas con la mayor economía posible.

Los minerales en roca, no son lavados ni aun quebrantados, pero casi todos tienen necesidad de ser tostados. Parece que el objeto de esta tostación es diferentesegun las especies de mineral que á esta operación se someten. En general, tiene por objeto principal hacer el mineral mas quebradizo, separar el azufre ó el arsénico de los que lo contienen, el agua de cristalización del hierro espático, etc.

Frecuentemente se deja este último mineral largo tiempo expuesto al aire antes y mejor aun despues de la tostación. Entonces se hace mas fusible. Descostils, habiendo observado que la magnesia es la tierra que vuelve refractarios los minerales de hierro espático, cree que una larga exposición al aire y al agua, los desembaraza de esta tierra, ya porque el agua quita el sulfato de magnesia que se ha formado en la tostación por medio del azufre de las piritas, ya porque el agua arrastra poco á poco el carbonato de magnesia. En este caso es preciso que la exposición al aire dure un gran número de años.

No conteniendo los minerales de hierro, como los sulfuros metálicos una materia combustible por medio de la cual la tostación pueda continuarse, es preciso disponerlos en capas alternadas con madera ó hulla y colocarlas en hornos cuadrados ó en conos inversos semejantes á aquellos en que se cuece la cal.

Los minerales de hierro en roca no necesitan siempre ser tostados; el hierro espático de Kleinboden en el Tirol y el de Cisen-Ertz en Estiria pueden pasarse sin tostación. Igualmente se puede omitir esta operación preliminar para la mayor parte de los minerales destinados á ser fundidos en altos hornos de diez á doce metros de altura. El tiempo que emplean en bajar de la abertura superior del horno hasta su fondo, equivale á una tostación particular. Todos los minerales de hierro toman por esta operación un color pardo rojizo que no tenían antes, y todos los que no obran sobre la aguja imantada adquieren por este medio dicha propiedad.

Los minerales de hierro que han sufrido estas operaciones preliminares se hallan dispuestos á ser fundidos.

Los hornos generalmente empleados para fundir en grande los minerales de hierro tienen una forma particular y llevan el nombre de altos hornos porque en efecto son mucho mas altos que anchos; algunos tienen catorce metros de altura y parecen pozos ensanchados en su parte media; la forma de las diferentes partes de estos hornos y sus dimensiones respectivas, son de la mayor importancia para el éxito de las fundiciones que se hacen en ellos.

Las diferentes partes que componen estos hornos, son en gran número; no hablaremos aquí sino de las principales.

Los altos hornos á causa de la gran solidez que deben tener se elevan sobre estacas ó sobre una doble reja de maderos que forma sus cimientos. Su murallas ordinariamente muy gruesas están atravesadas por

canales para la evaporación de la humedad. Este grueso puede disminuirse si se quiere forrar de hierro la parte exterior de estos hornos.

El hogar y el laboratorio están encerrados y como confundidos en la misma cavidad; no hay chimenea propiamente dicha. La cavidad media del horno tiene generalmente la forma ó de dos conos juntos por la base ó de un elipsoide; lleva particularmente el nombre de cuba. Termina inferiormente por una cavidad, ya casi cilíndrica ó un poco cónica y que se llama *crisol*, ya prismática. Se observan en ella tres clases de aberturas; una ó varias por las cuales se introduce el aire destinado á excitar el fuego; otra abierta en el borde exterior del crisol y por la cual deben salir las escorias deslizando sobre una plancha de hierro inclinada llamada la *dama*; una tercera practicada en el fondo mismo del crisol y que está destinada á dejar salir el metal fundido cuando se destapa.

El crisol se ensancha por su parte superior para reunirse á la gran cavidad del horno. La gran cavidad ó cuba se estrecha insensiblemente hasta la abertura superior y circular del horno que se llama el *cañon*. El crisol y su ensanche tomados en conjunto son designados en general con el nombre de *obra*.

La masa del horno está construida de mampostería, pero sus paredes interiores deben ser de piedra refractaria y mejor aun de ladrillo infusible. El fundidor mismo es el que construye la parte del borno que se llama la *obra*. Da al crisol y á su ensanche dimensiones diferentes segun la naturaleza de la mina que tiene que fundir. Pero en general se ha notado que la fundición se hacia tanto mejor, cuanto mayor era la pendiente del ensanche y actualmente se ha suprimido casi del todo.

Cuando el horno está preparado, y bien seco por un fuego de carbon, se carga por el cañon con una mezcla compuesta de mineral, de carbon, y algunas veces de un fundente terroso que es arcilloso ó calizo segun la naturaleza del mineral. Si el mineral es muy arcilloso y este es el caso mas ordinario, se le añade piedra caliza que se llama *castina*. La naturaleza de esta cal carbonatada influye mucho en la calidad de la fundición que se debe obtener y es importante apreciar la cantidad de arcilla ó de sílice que contiene. Cuando la mina es demasiado caliza se le añade una tierra arcillosa.

