

000126



APUNTES

SOBRE

AMALGAMACION

POR TONELES.

—POR—

LUIS DE LA TORRE

y

CARLOS L. DE LA PEÑA.



DURANGO.—1861.

Imprenta de Miguel Gomez.



91



669.23

APUNTES

000126

SOBRE

AMALGAMACION

POR TONELES.

—POR—

LUIS DE LA TORRE

Y

CARLOS LEON DE LA PEÑA.



DURANGO:—1861.

IMPRESA DE MIGUEL GOMEZ.

000122

ABUNTES

CIION

FOR TONNES

FOR TONNES

FOR TONNES

1881-1882

FOR TONNES



INTRODUCCION.



Comenzando á aplicarse en el Estado de Durango el beneficio de minerales argentíferos por toneles se está notando la falta de una obra adecuada á las circunstancias que contenga la esposicion de ese sistema y resuelva las dudas que ocurren en la práctica. Existen diversos tratados sobre amalgamacion por toneles, incluidos en las obras de Química, Metalurgia y aun Mineralogia; pero todos describiendo el procedimiento de Freiberg se contraen á la situacion particular en que se hallan los establecimientos metalúrgicos de Saxonia y son por lo mismo poco apropósito para servir de guía á los mineros de la República.

El Sr. Uslar intentó llenar ese vacio con su *Ensayo sobre amalgamacion por toneles*, y esta obra la única tal vez que existe aplicable á las circunstan-

cías del país, no dejaría nada que desear si en ella como en los demas tratados sobre amalgamacion no se diera por supuesto el conocimiento de la nomenclatura y reacciones químicas y no se hiciese una abstraccion tan absoluta de las prácticas de Freiberg. El uso esclusivo del tecnicismo científico, priva de su lectura á la mayor parte de los mineros que carecen de la instruccion necesaria para comprenderla y aplicarla. La omision de toda referencia al procedimiento seguido en Saxonia origina dudas y confusion respecto de la importante teoría del reverbero, porque buscando el autor en esta operacion la formacion esclusiva del cloruro de plata por medio de la descomposicion prévia de los sulfatos, los lectores poco versados en la Química no comprenden que de la misma operacion del reverbero, puedan salir en estado de cloruros los otros metales que acompañan á la plata, como se supone en las descripciones del procedimiento de Freiberg y esa aparente contradiccion los confunde y aun hace dudar de la teoría del beneficio.

Esas mismas obras están poco extendidas, son raras las personas que las tienen y poquísimas las que las leen. Entretanto los mineros intentando imitar la práctica de Sombrete establecen los toneles sin otra regla que las relaciones mas ó menos exactas que les llegan del procedimiento seguido en aquel lugar. Casi todos confunden este beneficio con el de patio, y buscan analogías que los inducen á cometer errores gravísimos. Es muy frecuente verlos mezclar el metal en el tonel con deutosulfato de co-

bre, omitir la reverberacion, considerar el fierro que se mezcla al mineral en el tonel, como un agente de percusion para pulverizar el metal &c. De aquí las pérdidas, decepciones y desaliento consiguientes, todo con perjuicio del desarrollo de una industria tan importante para el Estado.

Convencidos de la urgente necesidad de la obra que se echa de menos, no dudamos verla aparecer tan luego como las notabilidades científicas del país observen la utilidad de un trabajo de ese género y se apresuren á satisfacer tal exigencia. Mientras que esto sucede, creemos podrán servir de algo en la práctica los presentes apuntes, que nos proponiamos remitir manuscritos á algunas personas de los Partidos foràneos que han pedido una descripcion del beneficio, con motivo de los ensayos en toneles á imitacion de Sombrerete hechos en la casa de moneda de Durango. Los damos á luz sin pretension alguna científica ni otra mira que la de ayudar á los mineros de pocos recursos y escasa instruccion en sus investigaciones sobre el sistema de beneficio que intentan plantear.

Para lograr el objeto que nos hemos propuesto dividimos nuestro trabajo en tres partes. Damos en la primera una idea general de la amalgamacion con el fin de establecer é inculcar la teoría del beneficio. Esponemos en la segunda los procedimientos mas generalmente adoptados, y comparamos en la tercera las diversas prácticas para hacer resaltar las diferencias y su influencia en los resultados.

Deseando poner al alcance de toda clase de personas la parte teórica del sistema, hacemos uso de explicaciones que parecerán estrañas, si no se tiene presente que nos dirigimos esclusivamente á los prácticos de limitados conocimientos.



Convenidos de la urgente necesidad de la obra que se obra de ahora, no dudamos en la aparición tan luego como las notabilidades científicas del país obtuvieren la utilidad de un trabajo de esta índole y se apresuraron á satisfacer tal exigencia. Mientras que esto sucede, nosotros podemos servir de algo en la práctica los presentamos á las personas de los Partidos formados para una descripción del beneficio de la industria en los casos de modo de indicar la utilidad de la industria sin pretensión de alguna ciencia. Los datos de los menores de los sistemas de beneficio en sus investigaciones que intentan plantear.

Para lograr el objeto que nos hemos propuesto dividimos nuestro trabajo en tres partes. Damos en la primera una idea general de la amalgamación con el fin de establecer é indicar la teoría del beneficio. Exponemos en la segunda los procedimientos mas generalmente adoptados y comparamos en la tercera las diversas prácticas para hacer resaltar las diferencias y su influencia en los resultados.



CAPITULO I.

DE LA AMALGAMACION EN GENERAL.

El azogue es un cuerpo metálico que tiene entre otras propiedades la de unirse á ciertos metales como oro, plata, cobre, plomo y otros, formando con ellos un todo compacto sin intervencion de agente alguno y por el solo contacto. Si se pone algun azogue sobre un objeto de oro, plata ó cobre, una moneda por ejemplo, se vé que que una parte del azogue se adhiere en el acto á la superficie del metal sólido, tan íntimamente que no bastan los medios mecánicos para lograr su separacion. Un poco de polvo fino de cualquiera de los metales citados, agitado en una botella con una cantidad de azogue que exceda de siete veces el peso del polvo, produce bien esprimido el azogue en un lienzo tupido, un cuerpo compacto y tal que ni se nota en él la fluidéz del azogue ni se descubre el polvo del metal. Para formar este compuesto, que se llama pella ó amalgama, se necesita una cantidad de azogue determinada y proporcional al peso del metal sólido segun su clase: una cantidad menor no producirá la amalgama de todo el polvo metálico; una cantidad excesiva dejará la pella líquida. Consiguientemente para recoger con facilidad un polvo metálico por medio del azogue, habrá necesidad de poner aquel en contacto con una cantidad de este, mayor que la necesaria para formar la pella. Si con una misma cantidad de polvo de diversos

metales, oro, plata, cobre, plomo, formamos en una botella la amalgama, así como también de todos los metales reunidos en proporción, observamos que las amalgamas ofrecen algunas diferencias en su aspecto; como diverso volúmen en el mismo peso, mayor ó menor crujido al tacto de la mano, v. g. la de la plata respecto de la del cobre, mas ó menos lustre &c.: circunstancias que en muchos casos aun pueden dar á conocer la clase del metal componente. Por último si se somete la pella metálica á la acción del fuego se descompone; el azogue se volatiliza y el metal que lo acompañaba queda en un estado de agregación ó adhesión que no tenía antes.

El azogue no se amalgama con todos los cuerpos: hay muchos con los que no tiene esa propiedad. Si en una botella mezclamos, por ejemplo, polvo de arena pura con azogue y agitamos el contenido no se formará amalgama; pero si agregamos polvo de oro con una poca de agua que facilite el contacto, agitando de nuevo se formará la pella de oro con exclusión absoluta de la arena. Lo mismo sucederá con otras muchas sustancias y esta doble propiedad que tiene el mercurio de amalgamarse con unos cuerpos y no hacerlo con otros es cabalmente la que le dá su importancia y utilidad, pues si se uniera á todos indistintamente no serviría para recoger el polvo de algunos cuando se hallan mezclados con otros.

Las propiedades del azogue ó mercurio son muy conocidas y se aplican á cada paso en diversas industrias. De ellas se aprovechan los mineros para extraer el oro de la piedra en que se encuentra. Hallándose en el mineral el oro puro en pequeñas partículas, basta moler la piedra, echarla pulverizada con agua y azogue en una tahona, donde el movimiento y percusión de las manos de la tahona ponen en contacto el azogue con el oro, y se forma la amalgama que se lava, exprime y quema reuniéndose como producto final el metal que se busca.

