

gadas 7 líneas), suficiente para que pasen los carbones, no siendo muy gruesos.

Tambien se hacen hornillos de copela de hierro forrados de barro, que aunque de mas duracion que los otros, son mas dificiles de calentar y no conservan tan bien el calor.

#### De las muflas

Las muflas son unos vasos ó cubiertas de barro destinados para recibir las copelas; tienen poco mas ó menos la forma de un horno, es decir, que constan de una bóveda algo rebajada ó abocinada y de una área horizontal en vez de elíptica ó redonda: el casco representa un cuadro prolongado; y la pared del fondo forma un ángulo recto con el área.

Tienen á cada lado una ó dos rendijas, de 18 á 20 milímetros (de 9 á 10 líneas) de largo y 5 ( $2\frac{1}{2}$  líneas) de ancho, y tambien hay dos en la pared del fondo que está opuesta á la abertura anterior.

Es esencial que el área de las muflas

esté bien recta en toda su estension, á fin de que las copelas esten á plomo, y que el boton de repeso se halle bien al centro del recipiente.

Cuando se haga un hornillo de copela, convendrá hacer tambien una cincuentena de muflas, para arreglarlas segun las dimensiones del hornillo, con lo que ofrecen mayores ventajas que las que se compran á la aventura. Este número es suficiente para un hornillo que trabaja todos los dias.

Al hacer uso de las muflas, se echa en el area, arena fina ó greda en polvo, para impedir que se peguen á ella las copelas con el óxido de plomo que suele penetrar por en medio.

#### De las copelas.

Las copelas llamadas asi, porque se parecen á unas copas pequeñas, son unos vasos hechos de huesos calcinados.

Se hacen calcinar al efecto, hasta que se pongan bien blancos, huesos de cua-

lesquiera animal, se pulverizan en un molino ó mortero, y se les pasa luego por un tamiz de un espesor determinado; debiendo evitarse tanto el que el polvo sea demasiado grueso como demasiado fino.

Cuando se tiene ya una cantidad suficiente de polvo de hueso, se pone en cubetas que tengan una espita ó geta á 15 ó 20 centímetros ( de  $6\frac{1}{2}$  á  $8\frac{1}{2}$  pulgadas) sobre su suelo, cubierta en el cabo interior con un lienzo grueso para que dicho polvo no pueda introducirse y obstruirla.

Luego se echa agua de río encima, en la que se le deja remojar siete ú ocho horas, revolviéndolo de cuando en cuando.

Cuando se ha precipitado ya la materia, y el agua ha quedado bien clara, se la deja escurrir, se echa otra, y se repite la misma operacion.

Se ha de procurar estraer bien el agua de los huesos para que adquieran la consistencia de una pasta algo sólida, que se pone en moldes destinados á darle la forma y magnitud convenientes. Estos moldes son de laton, y constan de tres piezas que se

pueden separar fácilmente, á saber, de un segmento de cono que se llama *nona*; de un fondo movable, cuyas orillas circulares estan cortadas por el mismo ángulo de inclinacion que las paredes interiores de la nona en que se apoya; finalmente, de un molde interior ó *fraile*, que es un segmento de esferoide con un realce en su seccion apoyado en los de la nona, y tiene un mango de madera ó cobre de 4 á 5 centímetros (de  $1\frac{1}{2}$  á 2 pulgadas) de largo. Cuando se ha puesto ya en el molde la porcion necesaria de materia, se aprieta con los dedos, se quita el sobrante con una hoja de cobre, se polvorea entonces la superficie con polvo finísimo de hueso, y se introduce el molde interior ó *fraile*, dándole repetidos golpes con un mazo de madera hasta que su realce toque con los de la nona, y quede bien formado el recipiente de la copela. Por este medio, el recipiente de la copela es constantemente el mismo, se halla siempre en el centro, y perfectamente á plomo con el cuerpo de ella cuando está colocada en

un plano horizontal. Para sacar la copela de lo interior del molde, se asienta su suelo que es móvil como se ha dicho sobre una columnita de madera, cuyo diámetro es igual al suyo, cargando un poco sobre el molde, baja la nona, y la copela queda entonces descubierta.