El combustible empleado para fundir los minerales de hierro en este horno, es carbon de leña ó hulla carbonizada. No hablaremos al principio sino del tratamiento por el carbon de leña. Se ha observado que el mejor para los altos hornos era el carbon de encina bien seco hecho con leña de diez y ocho á treinta años.

No es posible determinar de una manera general las proporciones de estas tres sustancias. Sin embargo, suponiendo el caso mas sencillo se pueden indicar las proporciones siguientes: mineral de hierro terroso 0,88; castina de mármol blanco 0,09; carbon 0,33; que darán poco mas ó menos 0,20 de fundición y 0,45 de hierro.

El fuego se activa en este horno por fueles de madera, por el viento de las trompas, ó por bombas sopladoras.

El viento no se introduce ordinariamente en el horno mas que por una tobera. Sin embargo, en Treibach en Carintia, se ponen dos toberas opuestas. Se ha observado que poniendo dos ó tres toberas en dos ó tres puntos opuestos de la circunferencia del horno, la fundición se hacia mucho mejor y con mas economía.

A medida que el carbon se consume y que el mineral y sus mezclas terrosas se funden, la masa que hay en el horno, se aplanan; y si el trabajo va bien, debe descender lentamente y con igualdad. El mineral calentado y como preparado en la parte superior

del alto horno, se halla completamente fundido al llegar delante de la tobera. El óxido de hierro reducido en parte se combina con cierta cantidad de carbon y pasa al estado de *hierro colado*. Teniendo entonces un peso específico mucho mas considerable que las tierras vitrificadas que le acompañan, las abandona, corre y se reúne en el fondo del crisol. La arcilla, la sílice, la cal, y algunas veces la magnesia de las gangas, el todo mezclado con un poco de óxido de hierro, forman por su vitificación un esmalte ó una escoria que sobrenada en la fundición y llega bien pronto á los bordes del crisol. Este vidrio opaco, pardo, de fractura algunas veces lustrosa y concoidea, otras laminosa y litoidea lleva el nombre de escoria; sale por una abertura practicada en el borde superior del crisol y corre á lo largo de la plancha de hierro inclinada que se llama la *dama*. Se ha observado que la carga que se echa en el cajon de un horno de quince metros de altura, emplea cerca de tres dias en bajar hasta el crisol. Los trabajadores colocados en el cañon no dejan al horno vaciarse sino que reemplazan con nuevas cargas las que van bajando.

Cuando se juzga por el número de cargas y la abundancia de escoria que sale, que el crisol está lleno de materia fundida, se prepara lo necesario para vaciarle por la operación que se llama la *colada*.

El fundidor practica en el suelo arenoso de la fundición que está dispuesto á propósito, un surco triangular, ó cavidades ya rectangulares, ya hemisféricas, destinadas á recibir la fundición, y á darle la forma que se crea mas conveniente. Entonces se detiene el viento de los fueles; un trabajador, con una larga barra de hierro, destapa el fondo del crisol que estaba tapado con arcilla. La fundición sale y llena las cavidades que se le habian preparado.

Cuando la masa de fundición que ha salido se ha solidificado en un surco abierto en el suelo de la fundición, toma la forma de un largo prisma triangular, adelgazado en sus extremidades, y al cual se da el nombre de *goa*.

Es preciso cuidar de que la arena que sirve de molde esté bien seca; la menor humedad produciria una explosión peligrosa. A medida que la fundición corre, un obrero la cubre de polvo mezclado con carbon, para impedirle arder y disminuir la intensidad del calor que despide, y que incomoda mucho á los trabajadores. Cuando ha salido toda la materia fundida, se tapa la abertura con arcilla, se da viento, y se continúa la fundición.

Los altos hornos trabajan continuamente durante varios meses seguidos; ordinariamente se hacen dos ó tres coladas por dia.

Se puede fundir el mineral de hierro en alto horno con hulla; pero es necesario que el combustible fósil esté privado por medio de una carbonización análoga á la del carbon de leña, en primer lugar del betun que la hace pegajosa y la impide bajar poco á poco en el alto horno; y en segundo lugar, del azufre que muchas veces contiene, y cuya presencia es muy perjudicial para la fabricación del hierro.

La fundición obtenida por la operación, que se acaba de describir, es, como se sabe, una combinación de hierro con un poco de oxígeno y carbon. Pero estos tres principios varían mucho en sus proporciones y dan una fundición de calidades muy diferentes que es importante conocer antes de tratar la refinación del hierro.

Reduciremos las calidades de la fundición á dos principales. La fundición blanca, y la fundición gris.

La fundición, naturalmente blanca, tiene la fractura laminosa; es de color gris blanco, contiene mas oxígeno y menos carbon que la fundición gris; es mas dura, mas quebradiza, y mas fusible; pero se fija con mas prontitud, al correr, despide muchas chispas blancas y brillantes; su superficie es irregular, y la contrac-