Si todos los metales amalgamables y entre ellos la pla-

ta, se encontrasen en la piedra ó mineral en el mismo estado y bajo las mismas condiciones que el oro, su extraccion seria tan sencilla como la de este. Pero la plata rara vez se encuentra en la piedra en ese estado, sino que se halla combinada con otros cuerpos de que no se puede separar por el simple contacto del azogue.

Tomemos un poco de azufre y de polvo de plata, mezclémoslos y sometamos la masa á la accion del calor; al cabo de algun tiempo obtendremos un cuerpo compuesto que no tendrá ni el color amarillo del azufre ni el blanco de la plata, que ni se fundirá con la facilidad que el primero aunque con mas que la segunda; será una masa negruzca llamada sulfuro de plata. Si mezclamos este compuesto con azogue y lo agitamos en una botella, vemos que permanece indiferente á la presencia del azogue, con quien no se amalgama el polvo de plata que se halla en la combinacion. Igual resultado obtendremos con todas las piedras ó minerales argentíferos en que la plata no se encuentre en el estado de division y aislamiento en que se halla el oro en su mineral respectivo. De suerte que será imposible extraer la plata de la piedra que la contenga, del modo sencillo y económico con que se practica la extraccion del oro. Sin embargo, podemos obtener la extraccion aislando la plata de las combinaciones en que se halle, para que quedando pura y en contacto con el azogue se forme la pella.

Tomemos un poco de la combinacion de azufre y plata de que acabamos de hablar y despues de mezclarla con una décima parte de su peso de sal de comer ó de cocina, espongamos esta mezcla á la accion del fuego por espacio de dos horas en un horno de reverbero. Pasado este tiempo saquemos del fuego la mezcla y entonces encontraremos que el compuesto que ha resultado tiene un aspecto diverso de los componentes; haciendo una tentativa de este polvo veremos que no dá asiento de plata pura: sin embargo si echamos este polvo en una botella

con una poca de agua, suficiente para que la masa no quede ni muy líquida ni muy espesa, y agregando una cantidad de azogue igual á la mitad del peso del mineral agitamos la botella por algun tiempo habremos formado la pella, que lavada y quemada por el procedimiento comun de las haciendas de beneficio dará la plata que entró en la combinacion primitiva, faltando una cantidad de azogue independientemente del que pueda perderse al quemar la amalgama.

Reflexionando sobre este procedimiento inferimos que la plata cambió de estado, puesto que antes no se amalgamaba en la botella y ahora lo ha hecho; esto sin embargo no ha sucedido porque la plata quedara en el reverbero sola y enteramente aislada, pues en la tentadura no dió asiento alguno: como ademas si omitiendo el reverbero y agitando la mezcla de sal, sulfuro de plata, agua y azogue no podemos conseguir formar la pella, nos convencemos de que la trasformacion del estado de la plata se ha verificado en el reverbero. En rigor sin otros antecedentes que los espuestos no podremos darnos razon de la formacion actual de la pella ni de la pérdida del azogue, pero los químicos la esplican así: dicen que siendo la sal marina un compuesto de dos cuerpos cloro y sódio, hay en el reverbero y en presencia del sulfuro de plata una doble descomposicion: el cloro de la sal abandona al sódio y se une á la plata, la cual se separa del azufre y este combinado con el oxígeno del aire se une al sódio que tambien se ha combinado con oxígeno. Sale pues la plata del reverbero combinada con el cloro y no con el azufre como entró, por eso en la tentadura no se observa ni el asiento negro del sulfuro ni el de la plata pura. En la botella, donde parte de la sal que trae el mineral se disuelve en la agua y en esta agua salada se disuelve á su vez el cloruro de plata, el azogue que tiene mas afinidad por el cloro quita este á la plata, la cual quedan-

do en libertad se une á otra cantidad de azogue formando la pella. El azogue que se combinó con el cloro queda disuelto en la agua, constituyendo la cantidad que falta.

Otra esperiencia análoga comprueba aquella explicacion. Tomemos un poco del polvo que salió del reverbero, echémoslo como antes con agua en una botella y juntamente algunos pedazos pequeños de fierro, agitémos el contenido por media hora, agreguémos en seguida el azogue en la misma cantidad que antes, sacudamos de nuevo la botella por el tiempo necesario y se formará la pella: lavando y esprimiendo el azogue y quemando la pella obtendremos la plata sin pérdida de mercurio. Este resultado se explica diciendo que el fierro que tiene mas afinidad por el cloro que la plata y el azogue, se combinó con aquel cuerpo dejando en libertad la plata que se amalgamó en seguida. Como ahora no se combinó el cloro con el azogue la cantidad que salió de este último es igual á la que se echó en la botella, sin mas diferencia que la pérdida pequeña que hubiere al quemar la pella.

Permitasenos aunque sea una repetición esponer la teoría química de los experimentos en estos términos, para poner á la vista, por decirlo así, lo que pasa en ambos.

Primera esperiencia.

Entraron al reverbero los dos cuerpos compuestos:

| | | |
|--------------------------------|---|--------|
| Sulfuro de plata, esto es..... | } | Azufre |
| | | con |
| Sal marina, esto es..... | } | Plata. |
| | | con |
| | } | Cloro |
| | | Sodio |

Durante el reverbero se formaron estos otros dos compuestos de los mismos elementos diversamente combinados:

| | | |
|--|---|--------|
| Cloruro de plata, esto es..... | } | Cloro |
| | | con |
| Un cuerpo compuesto en que hay [1] ... | } | Plata. |
| | | Azufre |
| | | y |
| | | Sodio. |

[1] Para facilitar la inteligencia del cambio que se efectúa

En la botella se mezclaron con mercurio los cuerpos que salieron del reverbero, es decir

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>Cloruro de plata, } esto es } Un cuerpo compues- } to en que hay } Mercurio.</p> | <p>{ Cloro con Plata. { Azufre y Sodio.</p> | <p>Concluida la amalgamacion resultó: Mercurio con plata Cloro con mercurio Azufre con sodio</p> | <p>} Estos dos compues- tos quedan en disolu- cion en la agua.</p> |
|---|--|---|---|

Segunda esperiencia.

Lo que pasa en el reverbero es exactamente lo mismo que en la anterior pues hemos tomado para ambas del mismo polvo.

En la botella se mezclaron los cuerpos que salieron del reverbero con fierro y mercurio, es decir

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>Cloruro de plata.. } El cuerpo compues- } to en que hay..... } Fierro. Mercurio.</p> | <p>{ Cloro Plata { Azufre y Sodio.</p> | <p>Concluida la amalgamacion resultaron: Mercurio con plata. Cloro con fierro Azufre con sodio</p> | <p>} Estos dos compues- tos quedan en disolu- cion en la agua.</p> |
|---|--|---|---|

Fundados en estos experimentos apliquemos este procedimiento de igual manera á la piedra ó mineral que contenga plata. Supongamos que en este haya azufre con plata, unida á azufre con cobre, fierro y algun plomo, todo diseminado en la matriz ó *guija* que supondremos ser de la materia de que es la arena. Pulverizando

tua en la reverberacion omitimos explicar la formacion del sulfato de sosa que es el nombre del compuesto que resulta.

el mineral, reverberando como antes con sal y haciendo en la botella las dos esperiencias anteriores, esto es, echando en la primera azogue sin fierro y en la segunda fierro primero y despues el azogue, obtendrémos en ambos casos pella de plata; pero con esta diferencia que en el primero la plata saldrá del quemadero pura ó casi pura, mientras que en el segundo resultará una liga de plata, cobre y plomo; además en el primero habrá falta de azogue y en el segundo casi ninguna. Para esplicar este resultado tendremos en cuenta como antes la mayor ó menor propension que tienen unas sustancias para unirse con otras.