Formadas así las copelas, y puestas en tablas, se dejan en parage bien caliente con estufas en invierno, hasta que por medio de la evaporacion espontánea hayan perdido la humedad supérflua, y adquirido un principio de solidez, en cuyo estado se las mete en hornos, dándoles el suficiente calor para que puedan cocerse.

Para dar á las copelas las calidades que deben tener, es preciso observar algunas reglas. El polvo de hueso no ha de ser ni muy grueso ni muy fino, pues en el primer caso dejaría entre sus partículas espacios demasiado grandes, esparcidos con mucha desigualdad, de manera que la copela, después de seca, quedaría demasiado porosa; y en el segundo al contrario, apretándose demasiado las partícu-

las, no dejarían suficientes vacíos para recibir el óxido de plomo ó litargirio que resulta de la copelacion, cuya introduccion no se verificaria por consiguiente sino con mucha dificultad. 2º. Es necesario que la pasta de hueso no esté demasiado seca ni demasiado húmeda; porque en el primer estado no se haría homogénea con la presión, ó quedaría tan compacta que no conservaría bastantes poros con relacion á su peso (1); y en el segundo, la superabundancia de agua que queda en la materia, y puede no salir con la presión por estar exactamente cerrado el molde, dejaría demasiado vacío en lo interior de la misma al evaporarse, y esta vasija, sobre ser muy frágil podría también absorber plata.

Por lo demás, como la fabricacion de las copelas se ha confiado hasta ahora á la rutina, casi no se pueden prescribir reglas ciertas y generales, tanto sobre el

(1) Las copelas no pueden absorber mas que un peso igual al suyo de óxido de plomo.

grado de finura que conviene dar al polvo de hueso, como sobre la cantidad de agua que debe entrar en la composicion de la pastâ para que la copela conserve la suma mas conveniente de vacío, ni en fin con respecto á la fuerza de presion que debe egercerse sobre ella, etc. Puede esperarse, sin embargo, que alcanzará algun dia á este interesante objeto del arte del ensayador la luz de la esperiencia guiada por el racionio, y que resultarán datos con que se puedan hacer copelas que tengan siempre las mismas calidades (1).

(1) M. Desmarests, empleado en la oficina de garantía ó contraste de Paris, ha llegado por una larga esperiencia en la fabricacion de copelas, al grado de perfeccion que puede apetecerse en la calidad de esta especie de vasijas. Surte á la casa de moneda, á la oficina de garantía y á los ensayadores del comercio de Paris, todos los cuales hace ya mucho tiempo estan muy contentos con ellas. Los ensayadores de los departamentos pueden dirigirse á él con confianza para este objeto, bien á la oficina de garantía ó á la casa de su habitacion, en inteligencia de que sus encargos serán pronta y exactamente egecutados.

De la purificacion del agua fuerte para la refinadura del oro.

Como es muy dificil, principalmente en los trabajos en grande, obtener nitrato de potasa ó salitre perfectamente puro y esento de muriate de sosa ó sal marina, y por otra parte los destiladores de agua-fuerte no suelen emplear en esta operacion sino salitre de la segunda cocida, el ácido nítrico que obtienen encierra constantemente una cantidad mas ó menos grande de ácido muriático ó *ácido marino*; y siendo perjudicial á la refinadura del oro la presencia del último en el ácido nítrico, en cuanto favorece su disolucion y forma muriate de plata, es absolutamente indispensable el purificarlo.

A este efecto se hacen disolver cerca de cuatro gramas de plata fina en cada kilograma de agua fuerte, ( ó un adarme por cada libra ) : á proporcion que la plata se va oxidando con el ácido nítrico, se une al ácido muriático, y forma con él una

sal blanca indisoluble que se precipita al fondo del líquido, y se llama muriate de plata, ó *luna córnea*.

Luego que se halla precipitada esta materia, y bien clara el agua fuerte, se la decanta con cuidado para que no salga con ella el poso. Aunque la cantidad de plata que aqui se prescribe sea suficiente en casi todos los casos, sin embargo como no todas las aguas fuertes contienen igual cantidad de ácido muriático, conviene asegurarse antes de emplearla si todavía tiene algo de ácido muriático, mezclando en ella algunas gotas de disolución de plata: si queda clara, es prueba de que está absolutamente libre de él; pero si se enturbia, es preciso disolver en ella otra cantidad de plata hasta que se presente el carácter que se ha indicado.

