

dra más y se carga granzon, del que resulta de cerner tierras, y que es mucho más grueso que la granza obtenida en el mortero. El objeto de esta carga es acabar de destruir las asperezas que han quedado en el fondo. Cuando esta primera molienda se ha obtenido, se carga granza beneficiable en la cantidad normal, que es de 5 quintales (320k,123). Después de seis u ocho horas, cuando el mineral se presenta al tacto ligeramente áspero, y la lama presenta una superficie granujienta, se procede á *empellar el arrastre*. Esta operacion consiste en mezclar de 4 á 6 libras de 1.84 á 2.76 kilogramos de pella de plata ó de cobre, con el doble de su peso de *cabecilla*, y esparcir esta mezcla por igual sobre todo el fondo. Por un momento la pella se mezcla con la lama; pero después, en virtud de su mayor gravedad específica, desciende hasta el fondo, donde es removida por las piedras, puesta en contacto con el mineral que se está moliendo, y recogida, en fin, por la cabecilla depositada en los *criaderos*.

La pella empleada generalmente en esta operacion es la de cobre: su preparacion está fundada en la mayor afinidad que tiene el fierro con el ácido sulfúrico, y en la accion electro-química que ejerce este metal sobre las sales disueltas. Así pues, si en una disolucion de sulfato de cobre se introduce una lámina de fierro, el cobre será precipitado bajo la forma metálica, quedando aquel en disolucion; el fierro se convierte desde luego en protóxido, cuya base, más enérgica que el óxido de cobre, desaloja á éste, y conforme á las leyes de Berthollet, se combina con el ácido sulfúrico libre y se forma sulfato de fierro. Una cantidad de co-

bre equivalente á la de fierro, que ha entrado á sustituirle en la combinacion, queda libre. En la descomposicion mencionada hay desprendimiento de electricidad, y los dos metales (fierro y cobre) que se encuentran en presencia, obran conforme á sus propiedades eléctricas: el fierro que es electro-negativo con respecto al cobre, atrae á este metal, que extremadamente subdividido, se precipita sobre aquel.

Poniendo estos dos metales en contacto con el mercurio, el cobre se amalgama, y la pella que resulta se separa fácilmente por el lavado del fierro á que queda adherida.

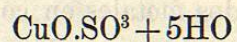
El aparato en que se hace esta operacion consiste en dos crisoles de bronce colocados en la plataforma de un macizo en que se encuentra el hogar, colocado en la direccion de los crisoles, y la chimenea del lado opuesto. La base de los crisoles es convexa y se encuentra aislada, y como están ambos situados entre el hogar y la chimenea, el tiro de ésta obliga á la llama á bañarlos de lleno uniformando la distribucion del calor.

En estos crisoles se calienta el agua necesaria para operar las disolucion, y cuando comienza á hervir, se pone el sulfato de cobre, agitando el líquido para acelerar el efecto: se ponen tambien fragmentos de fierro de los que han servido en las operaciones anteriores, y para que la precipitacion del cobre no se localice en el fondo, y tenga lugar en toda la masa, se suspenden á diversas alturas, láminas ó fragmentos grandes de fierro; siendo muy apropósito los frascos de mercurio.

La cantidad de sulfato de cobre empleado, depende

de la cantidad de pella que se trata de obtener; y la de mercurio, está en relacion con el grado de sequedad que ha de dársele: ambas proporciones se determinan por el cálculo y las consideraciones siguientes:

El sulfato de cobre que se obtiene en las oficinas de apartado, contiene 36, 10 por 100 de agua, cuya cantidad representa 5 equivalentes; así es que la fórmula química de esta sal será:



Cuyo peso será Cu.....	395	60
O.....	100	00
SO ³	500	00
5HO.....	562	50
CuO.SO³ + 5HO.....	1,558	10

En el cambio de bases indicado, la cantidad teórica de cobre que se obtiene, corresponde á 25.39 por 100 del sulfato empleado.

Suponiendo, segun lo que antecede, que se trate de obtener pella de cobre para 40 arrastres, que la ley de ésta en cobre ha de ser de 20 por 100, y que á cada arrastre se pongan 5 libras (2,300 kilogramos), la cantidad de pella necesaria será de 200 libras (92 kilogramos), de las cuales 40 (18.400 kilogramos) serán de cobre. Para obtenerlos se hará el siguiente raciocinio:

Si 395.6 de cobre están contenidos en 1558.10 de sulfato, 40 de cobre ¿en cuántas de sulfato estarán?