En el reverbero habia:

- | | | |
|-----------------|---|-----------------------------------|
| Azufre con..... | } | Plata Cobre Plomo Fierro |
| Sal marina..... | } | Cloro Sodio |

Durante el reverbero se formaron nuevos cuerpos, compuestos de los mismos elementos combinados de diversa manera, esto es

- | | | |
|----------------|---|-----------------------------------|
| Cloro con..... | } | Plata Cobre Plomo Fierro |
|----------------|---|-----------------------------------|

Un cuerpo compuesto en que hay.....

| | |
|---|-----------------|
| { | Azufre Sodio |
|---|-----------------|

Pasémos ahora á esplicar lo que se verifica en la botella. En el primer caso: teniendo el azogue mas afinidad ó propension á unirse con el cloro que la plata y menos que el cobre, plomo y fierro, una parte de dicho azogue quita el cloro á la plata y no á los otros metales: la plata puesta en libertad se une á la otra parte del azogue y la de este que se unió al cloro queda disuelta en la agua así como las combinaciones del cloro con el cobré, plomo y fierro. De manera que:

En la botella se mezclaron con azogue los cuerpos que salieron del reverbero, es decir:

| | | |
|--------------------------------------|---|--------|
| Cloro con..... | } | Plata |
| | | Cobre |
| | | Plomo |
| | | Fierro |
| Un cuerpo compuesto en que hay | } | Azufre |
| | | Sodio |
| Azogue ó Mercurio | | |

Concluida la amalgamacion resultaron:

| | | |
|------------------------------|---|----------|
| Cloro con..... | } | Mercurio |
| | | Cobre |
| | | Plomo |
| | | Fierro |
| Pella de plata.. | } | Mercurio |
| | | Plata |
| La sustancia en que hay..... | } | Azufre |
| | | Sodio |

En la segunda esperiencia en que se echó primero el fierro y despues el azogue, sucedió que el fierro que tiene mayor afinidad con el cloro, que el cobre, plomo, la plata y el azogue, quitó el cloro á los tres primeros metales dejándolos en libertad; el azogue se amalgamó en seguida con ellos y por eso no faltó azogue, sino el que por muy dividido no se pudo recoger al lavar la pella y esta dió por resultado una liga. Haremos perceptibles las combinaciones de estos cuerpos comparándolos antes y despues de la operacion.

En la botella se mezclaron:

| | | |
|--------------------------------------|---|--------|
| Cloro con..... | } | Plata |
| | | Cobre |
| | | Plomo |
| | | Fierro |
| Un cuerpo compuesto en que hay | } | Azufre |
| | | Sodio |
| Fierro | | |
| Mercurio. | | |

Al concluir salieron:

| | | |
|------------------------------|---|--------|
| Cloro con fierro. | | |
| La sustancia en que hay..... | } | Azufre |
| | | Sodio |
| Mercurio con..... | } | Plata |
| | | Cobre |
| | | Plomo |

Si sucesivamente aplicamos el mismo procedimiento á otros minerales que contengan plata en diversas combinaciones

nes obtendremos igual resultado y en consecuencia inferiremos la posibilidad de extraer la plata del mineral, pulverizando este, poniéndolo en contacto con sal marina en un horno de reverbero, sometiéndolo en seguida á un sacudimiento ó agitacion continua por cierto tiempo en presencia de una cantidad de fierro y por último con azogue ó con este y sin el fierro.

En todos estos experimentos hemos supuesto que obramos sobre cantidades pequeñas de mineral: si ahora imaginamos un trabajo en grande, que el metal se pulveriza por medio de máquinas á propósito, que se reverbera en hornos que tengan las condiciones necesarias para obtener con economía los resultados, y por último, que la amalgamacion se verifica no en botellas sino en barriles ó toneles movidos convenientemente, tendremos una idea del sistema de amalgamacion por toneles ó alemana. Esponer los medios de ejecucion adoptados hasta hoy es el objeto que nos hemos propuesto: para lograrlo creemos conveniente referir como se ejecuta la amalgamacion en Saxonia, el sistema propuesto por el Dr. Uslar y el procedimiento que se sigue en Sombrerete y en Durango.

CAPITULO II.

DESCRIPCION DE LOS DIVERSOS SISTEMAS.

§ I. AMALGAMACION ALEMANA.

El beneficio de toneles atribuido á Deborn fué desde su origen aplicado en Alemania con el fin de estraer la plata de los minerales de Freiberg que no costaban por el beneficio de fuego, conteniendo menos de doce onzas por car-

ga. Consiste en formar en hornos de reverbero con sal marina el cloruro de plata, descomponer en seguida el cloruro por medio del fierro en toneles semejantes á los en que se elabora la pólvora para lograr así la amalgamacion por medio del mercurio.

Se comienza por escoger el mineral que se destina al beneficio. Se desecha el que contenga mas de un siete por ciento de plomo así como el muy cobrizo; el primero para aprovechar el plomo en el beneficio de fuego y evitar la impureza que produce en la pella y el segundo con el fin de estraer tambien por el fuego el cobre. Las demas clases que en general contienen diversos sulfuros, se mezclan en la proporcion conveniente para conseguir que en la mezcla haya un veinte por ciento de azufre, á cuyo fin agregan si es necesario piritas de fierro, esto es mineral que contenga la sustancia llamada por los mineros de la república *bronce* y que no es otra cosa que una combinacion de azufre y fierro.

Hecha la composicion del mineral se pulveriza en morteros semejantes á los de nuestras haciendas de beneficio de patio pasándolo por criba ó tamiz para que el polvo quede igual. Se procede en seguida á mezclarlo con un diez por ciento de sal reducida previamente á polvo sutil: la operacion se practica en unas cajas en que se estienden capas alternadas de polvo de mineral y de sal, se mezclan bien las dos sustancias y se divide el conjunto en porciones de tres á cuatro quintales.

Despues se reverbera del modo siguiente. En un horno de reverbero en cuya mesa ó laboratorio hay tres divisiones, una inmediata al hogar, otra en la parte opuesta y otra central entre ambas, se proyecta el mineral en la parte opuesta al hogar por una abertura practicada al efecto en el horno. Este ademas del laboratorio así dividido tiene encima una cámara de sublimacion donde se recogen las sustancias que se volati-

lizan durante el reverbero y entre ellas el arsénico. El metal permanece en esa parte del horno, que suponemos caliente, por espacio de media hora sufriendo una calcinacion previa con poco calor.

Pasado este periodo se traslada con un rastrillo á la parte central del laboratorio donde se somete al principio á la accion de un fuego moderado, estendiéndolo y moviéndolo sin cesar con un rastrillo para dividir todas las pequeñas masas que se forman desde luego. Se aumenta poco á poco el fuego; entonces la sal comienza á decrepitar con fuerza y en seguida el azufre á arder mostrando una llama azul; el calor se aumenta y la masa metálica se pone incandescente. Llegado á este punto, lo que comunmente acontece despues de una ó dos horas, se suspende el fuego y el metal sigue ardiendo por si mismo por algun tiempo hasta que al fin comienza á declinar la combustion. Cuando casi ha terminado se atiza de nuevo el fuego y se hace subir la temperatura cuanto se puede, mateniendo en el hogar la combustion en toda su fuerza. En este periodo que regularmente dura tres cuartos de hora y que sucede al anterior que fué de tres horas, se descompone la sal. El color verde del cloro aparece en toda su intensidad y el olor característico de ese cuerpo se deja percibir. El reverberador procede á sacar de tiempo en tiempo un poco del mineral en una cuchara de fierro y cuando ya no percibe el olor del azufre y únicamente el del cloro dá por terminada la operacion sacando en el acto el mineral reverberado del horno.

El polvo procedente de la reverberacion se pasa por una criba: los grumos que no pasan por ella se reverberan de nuevo con un dos por ciento de sal y el resto se reduce á un polvo finísimo en molinos semejantes á los que sirven para extraer la harina del trigo.

En este estado pasa el mineral á los toneles destinados á la amalgamacion. Los toneles están dispuestos de manera

que una rueda hidráulica mueve veinte á la vez, comunicándoles una velocidad de 15 á 20 vueltas por minuto. La boca de cada tonel tiene un tapon con una abertura de corto diámetro, la cual tambien se cubre con un tapon pequeño. Ambos taponos se aseguran por medio de un tornillo adaptado á un arco de fierro asegurado sólidamente.

Se echan en cada tonel doce arrobas de agua, cuarenta arrobas de polvo de metal y dos arrobas diez libras de fierro forjado de la figura y tamaño de las fichas del juego de damas. Se tapan los toneles y se les hace girar por espacio de una hora. Pasado este tiempo se echan en cada tonel veinte arrobas de azogue, esto es un cincuenta por ciento del peso del metal: se tapan y se ponen en movimiento. Cada cuatro horas se observa el estado de la materia. Comunmente á las diez y seis horas se dá por terminada la operacion, pero antes se hace un ensaye que consiste en tomar de diversas partes de un mismo tonel alguna lama, lavarla y esprimir el azogue que resulta para comparar la cantidad de este con la pella, é inferir por la plata que esta contenga si toda la que hay en el tonel corresponde á la que se espera ó contiene el mineral.