En general vale mas que quede algo de plata en disolución en el agua fuerte, que no ácido muriático, porque la presencia de aquel metal, sino es considerable, no perjudica á la operación de la refinadura.

Tambien seria conveniente, aunque no

está muy en uso, hacer hervir el agua fuerte algunos minutos, despues de haberla purificado del referido modo, para quitarle la pequeña porcion de gas nitroso, formado durante la disolución de la plata, el cual podria favorecer la de algunos átomos de oro; principalmente en la repetición en que el agua fuerte empleada se halla en un estado de mayor concentración. Aun suponiendo que el ácido muriático no obrase la disolución de algunas partes de oro, no por eso dejaria de ser perjudicial en razon del muriate de plata que formaria y que podria pegarse ó introducirse en el interior del rollo de oro, aumentando su peso.

Siendo el agua fuerte del comercio de 36 hasta 44 grados, y no debiendo tener mas que 22 la que se emplea en la primera operación de la refinadura del oro, y 32 en la segunda, es preciso quitarle fuerza echándole agua pura: lo que puede lograrse por grados, procurando no poner mas de la necesaria, pues en tal caso seria preciso añadir mas agua fuerte concen-

trada. Las dificultades que ofrece la graduacion pueden evitarse haciendo la proporcion siguiente: supongamos que se quiere rebajar á 22 grados el ácido nítrico que tiene 38 : es menester multiplicar el número de grados que median entre el de su ácido y aquel á que se ha de debilitar por la masa ó cantidad del ácido, y dividiendo luego el producto por la mitad del número de grados que tiene el ácido concentrado, el cociente que resulte será la cantidad de agua que se ha de añadir.

Esta regla se funda en que el agua no pesa nada en el areómetro, y en que haciendo abstraccion de la contraccion que aqui puede despreciarse sin peligro, el ácido nítrico ó agua-fuerte mezclado con otra tanta agua pierde la mitad de sus grados, es decir, que da el medio aritmético. Supongamos que se desea templar, como se ha dicho, á 22 grados 4 kilogramas ( 8 libras y cerca de 11 onzas ) de ácido que está á 38 : multiplíquese 16, que es la diferencia entre 22 y 38, por 4 masa del

ácido, el producto será 64, que dividido por la mitad del número de grados del ácido concentrado, dará 3,367 por cociente, que es la cantidad de agua que debe añadirse á los 4 kilogramas de ácido, esto es, 3 kilogramas mas 367 milésimos de kilogramas, es decir, 3 hectogramas, 6 decagramas y 7 gramas ( 7 libras 4 onzas 14 adarmes 20 granos ). Si se quiere bajar solo hasta 32 grados 4 kilogramas de ácido que esté igualmente á 38, se hará la proporcion siguiente, que es igual á la anterior,  $19:6::4:x=1,26\bar{3}$ , que expresa la cantidad de agua que ha de añadirse á los 4 kilogramas de ácido. Esta proposicion es, como se ve, general y aplicable á todos los casos, puesto que la cantidad de agua debe aumentar ó disminuir con proporcion á la diferencia que hay entre el grado del ácido y aquel á que se la quiere templar, y que el producto se divide siempre por una cantidad constante, que es la mitad del número de los grados del ácido.

De la preparacion del agua fuerte para el toque.

Si para la refinadura del oro es necesario que el agua-fuerte esté libre de ácido muriático, no sucede lo mismo con respecto á la operacion del toque, pues al contrario debe tener una proporcion determinada; aunque no son de esta opinion los que han escrito sobre el asunto y aun los que practican la operacion, quienes guiados por el principio, verdadero en sí mismo, de que la presencia del ácido muriático en el agua-fuerte favorece la disolucion del oro, mientras que lo que se necesita atacar aqui es solo los metales extraños, para graduar la ley de aquel por la señal que deja, han aconsejado el uso del agua-fuerte pura; pero con respecto á esto se han equivocado completamente en las consecuencias que han deducido y en las aplicaciones que han hecho.

Por los numerosos ensayos que he practicado me he convencido plenamente

que el agua-fuerte pura, cualquiera que sea su grado, no tiene accion alguna sobre un oro de 15 á 16 quilates. Algunas personas se habian ya apercebido de que con un poco de muriate de sosa ó *sal marina* se daba mayor actividad al agua-fuerte, pudiendo entonces descubrirse la presencia del cobre en el oro de quilates superiores á aquellos en que el agua-fuerte pura nada indicaba perceptible.