Que conduce á la proporcion:

$$395.6 : 1558.1 :: 40 : x = 157.46 \text{ libras} = 72.432 \text{ kilogramos.}$$

Tal es la cantidad teórica de sulfato de cobre que se debe emplear para obtener la pella en las condiciones establecidas.

La de mercurio será de 160 libras (73.639 kilogramos). En la práctica se aumenta un poco la proporcion de sulfato por la imperfecta descomposicion de esta sal.

En vez de la pella de cobre se suele usar la de plata, que se obtiene en el beneficio de este metal cuando se usa alguno de los métodos de amalgamacion. Esta sustitucion es ventajosa, 1º porque la pella de plata es más estable, más elástica, y forma, por decirlo así, más cuerpo que la pella de cobre: puede decirse que su poder absorbente es mayor: 2º porque el oro desprendido de su matriz, al incorporarse á la pella de cobre, desaloja una cantidad proporcional de éste, por cuya razon hay más dificultad para que aquel sea retenido, mientras que en la pella de plata, no habiendo desalojamiento, esta retencion se verifica sin dificultad: 3º, no habiendo este cambio, que naturalmente implica una pérdida de cobre, la pella seca más pronto, el empleo del mercurio es mayor y el beneficio camina más rápida y por lo mismo más ventajosamente. A estas diferencias se pueden agregar otras, en el mismo sentido, que no expongo por no haberlas visto confirmadas por experiencias directas.

Sin embargo de estas ventajas reales, se da la preferencia á la pella de cobre, por una razon económica ó mercantil cuyas ventajas no son sino aparentes. Se

1 Estas propiedades se exaltan con la presencia del oro.

dice que tardando seis meses próximamente para raspar los arrastres, se tiene amortizado durante todo este tiempo el valor de la pella de plata, que es mucho mayor que el de la de cobre; pero esta razón, más bien aparente que real, queda destruida si se atiende á que la pella de plata se recoge en su totalidad, mientras que en la de cobre, este metal se pierde por completo: en consecuencia, la única pérdida efectiva es la del rédito correspondiente al valor de la pella en seis meses; pero esta pérdida es menor que la ocasionada por el cobre, como lo demostraré fácilmente.

200 libras de pella de plata al 20 p $\%$ contienen 160 libras de mercurio, que á \$68 quintal, importan.....\$ 108 80¹
40 libras de plata, á \$9 marco, importan.... 720 00

Importe de 200 libras pella de plata al 20 por 100..... 828 80
Cuyo rédito al 6 p $\%$ anual en seis meses, asciende á 24 864

Que es la pérdida efectiva.

200 libras pella cobre con las mismas condiciones contienen 160 libras mercurio, que importan..... 108 80
40 libras cobre, que segun lo dicho ántes es-

¹ Aunque el precio del mercurio ha alterado considerablemente despues de que esta Memoria fué escrita é impresa por primera vez, tratándose de un cálculo comparativo en que dicho metal entra en la misma proporción en las dos partes comparadas, he creído conveniente no hacer alteración alguna.

tán contenidas en 157.46 de sulfato, cuyo valor á \$14 quintal, es de..... 22 04
Rédito de 22.04 al 6 p $\%$ 00 66
Rédito de 108.80 en seis meses..... 3 26

Pérdida efectiva por el empleo de la pella de cobre..... 25 96
Pérdida efectiva por el empleo de la pella de plata..... 24 86
Diferencia en favor de la pella de plata..... 1 10

Una vez empellado el arrastre comienza en él la molienda, que continúa sin interrupción hasta que está completamente terminada.

La cantidad de mineral que puede moler un arrastre, siendo el mineral duro como lo es el cuarzo aurífero de la veta de San Rafael, es de 5 quintales (230.12^k), cuya carga se renueva todos los días, poniéndola en el arrastre despues de descargado, y dejándole una pequeña cantidad de agua en esta operación, para que la nueva carga se distribuya uniformemente desde el principio.

La molienda se hace romper casi en seco, y sólo se pone el agua necesaria para desagregar las partículas de mineral á medida que se van separando, y extenderlas en toda la superficie, uniformando el trabajo de las piedras y el rozamiento en el fondo.

En este estado las partículas de oro, separadas de su matriz, se encuentran en el seno de una masa espesa, donde son agitadas por el movimiento de la piedra; y

como lo es al mismo tiempo el mercurio que constituye la ceba, el contacto entre ésta y aquellas se verifica y la amalgama se forma. Las mismas partículas, sea libres, sea amalgamadas, sufren la fricción contra el fondo, y allí se ponen en contacto con la pella puesta preliminarmente, que las retiene sin dejarlas separar.