Concluida la amalgamacion se procede á vaciar. Colocado el tonel de la manera conveniente se pone debajo de su boca un embudo de madera con la estrechidad inferior tapada: por medio de la llave ó tornillo que tiene en el centro el tapon del tonel se dá salida á la pella y al azogue que caen en el embudo: cuando ya no sale azogue se vacía el embudo en una tina dispuesta al efecto. Se quita entonces el tapon del tonel para dar salida á la lama que por medio de unos tubos se reune en un recipiente comun á varios toneles: Esta lama pasa á unas tinas ó lavaderos en donde sometida á la accion de un agitador se recogen los residuos de azogue que habia arrastrado la misma lama.

El azogue se esprime y la pella se somete á la destilacion en aparatos muy semejantes á los quemaderos ó capellinas de nuestras haciendas de beneficio. La pella ó amalgama contiene la séptima ó á lo sumo la sesta parte de plata.

Esta última no es pura, pues tiene de ley poco más de ocho dineros. En diversos análisis que se han hecho de ella ha dado en cien partes:

| | |
|--------------------|--------|
| Plata. | 69. 00 |
| Cobre. | 28. 20 |
| Plomo. | 0. 73 |
| Nickel. | 0. 34 |
| Arsénico. | 0. 40 |
| Antimonio. | 0. 30 |
| Mercurio. | 0. 20 |

Esta plata se afina en hornos semejantes á los vasos de afinacion usados en la república, pero en los cuales la cendrada está colocada en una caldera de fierro semiesférica y se practica la oxidacion de los metales estraños por la sola accion del soplo sin intervencion ó ayuda del plomo. Sale entonces la plata con ley de nueve dineros en cuyo estado se entrega á la circulacion.

Al beneficiarse los metales en Freiberg se aprovecha no solo la plata sino tambien el arsénico que contienen los minerales (el cual como hemos dicho se recoge durante la reverberacion en cámaras de sublimacion) asi como tambien el sulfato de sosa que se estraie evaporando las aguas que salen de los toneles en las cuales estaba en disolucion.

Segun Mr. Villefosse en el establecimiento de Halsbrücke cerca de Freiberg, se beneficiaban al año por este procedimiento 62.000 quintales de metal que producian 29.000 marcos de plata, con una pérdida de azogue de 26 quintales ó sea el 20 por ciento de la plata estraída.

Reasumiendo el procedimiento de Freiberg tenemos que consiste en las operaciones siguientes.

Escoger y combinar los diversos metales para que con una ley constante de plata haya en la mezcla un 20 por ciento de azufre.

Quebrarlos hasta reducirlos á polvo y pasar este por criba ó tamiz antes de la reverberacion.

Mezclar el polvo metálico con un diez por ciento de sal marina pulverizada.

Reverberar la mezcla en cuatro periodos, á saber: 1º esponiendo el metal á la accion del calor del horno en un lugar poco caliente: 2º colocando el mineral en el centro de la mesa ó laboratorio y aumentando el fuego poco á poco hasta que comience á quemarse el azufre y aparezca marcada la llama azul que produce la combustion de este: 3º dejando de atizar el fuego para que el azufre del mineral arda por si solo, decline y termine la combustion y 4º atizando de nuevo para que se descompongan la sal y los sulfatos formados y termine la operacion.

Pasar nuevamente por criba ó tamiz el polvo metálico para reverberar los grumos que resulten.

Reducir todavia mas el polvo en molinos semejantes á los de la harina.

Someter por una hora el mineral reverberado al movimiento de los toneles con un 33 por ciento de agua y un 6 por ciento de láminas de fierro forjado.

Mezclar un cincuenta por ciento de azogue y mover nuevamente los toneles con la velocidad de 15 á 20 vueltas por minuto y por espacio de 16 horas.

Vaciar entonces para recoger el azogue y lavar las lamas.

Esprimir el azogue, destilar la pella y afinar la plata.

Mas adelante tendremos ocasion de hacer notar el objeto y resultados de estas diversas operaciones, comparándolos con los que se obtienen en Sombrerete y en Durango.

§ II. PROCEDIMIENTO DEL DR. USLAR.

En el año de 1853 publicó en México el Dr. D. German Uslar un cuaderno titulado „Ensayo sobre la amalgamacion en toneles comparada con la de patio.” Este escrito es el primero en que se haya procurado aplicar la amalgamacion en toneles á los minerales argentíferos de la república, teniendo en cuenta las circunstancias del pais y la comparacion que necesariamente debe hacerse por los mineros con el beneficio de patio á que están acostumbrados.

Comienza el autor por hacer una clasificacion de los metales propios para los diversos beneficios de fuego y amalgamacion; esplica despues la teoría del beneficio de patio, refiriendo algunos esperimentos que prueban no ser satisfactoria la que se da comunmente; compara respecto de gastos y circunstancias locales los dos sistemas de patio y toneles y por último espone el procedimiento de toneles segun lo ha practicado. No seguiremos al autor en su esplicacion sobre teoría del beneficio de patio por ser estraña á nuestro plan y extractaremos su procedimiento respecto de toneles.

El autor escluye de este último sistema los metales plomosos que se acostumbra á beneficiar por el fuego y los de mucho cobre con poca plata. El resto de los minerales argentíferos lo divide en tres grupos. 1º Minerales que contienen únicamente plata verde ó córnea. 2º Minerales que tengan sulfuro de plata ó combinacion de azufre con plata (plata azul), los que contengan rosicler (petlanque) ó combinacion de plata con azufre y arsénico; y los que contengan blenda, esto es sulfuro de zinc (ojo de víbora, estoraque ó miche) con sulfuro de plata. 3º Minerales en que la plata esté combinada con sulfuro de hierro y cobre (bronces,) y con otros me-

tales como plomo, zinc y antimonio: en este grupo comprende tambien la plata nativa así como la que se halla combinada con sulfuro de antimonio.

Para todas las clases de metal exige el método que la molienda sea la mas fina posible, supone que se verifique como para el beneficio de patio en morteros y tahonas; pero recomienda que se haga en seco para que el polvo pueda entrar así al horno y que no contenga grumos, sino que todo sea polvo fino.

En la reverberacion los dos primeros grupos se someten al mismo tratamiento, con la diferencia de que á los minerales del primero se les agrega un tres y á los del segundo un cinco por ciento de sal. Para verificar la operacion se mezcla la sal con el metal y se echa la mezcla al horno. Se eleva el calor hasta que el horno tiene un color rojo oscuro; supondremos que este es el primer periodo de la reverberacion. En esta temperatura se comienza á percibir el desarrollo del cloro, lo que se conoce por el olor y por el color verde de los vapores que se desprenden del metal. En ambos periodos es preciso mover continuamente el metal con un rastrillo. Se dá por concluida la operacion cuando ya no sale cloro libre, lo que se conoce por medio de una tentadura que se hace con el metal aun ardiente y agua que debe elevarse con el calor del metal hasta la temperatura de hervir: en esta tentadura si la operacion está concluida no debe haber asiento alguno de plata. En los metales del primer grupo y en los del segundo con exclusion de los de la última clase, que son los que tienen blenda (ojo de víbora), la reverberacion dura de dos y media á tres horas y en los que contienen blenda de cuatro á cinco horas.

En los metales del tercer grupo la reverberacion se verifica en cuatro periodos. Se echa el metal sin sal y se hace subir la temperatura hasta que el metal se ponga incandescente, terminando entonces el primer periodo.