Mas como el agua-fuerte del comercio jamas es perfectamente idéntica, ni por su concentracion ni por su pureza, y por otra parte le ponian la misma cantidad de sal, les resultaba muchas veces un agua-fuerte demasiado energética ó demasiado floja.

Habiendo reconocido en virtud de algunos esperimentos que no permite detallar aqui la estrechez de esta instruccion, que cuanto de mas ley es el oro, mas ácido muriático debe tener el agua-fuerte, me dediqué á hacer varios ensayos, de que me resultó, que la mejor proporcion del ácido muriático que debe

mezclarse con el agua-fuerte para un oro de menos de 18 quilates era la siguiente: 98 partes de agua-fuerte pura cuya gravedad específica es de 13,40; 2 partes de ácido muriático de peso de 11,73 (tomada el agua por la unidad ó 1,000) y 25 partes de agua, todo exactamente mezclado y conservado en una botella de vidrio bien tapada.

Para purificar el agua-fuerte para el toque, es necesario disolver en ella 3 ó 4 gramas de plata por kilograma, (un adarme de plata por cada libra poco mas ó menos), separar el liquido del poso que se formare en esta operacion, y destilarlo en seguida hasta la última gota.

#### Copelacion.

La copelacion es una operacion que tiene por objeto determinar exactamente la cantidad de metales estraños ligados con el oro, la plata ó con los dos juntos, ó lo que es lo mismo, determinar la cantidad de oro y plata ligados con otros metales.

Se toma al efecto cualquiera masa del metal ligado cuya ley se quiere conocer: esta cantidad es de un grama (20 granos).

Las substancias que se emplean para la separacion de los metales estraños ligados con el oro y la plata, son el plomo y el bismuto, bien que algunos inconvenientes que tiene el último lo han hecho abandonar.

Para mejor concebir los efectos de estos metales en la copelacion, conviene saber desde luego que el plomo es muy fusible y fácil de oxidar, cuyo óxido por su disposicion para derretirse y su propiedad vitrificable y penetrante favorece la oxigenacion del cobre, que es el metal que mas comunmente se encuentra mezclado con el oro y la plata, y lo arrastra con sigio en la copela.

No basta saber que se necesita plomo para separar el cobre del oro y la plata, es preciso determinar tambien, al menos aproximativamente, la cantidad mas conveniente de este metal, porque debe aumentarse en cierta proporcion con el cobre;

oro +

lo que se logra con la práctica y los ensayos graduales: generalmente se juzga poco mas ó menos de la ley del metal por el color, el peso, el sonido, la elasticidad, y sobre todo por el cambio de color que toma con el calor rojo, y en vista de todo se determina la dosis de plomo que debe emplearse; la resistencia que opone á la lima y el color que queda en la superficie limada, son tambien indicios que conviene consultar, y no se equivoca en gran cantidad el que está egercitado en este género de trabajo. Cuanto mas cobre tienen el oro y la plata, su color tira mas á rojo, menor es su gravedad específica, mayor su elasticidad, mas morenos se ponen al fuego, mas se endurecen, y mas aumentan su resistencia á la lima.

+

Copelacion de la plata.

Si la plata contiene un vigésimo ó 0,05 de cobre, será preciso emplear una cantidad de plomo cuatro veces y media mayor que la del metal aligado; pero si contiene

0,20 ó un quinto, es menester poner lo menos 11 partes. La cantidad de plomo debe aumentarse, como se deja ver, en proporcion del metal estraño; por lo que muchas veces no se puede operar sino con medio grama ( diez granos ), quando la plata está tan cargada de cobre, que exige 15 ó 16 partes de plomo, por egeemplo; á no emplearse en este caso copelas dos veces mayores que para la plata que no tiene mas que un vigésimo de cobre, porque las copelas apenas pueden absorber sino un peso igual al suyo de óxido de plomo; sin cuya precaucion quedaria el esceso en la superficie de esta vasija, ó saliendo por el suelo de la misma la pegaria á la muffa. Puede, no obstante, evitarse este último inconveniente, poniendo la copela que contiene la materia sobre otra copela vuelta lo de arriba abajo, que absorberia el plomo que no cupiese en la primera. No se ha empleado bastante plomo en el ensaye quando el boton de repeso está llano, agudas sus orillas, y presenta en su superficie manchas parduscas.