Si en este primer período de la molienda se pusiese agua en exceso, las partículas de oro, que son extremadamente pequeñas y delgadas, se escaparían á la superficie del agua, y quedarían enteramente perdidas, pues no sería posible hacerlas atravesar las capas que las separan del fondo en que se encuentra la pella y el mercurio: si por el contrario se dejara la masa muy espesa, el mineral no podría colocarse debajo de la piedra, la cual no haría otra cosa que empujarlo (á lo ménos en su mayor parte) en el sentido de su dirección: el mercurio se localizaría en determinados puntos, y no tendría un vehículo apropiado para extenderse y producir su efecto: es, pues, conveniente, y aun se puede decir indispensable, cierto grado de fluidez que debe aumentarse á medida que la molienda va avanzando.

Durante las primeras diez horas sólo se ponen de agua 0.75 del peso de la carga próximamente, graduándola de manera que la lama se mueva sin dificultad, pero no por sí sola, sino impulsada por el movimiento de la piedra. En este tiempo se procura que el movimiento sea uniforme y tenga una velocidad de 3 á 3½ vueltas por minuto. Después se puede y se debe agregar agua, cuya adición no está sujeta á regla alguna, pues depende del estado en que se encuentra la lama;

y esta adición continúa hasta una hora ántes del descargue, en que se pone la última porción para afinar la molienda. El empleo total puede valuarse en cuatro veces el peso de la carga. La adición se hace por barriles, cada uno de los cuales contiene 8 arrobas (92 kilogramos).

Terminada la adición del último barril, se *tientan* uno por uno todos los arrastres, pasando la mano por el fondo y agitando entre los dedos el sedimento depositado en él (que generalmente no existe), así como el que está en suspensión en la masa de agua; y cuando es tan sutil que no se percibe al tacto, entónces se dice que la molienda está *rendida*, en cuyo caso se procede á descargar. Esta operación se hace trasvasando la lama del arrastre á un barril, por medio de una *batea*, y vaciando aquel en seguida en unos depósitos que comunican con una serie de canales, de las que la última va á desembocar á un recipiente de 12^m.05 largo, 4^m.20 ancho y 2^m.80 profundidad, que corresponde á 141.708 metros cúbicos, en que se deposita la lama. No obstante la precaución que se toma al trasvasar el agua, de poner una lámina metálica (*hoja*) en el fondo para que no lo toque la *batea*, suelen desprenderse pequeñas partículas de pella, que arrastradas por la corriente de la lama fluida, son detenidas por el mercurio, puesto con este fin en unas *reposaderas* ó *chuzas*, que están colocadas de trecho en trecho en la serie de canales que tiene que recorrer la lama. La molienda de una carga de 5 quintales dura 24 horas.

Para reconocer la marcha del arrastre, se raspan algunos de los criaderos, en una extensión de un cua-

drante de círculo, con un fierro que tiene la forma de una alcayata, y terminada en punta (*clavo*), y se desliza esta raspadura en una jícara con agua; agitando ésta convenientemente, la lama es expulsada hacia fuera, quedando la pella en el fondo de la jícara: esto es lo que se llama *tentadura*, y por los caracteres que ésta presenta, se viene en conocimiento del estado del arrastre.

En los primeros días de la molienda, la *tentadura* presenta un grado de fluidez casi tan perfecto, como si el mercurio estuviera puro, y las únicas modificaciones consisten en que no toma la forma globulosa propia de este metal; su color es más oscuro y su lustre menos intenso: tocándolo con el dedo no subsiste la impresión de éste, y haciéndolo mover en la jícara deja *cola*, poco persistente. Cuando la pella presenta una superficie áspera, está en el estado sólido propiamente dicho, conserva la impresión del tacto, y oprimida entre los dedos, no deja escapar sino muy pequeña cantidad de mercurio, entonces marcha bien, y se sigue cebando, á fin de conservar la pella en la proporción más conveniente.

Es claro que mientras más avanzado está el arrastre, demanda mayor cantidad de mercurio en la *ceba*, puesto que éste se ha de distribuir sobre una masa mayor.

Lo mismo sucede cuando el metal que se muele es rico.

Además de los caracteres que presenta la *tentadura*, y que aisladamente considerados sólo sirven para saber que el arrastre necesita mercurio, para fijar la can-

tidad que debe emplearse, es necesario llevar en cuenta la ley del metal y la cantidad de carga molida.