Se deja despues de atizar el fuego para que el metal arda por si mismo, hasta que la combustion de éste concluya y con ella el segundo periodo. El tercero consiste en atizar de nuevo y mantener la temperatura tan alta como sea posible hasta que desaparezca el ácido sulfúrico que se habia formado y combinado con otras sustancias en el segundo periodo. En esa misma temperatura y al fin del tercer periodo se echa la sal en la proporcion de un cinco por ciento y la presencia de esta constituye el cuarto periodo que termina lo mismo que la reverberacion de los dos primeros grupos. El autor divide la operacion del reverbero en tres periodos, comprendiendo en el primero á los que nosotros hemos llamado primero y segundo. Al fin de este periodo una tentadura debe dar un hermoso asiento de plata azul y mezclando agua en un vaso con un poco de metal la agua ha de tomar un color verdioso: al fin del tercer periodo la tentadura debe dar todavia asiento de plata azul sin otro indicio de metal y la agua en el vaso no debe quedar verdiosa. Por último, para distinguir el fin de este periodo lo cual es muy importante, aconseja el Dr. Spangenberg en una de sus notas á la obra del Sr. Usler que se haga el experimento siguiente. Se echa en una cazuela ó vasija de barro un poco de metal caliente con poca agua de manera que no quede líquida la masa, se añade un poco de azogue y se revuelve todo con una espátula ú otro objeto de fierro: si despues de haber movido bien la masa con el fierro, conserva el azogue su color natural la operación está concluida y puede echarse la sal; pero si sobre la superficie del azogue aparece una tela gris ó amarillenta el periodo no ha concluido y es preciso prolongar la reverberacion. Es necesario tener presente siempre que mientras el mineral esté en el reverbero se ha de agitar constantemente con el rastrillo desbaratando así las bolas ó grumos que se formen.

El autor en este procedimiento se propone obtener un

resultado diferente del que se ha esplicado en la reverberacion de los metales de Freiberg. Supone que al fin del segundo periodo los metales se han convertido en sulfatos, que en el tercero los metales que acompañan á la plata quedan en estado de óxidos y que en consecuencia en el cuarto periodo no se combinan con el cloro: resultando de esto que del reverbero solo ha de salir cloruro de plata y que por lo mismo, no siendo amalgamables los óxidos, únicamente la plata se unirá al azogue durante la amalgamacion, saliendo por tanto casi pura la plata despues de quemada la pella. Como en los minerales de los dos primeros grupos no acompaña á la plata otro metal que el zinc en la última clase del segundo y este se volatiliza en el reverbero, tambien en esos dos grupos solo debe salir cloruro de plata. En general el Dr. Uslar supone que del reverbero únicamente la plata ha de salir combinada con el cloro y por consiguiente ha de resultar pura al fin de la operacion.

Reverberado el metal se procede á la amalgamacion en estos términos. Despues de haber introducido en cada tonel un quintal de fierro en pedazos de tres á cinco libras de peso cada uno, se cargan de diez á doce quintales de metal y de dos á tres de agua. Es preferible echar desde luego menos agua que mas, para formar con facilidad una masa que no esté ni muy líquida ni muy espesa, y cuya graduacion se conoce introduciendo por la boca del tonel una vara de madera que debe penetrar hasta el fondo sin mucha resistencia y que ha de quedarse en pié si la masa tiene la consistencia conveniente. El metal con el fierro y la agua se somete á la accion de los toneles por espacio de dos horas para descomponer el cloruro de plata. Pasado este tiempo se agrega un quintal de azogue si los metales son pobres y tres ó cuatro si son ricos: echado el azogue deben moverse los toneles de ocho á diez horas si los metales son pobres y de diez y ocho á veinte si son ricos. En estos

dos periodos de la amalgamacion se supone que los toneles se mueven con una velocidad de 16 á 18 vueltas por minuto. Concluida la amalgamacion se llenan los toneles de agua y se hacen girar de nuevo por espacio de una hora con la velocidad de 24 á 26 vueltas por minuto.

Se procede en seguida á descargar. Se supone como en los toneles alemanes que hay dos conductos para la salida del contenido: uno pequeño para la del azogue y otro grande para la de la lama. Puesta la boca del primer conducto en la parte inferior, por medio de su llave se dá salida al azogue: cuando ha cesado de salir este se tapa el conducto y despues de haber hecho dar al tonel unas cuantas vueltas lentas se destapa de nuevo el mismo conducto y se repite la operacion hasta que ya no sale azogue. Entonces se hace dar al tonel unas doce vueltas violentas, se coloca hácia abajo la boca del segundo conducto, se abre en seguida para dar salida á los jales que se reciben en una tina; á fin de facilitar esta operacion es muy conveniente abrir tambien el conducto pequeño que ocupa en ese momento la parte superior del tonel, dando así entrada al aire. Por último se echa por dos veces una poca de agua, se mueve el tonel y se vacia de nuevo.

Á continuacion se lava y se esprime el azogue. El autor recomienda que despues de haber tenido la pella que resulte, espuesta en polvo por algunos dias á la accion del aire libre, se le agregue un poco de azogue y se lave repetidas veces para quitar las orruras, con lo cual se logra que la pella quede mas pura.

Por último se quema esta en quemaderos ó capellinas comunes, sin mas diferencia respecto de lo que se hace con la pella procedente del patio, que la de llevar el fuego con mas lentitud y precaucion al principio cuando la pella obtenida es impura.

Por este extracto se notará que el procedimiento del

Sr. Uslar difiere del de Freiberg en la reverberacion, pues que cuando en este se sacan del reverbero clorurados los metales que acompañan á la plata, en aquel solo debe resultar cloruro de plata. Por consiguiente esta debe salir, despues de la amalgamacion, pura y no ligada con otros metales.

§ III. PROCEDIMIENTO DE SOMBRERETE.

Es tanta la semejanza que se nota entre el sistema de amalgamacion del Dr. Uslar y la práctica adoptada hoy en el mineral de Sombrerete, que nos parece indudable se tomó por guía á dicho autor al plantear el sistema de toneles en el citado lugar. Sin embargo como allí se sigue una rutina que hoy se está generalizando por todas partes y como en la práctica del beneficio hay algunas diferencias bastante remarquables, á la vez que los resultados constantes obtenidos en Sombrerete sobre metales muy pobres, dan al tratamiento que allí se acostumbra la importancia consiguiente, creemos necesario designar con el nombre que encabeza este artículo al método que se observa en el beneficio por toneles en diversos lugares de los Estados de Zacatecas y Durango. Para darlo á conocer comenzaremos por hacer una descripcion de los aparatos.

HORNO DE REVERBERO.

El terreno que ocupa un horno comun de reverbero es un rectángulo de cinco varas de base y tres varas y cuarta de altura. En este espacio se levanta una mesa de adobe ó ladrillo de una vara y sesma de altura. La mesa está dividida en dos partes principales. La una situada en una estremidad y que supondremos hueca de arriba abajo es para el hogar ú hornilla y debe

tener de luz media vara de ancho medida en la base del rectángulo y dos varas y cuarta de largo en el sentido de la altura del mismo rectángulo. La otra parte de la mesa es para el laboratorio.

El hogar está dividido por unas parrillas de ladrillo, loza ó fierro que dejan en la parte superior el verdadero hogar y en la inferior el cenicero. La hornilla ú hogar tiene de altura una tercia de vara computada desde la superficie superior de las parrillas hasta la orilla de la mesa. La parte del hogar que está sobre la parrilla, lo mismo que la inferior ó cenicero deben tener puertas de fierro para manejar el aire y así aumentar ó disminuir la combustion segun se quiera.

El resto de la mesa que ocupa el laboratorio, esto es, el lugar destinado á recibir el metal, tiene en el centro del lado opuesto al hogar la boca del horno. El laboratorio está separado del hogar por una pared de adobe ó ladrillo refractario de una cuarta de altura, pared que se llama *barba*. De esta á la boca tiene de luz el laboratorio tres varas una sesma y dos varas y cuarta de ancho formando una figura elíptica, esto es, sin angulos ó rincones. El piso de la mesa ó laboratorio debe ser de piedra refractaria y si no hay esta de ladrillos puestos de canto.

El laboratorio y el hogar están cubiertos por una bóveda comun de adobe ó ladrillo refractario, que tiene en el centro de dos tercias á tres cuartas de altura y una tercia en las estremidades. La boca del horno lo mismo que la entrada ó puerta del hogar son de piedra ó ladrillo ambos refractarios.

Hacia el medio de la boca del horno en la prolongacion de la mesa hay una hendidura ó caño para la estraccion del metal, comunicando con una piedra inclinada que parte del piso formando paño con la pared exterior del horno y vá á juntarse con la pared interior del caño. En la misma boca del horno hay una barra de fierro

que descansa sobre tres pies derechos del mismo metal: esta barra llamada puente y sobre la que juega el rastrillo con que se mueve el metal, tiene una ochava de elevacion sobre el piso de la boca.

Sobre la boca del horno ó á un lado de ella se eleva la chimenea que tiene al romper tres cuartas de luz y disminuye hasta una tercia á una vara de altura, continuando de allí con aquella hasta su término, esto es, hasta que tenga cinco ó seis varas de elevacion.