Cuando ya seha graduado pues proximately la cantidad de plomo que es necesaria para la copelacion de la especie de plata cuya ley quiere saberse, se coloca la copela en la mufla del hornillo (1); se carga este de carbones medianos, y cuando se cree que tiene bastante calor, lo que sucede por lo regular al cabo de una hora y se conoce por el rojo blanquecino que toman las copelas, se echa en ellas el plomo. Luego que está descubierta, y bien brillante su superficie, se pone cuidadosamente con unas tenacillas la plata envuelta en un papel (2). Si el plomo está

(1) Para cargar el hornillo se ha de emplear carbon que no sea demasiado menudo, ni demasiado grueso; pues el primero, apretándose mucho, no dejaria espacios bastante grandes para el paso del aire, de modo que el calor no podria elevarse al grado necesario; y el otro los dejaria tan grandes que daria entrada á una cantidad considerable de aire que lejos de servir á la combustion, no haria sino quitar una porcion de calor: por lo que debe tomarse un término medio.

(2) Algunos aconsejan que la materia que ha

bastante caliente, se derrite la plata en el momento, se descubre y aclara la materia, se ven formar sobre la misma en fusion puntos mas luminosos que corren por su superficie y caen hácia la parte inferior, y se levanta un humo que va serpenteando por lo interior de la mufla. Al paso que se adelanta la copelacion, se redondea mas la obra, se hacen mayores los puntos luminosos, y se agitan con mas rapidez. Siempre es útil que el ensaye tenga mas calor al principio de la operacion, especialmente si la materia es de baja ley; mas es peligroso que sea demasiado fuerte al fin, porque se volatilizaria una porcion de plata, y correria riesgo de ponerse áspero y granoso el boton de repeso (1). Dos son las causas poderosas de

de ensayarse se envuelva en una hoja delgada de plomo, á fin de evitar la efervescencia y chisporroteo que suele producir el papel.

(1) Se conoce que el calor es demasiado fuerte cuando está blanco el color de la copela, y no se vé serpentea el humo en lo interior de la mufla, ó bien se levanta con mucha rapidez hasta la bó-

pérdida ó disipacion que es preciso evitar con cuidado cuando se trata de decidir con rigor sobre la cantidad de fino que

veda de la misma; y por el denso contrario no tiene bastante calor el ensaye cuando el humo es obscuro, lento, y toma una direccion casi paralela al suelo de la mufla; siendo tambien una prueba de no haber tenido el suficiente, cuando al rededor del recipiente queda un cordon de litargirio ú hojas pequeñas y amarillentas de la misma materia.

Para aumentar el calor, se ponen en la delantera de la mufla uno ó dos carbones encendidos, y se acerca la puerta á la abertura del hornillo; y al contrario para disminuirlo, se colocan junto á las copelas que contienen los ensayes otras copelas frias que se reemplazan con otras si fuere necesario. Pero para evitar el exceso en ambos casos, lo mejor es adelantar ó retirar las copelas en la mufla, cuando puede hacerse fácilmente, es decir, cuando no hay mucho número de ensayes en el hornillo. Generalmente para poder dirigir estos ensayes, y estar seguro de su exactitud, es menester no hacerlos mas que en dos hileras, y aun esperar que esté á mitad la primera para echar el plomo en la segunda. Se cuidará de poner en el fondo de la mufla una provision de copelas para tenerlas calientes siempre que se necesiten.

contiene la barra ú otra obra ligada. Es menester pues, cuando hayan pasado las dos terceras partes del ensaye, aproximar la copela á la delantera del hornillo, de modo que no tenga mas calor precisamente que el necesario para presentar todas las señales del *relámpago*; que así se llama, ó bien *fulguracion* ó *esplendor*, el movimiento rápido con que se agita el boton cuando, al evaporarse las últimas porciones de plomo, presenta en toda su superficie fajas matizadas con todos los colores del iris, se fija luego quedando empañado, y se aclara despues con la desaparicion de una especie de nube que parecia cubrir su superficie. Se conoce que un ensaye se ha egecutado bien, cuando el boton de repeso está bien redondo, bien blanco, cristalizado por abajo, y en fin se suelta fácilmente de la copela cuando está fria (1). Si quedase plomo en la

(1) Cuando el oro y la plata tienen cobre, el fondo del interior de la copela adquiere un color gris mas ó menos cargado, y al contrario se pone amarille alimonado cuando no tienen nada ó muy

plata, el boton entonces, en lugar de ser blanco mate y granoso por debajo, seria al contrario brillante y no se pegaria á la copela.