La ley média del mineral que se muele actualmente, es 3.75 adarmes por carga, que corresponde á 0.0048 por 100; la cantidad molida semanalmente en cada arrastre, es 10.33 cargas. Según esto, al fin de la semana el arrastre debe haber asentado 38.73 adarmes de oro, y como según el ensaye de los residuos, la pérdida es de 25 por 100, término medio, sólo se recogerán 29.05 adarmes de oro, haciendo abstracción de la plata.

Como la proporción en que esta última se encuentra, es igual á 1½ veces la cantidad de oro, se recogerán de este último metal 43.57 adarmes. Resulta, pues, una cantidad de *oroche* representada por 72.62 adarmes; y como el mercurio debe entrar en la pella en la relación de 80 por 100, será necesario emplear 290.48 adarmes, esto es, 18 onzas 2 adarmes, cuya cantidad se distribuye en los seis días útiles de la semana, según el aspecto de la *tentadura*.

En la generalidad de los casos, la cantidad empleada suele ser menor, pues no estando una parte de la plata en el estado nativo, no se puede amalgamar mientras no esté destruida la combinación que la retiene.

Cuando la proporción del compuesto de plata pasa de ciertos límites, se somete á un tratamiento especial, que varía con la naturaleza de la combinación; pero sea cual fuere este tratamiento, demanda, para ser costeable, menos ley relativa en los minerales, puesto que los gastos de *tumbe*, *extracción*, *transportes*, *limpia*, *granceo* y *porfirización* están ya hechos, y sólo quedan los

del *beneficio, lavado, quema y fundicion*: estos dos últimos pueden evitarse, si se emplea la pella obtenida para empujar los arrastres.

De poco tiempo á esta parte se ha introducido una modificacion en el tratamiento metalúrgico del oro, que consiste en emplear juntamente con el mercurio una pequeña cantidad de *amalgama de sodio*. La introduccion de este ingrediente está fundada en algunas de las propiedades descubiertas en él por su inventor, las cuales facilitan la amalgamacion del oro. Daré una ligera idea de este ingrediente y sus propiedades aplicables al presente caso.

Hácia fines de 1864, el Dr. Wurtz en New-York, encontró que la dificultad que para amalgamarse experimentan ciertos metales, colocados en el extremo negativo de la escala electro-química, desaparece, agregando preliminarmente al mercurio uno de los metales colocados en el extremo opuesto (los metales alcalinos), los cuales le comunican la accion polar en tan alto grado, que obrando sobre los metales ya dichos, aun á cierta distancia, los atrae con mucha energía y los retiene fuertemente, sin dejarlos separarse de la triple amalgama que se forma. Por esta propiedad, la amalgama en que se observa, es llamada por su inventor "*amalgama magnética*." La de sodio es la que se emplea con el objeto indicado.

Además de esta fuerza de atraccion, ó como una consecuencia de esta fuerza, su adiccion al mercurio le hace sobreponerse á las circunstancias que se oponen á la amalgamacion, cuando este metal se emplea puro; entre estas causas figuran: la resistencia natural (cuya

causa es hasta hoy desconocida), que presentan las superficies del oro y de la plata cuando se encuentran en el estado nativo, sea cual fuere la magnitud de sus partículas; la existencia de una capa de grasa, como la producida en las labores por el humo de las lámparas de los mineros; la presencia en los minerales de compuestos de azufre, arsénico, antimonio, bismuto y telurio, que formando una capa sobre la superficie del oro, le impiden ponerse en contacto inmediato con el mercurio. Esta adiccion, además, preserva al mercurio del ataque que ejerce sobre él la presencia de ciertos cuerpos, tales como el sulfato de fierro, é impide la subdivision del mercurio, recogiendo la *lis* que se ha formado en las diversas operaciones del beneficio, y evitando la pérdida mecánica originada por esta subdivision.

Este compuesto tiene grande adherencia con los metales que no la tienen con el mercurio solo, tales como el fierro, el acero, la platina, el aluminio y el antimonio; aunque conviene hacer observar que esta adherencia, sin embargo de ser muy grande, no constituye una amalgama propiamente dicha, pues es fácil separar el mercurio mecánicamente.

En los fragmentos de fierro desprendidos de las almadanetas, confundidos con la granza y puestos, entre ésta, en los arrastres, se observa esta adherencia, pues su superficie se presenta cubierta de una capa de amalgama de sodio.

Tales son, entre las propiedades de este compuesto, las que tienen aplicacion en el beneficio del oro y de la plata.