En la bóveda en la parte correspondiente al centro del laboratorio se practica un agujero formado con un bote de azogue sin fondo, al cual se llama el *cebadero*, cubriéndose este con un tapon de barro ú otra materia.

En una de las paredes laterales del horno hay una escalera de adobe que sirve para subir á cargar en el horno el metal y la sal por el *cebadero*.

TONELES.

Un aparato de toneles consta de dos barriles sostenidos en los extremos de los ejes, que los atraviesan interiormente, por un bastidor horizontal adaptado á un árbol ó peon que ocupa el centro de una taza semejante á la de una tahona. Los dos toneles están colocados en lados opuestos del peon de manera que sus ejes se hallan en una misma linea recta. La taza tiene en su circunferencia un borde de madera y sobre este hay un anillo ó círculo de fierro en el cual descansan y giran los toneles por sus estremidades. Los toneles se mueven con mulas puestas en el extremo de un espeque que tiene el bastidor: moviéndose este y por consiguiente el peon, se mueven á su vez los toneles girando al mismo tiempo sobre sus ejes y al rededor de la taza.

El árbol ó peon gira debajo de una gualdra atravesada horizontalmente y sostenida en sus estremidades por pilares bastante sólidos. El peon termina en su par-

te inferior en un *guijo* adaptado á su *tejuelo* respectivo. La taza de los toneles tiene el piso parejo, terso é inclinado: en la parte baja de este se encuentra otra taza pequeña llamada *chuza* y en la pared inmediata á esta hay la boca de un caño que conduce á una pila recibidora en que se depositan los jales. Esta pila está contigua á otra mas honda y separada de ella por una pared que en su parte céntrica tiene una tabla vertical con agujeros colocados unos encima de otros con sus llaves de madera para decantar las aguas de la pila recibidora, dándoles salida para la inmediata.

En el lugar en que se ha de colocar una máquina de toneles se debe elevar el piso á la altura de una tercia ó media vara respecto del nivel del terreno contiguo. Se abre en seguida una escavacion circular de tres cuartas vara de profundidad y de tres varas diez y seis pulgadas de diámetro. En el fondo de esta escavacion y sobre su circunferencia se forma con loza un anillo ó faja de una tercia de ancho. Sobre este piso perfectamente nivelado se coloca un círculo de madera compuesto de duelas de una vara de altura y seis pulgadas de grueso, que se ponen contra las paredes de la escavacion. Esta queda entonces reducida á un diámetro de tres varas cuatro pulgadas medido á la altura de las duelas. Asegurado el círculo de madera con piedra y mezcla se procede á colocar, en el centro de la taza sobre un pequeño enlozado, un *cepo* de madera de una tercia vara de diámetro y una vara de altura, que sirve de sosten al tejuelo en que juega el *guijo* del peon. Establecido el *cepo* se enloza la taza para que así tenga esta un piso perfectamente terso, procurando al mismo tiempo que dicho piso quede con una inclinacion, de manera que en su parte baja diste de la superficie superior del círculo de madera formado por las duelas tres cuartas de vara y solo seis pulgadas en la parte alta, ó lo que es lo mismo con una inclinacion de veinte y una pulgadas. La

chuza que se halla en la parte baja de este piso está labrada en la cantera y tiene media vara de diámetro y seis pulgadas de profundidad. El círculo de madera ó borde de la taza tiene adaptada en la parte superior una faja circular de fierro, compuesta de tres ó cuatro pedazos afianzados de la manera conveniente. El tejuelo colocado en el cepo tambien está asegurado con un cincho de fierro.

El caño de desagüe de la taza es de figura cuadrangular formado con tablas y con una cuarta vara de luz se halla colocado en el suelo, ademado, cubierto y con un declive suficiente para facilitar el desagüe.

El peon ó árbol tiene tres varas de altura y en su parte superior está asegurado por un muñeco de fierro como en las tahonas comunes. La gualdra que lo sostiene es de diez varas en toda su estension.

Los toneles tienen vara y media de largo y cuarenta y cuatro pulgadas de diámetro, ambas dimensiones exteriormente. Están formados con duelas de cuatro pulgadas de espesor. Cada tonel está dividido interiormente en dos partes iguales por medio de un tabique de tablas de tres pulgadas de grueso y perpendicular al eje, quedando así dos departamentos enteramente separados y cada uno con su correspondiente boca circular de seis pulgadas de diámetro. Las duelas que forman los toneles están aseguradas por tres cinchos de fierro, de los cuales los de los extremos tienen tambien el objeto de adaptarse indistintamente uno ú otro de los dos de cada tonel al camino de fierro de la taza. Los ejes de los toneles son de encino, tienen siete pulgadas de grueso en el interior y tres fuera de las tapas; las estremidades están guarnecidas con cinchos de fierro y provistas de sus respectivos muñecos del mismo metal, que giran sobre los puentes del bastidor. Las bocas de los toneles tienen sus correspondientes tapones de madera y se aseguran con una cadena ó lazo que se afianza en dos ar-

gollas de fierro fijas á uno y otro lado de la boca. El bastidor está formado de viguetas y los lados paralelos á los ejes de los toneles distan de estos seis pulgadas.

El lamero está á corta distancia de la circunferencia de la taza de los toneles: sus dimensiones varían á discrecion.

Los demas aparatos relativos á la amalgamacion consisten en los morteros para quebrar el metal, criba para cernirlo, lavadero y quemadero, cuya descripcion omitimos por ser la de los que se acostumbra en el beneficio de patio.

Conocidos ya los aparatos espondremos ahora la práctica del beneficio.

PROCEDIMIENTO.

La molienda del metal en Sombrerete no es en lo general en tahonas: el mineral de los terreros de las minas que es el que allí se beneficia, se criba; la granza se pulveriza y se criba de nuevo produciendo el conjunto un polvo del espesor de lo que llaman los prácticos estado de arroz en el beneficio de patio.

En este estado se echa por el cebadero el metal al horno calentado de antemano y se le somete á un fuego bien sostenido por espacio de dos horas, moviendo y removiendo sin cesar con un rastrillo para lograr que todo el metal sufra con igualdad la accion del calor. Concluidas las dos horas, un peon ó ayudante del reverberador echa la sal por el cebadero en cantidad de un cinco por ciento; el reverberador procura en el acto entenderla y mezclarla bien con el metal, moviendo con actividad la masa que lleva y trae de la barba á la boca del horno. Pasada una hora se dá por terminada la operacion y se estrae el metal con el rastrillo por la hendidura ó caño que hay en la boca, de suerte que el

metal reverberado cae casi á los pies del reverberador. Se carga de nuevo y se repite la operacion echando al horno en cada vez de veinte y cuatro á treinta y seis arrobas de polvo metálico. El horno se alimenta con leña de mezquite, encino ú otra poco resinosa.

Se trasporta el mineral reverberado al lugar en que estan los toneles; allí se estiende y se deja enfriar hasta que sea manejable, porque si entrara á los toneles muy caliente produciría vapor de agua y este encerrado en el barril podrá originar una esplosion peligrosa.

El polvo mineral así preparado se echa á los toneles en la proporcion de 15 á 18 arrobas en cada cajon ó departamento y juntamente con él arroba y media ó dos arrobas de fierro en pedazos de figura cuadrangular ó en bolas de dos pulgadas de diámetro; á esto se agrega la cantidad de agua suficiente para que, despues de haber dado la máquina diez ó doce vueltas, el metal convertido en lama quede en un estado que no sea ni líquido ni excesivamente espeso. En esta disposicion se hacen girar los toneles al paso comun de las mulas por espacio de una hora. Se echa entonces el azogue en la proporcion de quince libras á una arroba en cada division. Se hacen girar de nuevo los toneles, cuyo contenido se observa cada dos ó tres horas por medio de una tentadura, para añadir agua si es necesaria á fin de conservar á la masa en el grado de que se ha hablado. Á las ocho horas se da por concluido este periodo; entonces se llenan de agua los toneles y se hacen girar otra vez por espacio de una hora con mayor velocidad, apresurando el paso de las mulas.