Sin embargo, como á no tener mucha práctica, es muy difícil conocer el grado de calor que conviene para el ensaye de tal ó tal plata, siempre es prudente hacer dos ensayes que se tiene cuidado de poner á los dos lados de la mufla, ó egecutarlos en dos operaciones diferentes, á fin de que las causas de disipacion que podrian concurrir en el uno no influyan en el otro, y pueda tenerse por consiguiente una garantía de la exactitud de la operacion. Si son iguales los dos botones, ó no difieren mas que de un milésimo, por ejemplo, se puede considerar aquella

poco: Si hay otras substancias metálicas en la materia, escepto el bismuto, no pasan, sino que quedan en los lados del recipiente, bajo la forma de escorias de diferentes colores segun la especie de metal. El hierro da una escoria negra, el estaño, una materia gris, y el zinc deja una bocera ó cordon amarillento, etc.

como bien egecutada; pero si la diferencia fuese de algunos milésimos, seria necesario empezarla de nuevo, hasta tanto que se lograra la indispensable precision, principalmente si se trata de decidir de la ley de una masa considerable de plata, y garantir sus quilates poniendole una marca.

No es necesario advertir que se debe pesar con mucha exactitud la plata que se somete al ensaye, porque el menor descuido podria causar una diferencia de muchos milésimos, lo que vendria á ser de gran consecuencia en una cantidad considerable. No es de menos importancia el no emplear en la pesada fragmentos muy pequeños de materia, por la facilidad con que pueden escaparse sin que se note, al envolverlos en el cucurucho de papel, ó ser arrebatados por la corriente de aire al tiempo de ponerlo en la copela, ó por el chisporroteo que resulta algunas veces al encenderse (1).

(1) Sucede muchas veces que los plateros presentan á la marca sus obras llenas todavia de la

Debe tomarse tambien en consideracion la pureza del plomo, pues si contiene cantidad notable de plata, como sucede con frecuencia, añadiría á la materia una cantidad de fino que antes no tenia (1). Puede sin embargo hacerse uso de este plomo, sino se tiene otro, pasando en la copela separada una cantidad del mismo igual á la empleada en el ensaye de la plata, y poniendo el grano que resulte en la balanza del lado de las pesas cuando se pese el boton. Jamas debe perderse de vista la observacion de que, en general, la plata de baja ley necesita un calor mas fuerte, sobre

tierra de los moldes en que han sido vaciadas, ó de la piedra pomez y el aceyte con que han sido bruñidas. En tal caso es menester limpiar con cuidado sus picos, puntas y rebabas, antes de pesarlas, ya sea volviéndolas á cocer, ya limándolas, y mejor seria no recibirlas hasta que estuviesen bien limpias, para no encontrarse con una ley mas baja que la que realmente tiene la materia, ó no perder mucho tiempo en limpiar dichos objetos.

(1) M. Sage observa que cada libra de plomo tiene cuando menos  $\frac{4}{5}$  de grano de plata.

todo al principio, que la fina, la cual por el contrario, al paso que no exige mas que parte y media de plomo con corta diferencia, requiere al mismo tiempo menos calor, con especialidad al fin de la copelacion. Como el plomo no obra en los metales estraños al oro y á la plata sino oxidándose, se hace indispensable dar al aire libre entrada en el interior de la mufla, sirviéndose empero de él con prudencia y modificándolo segun las circunstancias, cuyas diferencias graduales son tan imperceptibles á los ojos todavía bisoños en este género de trabajo, que solo puede conocerlas el artista exercitado; bajo el concepto de que apartando mas ó menos la puerta del hornillo, puede conseguirse aquel objeto.

Tales son los principios y las aplicaciones que se deben hacer de ellos, para ejecutar con exactitud la operacion de la copelacion de la plata.