En seguida se procede á vaciar: para esto se coloca uno de los toneles cerca de la chuza á distancia como de una vara, teniendo los taponés hacia abajo; junto á uno de estos se pone un hombre que coloca debajo de la boca una tina pequeña de madera, con un mazo de palo ú otro instrumento semejante afloja el hombre el

tapon, cuidando de que no se destape de repente: tan luego como este se afloja, el azogue con la pella cae á la tina, cuando deja de salir por las hendiduras que quedan entre la boca y el tapon, se quita la tina y se vacia el azogue que contiene en una batea dispuesta al efecto. Se vuelve á colocar la tina debajo del tapon, se quita éste y cae entonces el contenido del tonel en aquella. La lama líquida rebosa pronto y se derrama por la taza y pasando por la chuza entra al caño que la conduce á la pila. Vaciado el tonel se le dá un movimiento giratorio para ponerlo con la boca hácia arriba, se echa un barril de agua en cada division, se le dá una media vuelta en dos direcciones y se vacia: despues se vuelve á practicar la misma operacion echando medio barril de agua; consiguiéndose con esto lavar bien el recipiente.

Las lamas ó jales que se recogen en las tinas y en la chuza se lavan para reunir el azogue que hay en ellas al que se sacó primero y se echó en la batea. Despojado el azogue de la tierra que le queda por encima, se esprime; la pella ó amalgama, en la que hay una sesta ó séptima parte de plata, se destila en quemaderos ó capellinas comunes. Ordinariamente resulta la plata de baja ley y se afina por medio de la copelacion con plomo en hornos de afinacion.

CAPITULO III.

COMPARACION Y OBSERVACIONES.

Por la esposicion sucinta que hemos hecho de los tres procedimientos para lograr la amalgamacion por toneles se viene en conocimiento de que los tres convienen en unas

prácticas y difieren en otras. Haremos notar las principales diferencias para facilitar su estudio y sus aplicaciones comparando con tal objeto parcialmente y por su orden respectivo, las diversas operaciones del procedimiento.

COMPOSICION Y CLASE DEL MINERAL.

Ya hemos manifestado que el mineral de Freiberg sometido al tratamiento de toneles tiene una composicion conocida y determinada, la cual segun un análisis de Mr. Berthier es la siguiente:

| | |
|-------------------------------------|-------|
| Cuarzo y sulfato de barita. | 27. 8 |
| Carbonato de cal. | 5. 0 |
| Carbonato de magnesia. | 3. 0 |
| Carbonato de fierro. | 4. 5 |
| Carbonato de cobre. | 1. 2 |
| Carbonato de plomo. | 4. 0 |
| Bisulfuro de fierro. | 28. 5 |
| Mispickel. | 19. 8 |
| Plata. | 0. 2 |

Siendo pues conocida y constante la composicion de este mineral, es claro que el tratamiento seguido en Freiberg no puede aplicarse con absoluta generalidad en todas sus partes á otra composicion cualquiera y así aquella exige un diez por ciento de sal en el reverbero, que es lo que corresponde al veinte por ciento de azufre que contiene, no deberá aplicarse la misma cantidad de sal á otra en que haya menos azufre.

Consecuente con esta observacion el Sr. Uslar para aplicar el método de toneles en la república, despues de escluir los metales plomosos y cobrizos, divide los minerales en tres grupos y asigna á cada uno de ellos una cantidad de sal inferior á la que se aplica en Freiberg.

En Sombrerete sin atender á la composicion del mineral se sujeta todo el que hay en los terreros al mismo tratamiento. Esta práctica tiene probablemente por origen la dificultad y aun imposibilidad de descubrir por el simple aspecto la composicion de diversos minerales aglomerados en los terreros.

Suponiendo que el beneficio de Freiberg sea el resultado de una larga práctica y esperiencia, parece racional imitarlo en cuanto sea posible, y en consecuencia no creemos conveniente seguir ciegamente la práctica de Sombrerete, sino que debe hacerse una justa distincion de los minerales y procurar averiguar su composicion para así tratarlos en el reverbero, pues no seria por ejemplo conveniente ni económico aplicar á los minerales que contengan plata verde, como los de S. Juan de Guadalupe ó los de la mina de Vacas en la Parrilla, la misma cantidad de sal y el mismo tiempo de reverberacion que á los metales rebeldes.

MOLIENDA.

La molienda en los tres procedimientos es diversa. En Freiberg se reduce el metal á un polvo tan fino como la harina: el Sr. Uslar juzga bastante el grado de pulverizacion que exige el beneficio de patio y en Sombrerete se beneficia en el estado de arroz ó de arena fina.

Esta diferencia es digna de tomarse en consideracion si se atiende al ahorro de gasto y tiempo que se consigue con la pulverizacion gruesa de Sombrerete y que tanto repugna á los acostumbrados al beneficio de patio. La práctica de Sombrerete tiene en su apoyo los resultados que allí se han obtenido por su medio y ademas la opinion de los directores del beneficio por toneles en el Real del Monte, donde en el tratamiento de un millon trescientas mil cargas de metal se habia pre-

ferido la pulverizacion por morteros á la de las tahonas, por que segun dice Mr. J. Buchan y consta en una memoria del Sr. Burkart publicada en los *Anales de la minería mexicana*, „aunque la lama que producen las tahonas es muy propia para el beneficio de patio, no lo es para el de barriles que requiere para la tamizacion y reverberacion una arena fina.”

En la casa de moneda de Durango, donde se halla establecido un aparato de toneles y se han practicado vários ensayos de minerales de diversos puntos del Estado, se ha hecho el esperimento de comparar en igualdad de circunstancias los resultados que dan en los toneles el polvo muy fino de la tahona y el que sale del mortero despues de tamizado convenientemente. Las esperiencias han dado el mismo resultado para una y otra molienda, probando así que en general la práctica de Sombrete es preferible en esta parte á la de los otros dos tratamientos. Sin embargo, previendo que en algunas composiciones metálicas no dé el mismo resultado, la molienda en arroz, creemos que debe ser objeto de las investigaciones del minero determinar cual sea la especie de molienda que convenga al mineral que se ha de someter al tratamiento, teniendo en cuenta la utilidad que deja el ahorro del tiempo y de los gastos que se emplean en la molienda de tahonas y la diferencia en la cantidad de plata obtenida, cuando esté persuadido por esperimentos bien hechos de que dicha diferencia proviene de la molienda y no de otra causa.

REVERBERACION.

Esta es la operacion mas importante de la amalgamacion por toneles, pues que en ella se procura sacar la plata del estado de combinacion en que se halla en la piedra, transformándola en otro en que sea posible su amalgamacion. Hemos visto ya que en Freiberg la rever-

beracion se verifica en cuatro periodos mezclando desde su principio el mineral con un diez por ciento de sal y consiguiendo que los metales, como el cobre, plomo &c, que acompañan á la plata en la piedra, salgan combinados con el cloro ó formando cloruros, asi como igualmente la misma plata. El Sr. Uslar se aparta esencialmente de este procedimiento en cuanto á que intenta obtener en el reverbero la formacion esclusiva del cloruro de plata, esto es, que solo esta salga de la reverberacion combinada con el cloro y los otros metales en un estado tal que no puedan amalgamarse con el azogue; de suerte que segun su teoría la plata debe salir de la amalgamacion enteramente pura y no ligada con otros metales como en Freiberg. En Sombrerete la reverberacion es una especie de combinacion, que creemos casual, de los dos sistemas pues que se practica en dos periodos entrando el mineral sin sal y sin embargo salen clorurados los metales que acompañan á la plata y esta resulta impura.

Como es muy conveniente comprender bien la teoría de la reverberacion del Dr. Uslar, procuraremos explicarla valiéndonos de un experimento sencillo al alcance de todos los mineros. Segun manifestamos al hablar de la amalgamacion en general y es por otra parte bien sabido, el polvo de plomo se amalgama facilmente con el azogue; de manera que si en una botella echamos un poco de polvo de plomo y azogue en abundancia, agitando la botella conseguiremos formar la pella de plomo. Si ahora convencidos de esta propiedad esponemos un poco de polvo de plomo á la accion del fuego para fundirlo ó derretirlo, lo dejamos enfriar en seguida para obtener una masa compacta y despues sometemos esta de nuevo á la accion del fuego y al soplo en un horno de afinacion, obtendremos al cabo de algun tiempo un cuerpo compuesto que se llama *greta*, que consta de plomo combinado con el oxígeno del aire y que

se denomina en química óxido de plomo. Si echamos la greta pulverizada en la botella y añadimos azogue, vemos que el plomo no se amalgama, como no se amalgamaron tampoco los metales contenidos en los sulfuros (V. Cap. I); pero con esta diferencia que en los sulfuros después de reverberados con sal se amalgamaron los metales y si reverberamos la greta con sal y lo que resulte se agita con azogue en la botella no produce la amalgama. Consiguientemente si una piedra que contenga por ejemplo plata combinada con azufre y al mismo tiempo plomo con azufre, esto es, sulfuro de plata y plomo, si esa piedra, repetimos, se pulveriza, se echa al horno de reverbero el polvo y se logra por la simple acción del fuego, llevado conforme á ciertas reglas, que el plomo se convierta en greta ó en óxido, echando entonces la sal se formaría cloruro de plata y no de plomo; por lo mismo después del reverbero el plomo se hallaría en un estado tal que no podría amalgamarse con el azogue, á la vez que la plata previa la descloruración por medio del fierro ó por el mismo azogue, se amalgamaría y produciría una pella de plata pura. Siguiendo con el cobre un procedimiento análogo al del plomo, obtendremos el mismo resultado, infiriendo que si la piedra que contiene la plata con todos los metales que la acompañan se somete á un reverbero previo y por este medio se logra convertir en óxidos los metales acompañantes, saldrá de la reverberación solo el cloruro de plata y la amalgamación producirá la plata pura.

Tal es la teoría del Dr. Uslar. Para realizarla prolonga, como hemos dicho al hablar de su tratamiento, el tercer período de la reverberación por el tiempo necesario hasta lograr la completa volatilización del ácido sulfúrico que se formó en el segundo período y que se hallaba unido á los óxidos metálicos. Aunque sea una repetición volveremos á describir esta parte del procedimiento con el doble fin de hacer remarcar en que estado

del reverbero se forman los cloruros y en cual los óxidos, dando á la vez una idea del modo de llevar el fuego durante esta operacion.

Hemos dicho que en la boca del hogar así como en la del cenicero hay puertas de fierro y que una y otra parte del horno están separadas por las parrillas que dejan entre sí un espacio por donde debe pasar la ceniza del primero al segundo; supondremos ahora que reverberamos en el horno de Soubrerete alimentado con leña de mezquite ó encino. Si ponemos fuego en el hogar con la leña suficiente observaremos que el calor del hogar enrarece el aire y se comunica al laboratorio del horno en que hay el mismo enrarecimiento del aire atmosférico. Luego que se ha hecho mas ligero el aire del hogar y del laboratorio, el que se halla en el cenicero no teniendo ya en la parte superior el mismo grado de presion, pasa al hogar y esta perturbacion del equilibrio entre el aire del cenicero, hogar, laboratorio y chimenea, que sucesivamente vá siendo mas ligero, establece una corriente muy rápida que arrastra en su curso la llama del hogar: esta lame la barba, refleja en la vóboda, toca la superficie de la mesa ó laboratorio y penetra recogida y formando punta en la chimenea. Obtendrémos tal resultado con una cantidad de leña que no sea excesiva, procurando que la ceniza no obstruya el paso del aire del cenicero al hogar, cerrando la puerta de este último y abriendo la de aquel. Si abierta la puerta del cenicero abrimos la del hogar, la corriente de aire establecida por el horno y chimenea se interrumpe en parte, pues se forma otra nueva como lo demuestra la salida del humo por la puerta del hogar: esto puede hacerse cuando se quiere disminuir con prontitud la temperatura. Cerrando al mismo tiempo las dos puertas y teniendo estas buenos ajustes, la corriente de aire se interrumpe completamente, la llama se recoge y no pasa del hogar al laborato-

rio. Tenemos pues, por medio del manejo de estas puertas y supuesta la limpieza del cenicero así como el buen arreglo de la leña en el hogar, un medio sencillo de conservar, aumentar, disminuir y extinguir la combustión á discreción del reverberador. Asentadas estas reglas que los operarios destinados á reverberar observan rara vez, haciendo consistir su oficio en esta parte en atizar constantemente el hogar sin regla ni medida, pasemos á examinar la reverberación del mineral.

Colocado este previamente en la orilla de la azotea á donde se ha subido por la escalera de adobes de que hemos hablado, se echa al horno que supondremos calentado de antemano. El reverberador lo estiende sobre la mesa con el rastrillo en una capa de igual altura. En este momento debe haber poca leña en el hogar; la llama que forma baña con dificultad como la mitad ó dos terceras partes del laboratorio y en consecuencia al principio la temperatura es mucho mas alta junto á la barba y en el centro que junto á la boca. Cuando el metal se ha calentado cerca de la barba se estira por un lado con el rastrillo para acercarlo á la boca y el que está en esta parte se acerca á la barba, siguiendo constantemente esta operación. Se aumenta gradualmente la leña en el hogar hasta que este contenga toda la cantidad de que es capaz: entonces la llama se aumenta bañando toda la mesa con igualdad. Luego que la temperatura sube comienza á despedir el metal algun olor de azufre, hasta que por último se pone todo él incandescente ó colorado como el rescoldo: el olor del azufre llega á ser entonces muy intenso y de la superficie superior del metal se levanta una llama azul que se confunde con la del hogar.—Llegado á este punto el primer periodo de la reverberación ha concluido; deja entonces de atizarse el hogar y se abre la puerta de este para disminuir la temperatura: poco despues se cierran las dos puertas del cenicero y del hogar, el me-

tal entretanto está ardiendo por sí mismo. En el laboratorio no se percibe ya la llama del hogar que solo una que otra vez se ve salir por encima de la barba. El olor del azufre comienza á disminuir: al cabo de algun tiempo casi no se percibe por la boca lumbre en el hogar y al mover el metal con el rastrillo se vé que ya no está colorado ó incandescente: la combustion vá entonces declinando. Poco despues ya no se percibe olor ninguno de azufre ni síntoma de combustion en el mineral: el segundo periodo ha concluido.—Se atiza entonces el hogar con toda la cantidad de leña de que es capaz; del cenicero se ha sacado antes la ceniza y debe encontrarse enteramente limpio y su puerta abierta: por la del hogar se agita la leña con un gancho de fierro para facilitar la comunicacion del aire y despues se cierra dicha puerta. Muy pronto la combustion se desarrolla en el hogar con toda su fuerza: la llama baña toda al superficie superior del mineral que poco despues comienza á despedir un olor azufroso diferente del anterior y mas sofocante. Este es el momento de distinguir los dos procedimientos. Si entonces se echa la sal los metales se convertirán en cloruros como en el beneficio de Freiberg; pero si en lugar de echar la sal se prolonga el fuego con la misma actividad, hasta que todo olor azufroso haya desaparecido y que el experimento del metal caliente mezclado con agua, azogue y fierro, dé por resultado que el azogue no contenga la tela amarilla ni se haya dividido, los metales que acompañan á la plata se habrán convertido en óxidos y echando la sal se formará esclusivamente el cloruro de plata. En ambos casos desde que la sal está presente se estiende y se mezcla bien con el mineral; la sal decrepita luego originando un ruido que se oye á alguna distancia; el cloro se deja percibir por su olor característico y por la llama verde que sale de la superficie del mineral. Despues de algun tiempo disminuye la decrepitation y el

olor del cloro hasta que concluyen y con ellos el periodo.

El procedimiento del Sr. Uslar tiene la desventaja de prolongar la reverberacion por mucho tiempo aumentando el gasto del combustible. Además exige una atencion constante de parte del reverberador y la inteligencia consiguiente, circunstancias muy dificiles de encontrarse en los operarios y que en un trabajo continuo y de alguna magnitud seria aun imposible conseguir. Tal vez ese inconveniente ha dado origen á la rutina de Sombrerete, pues si el procedimiento fué al principio el aplicado por el Dr. Uslar á los minerales del tercer grupo, la práctica hizo probablemente olvidar las reglas para distinguir los periodos del reverbero y redujo estos al tiempo que se calculó fuera necesario. Como quiera que sea, teniendo presente que las circunstancias han de ser en esta parte las mismas de Sombrerete en todas las negociaciones de minas, creemos se puede imitar el tratamiento de aquel lugar en cuanto á asignar un tiempo fijo á cada periodo y á echar la sal sin esperar la formacion de los óxidos. Para esto las observaciones hechas en la casa de moneda de esta ciudad nos persuaden que en la mayor parte de los casos el tiempo de los periodos puede asignarse así: en el primero, desde que se echa el metal hasta que se pone incandescente y el azufre comienza á arder, tres cuartos de hora: en el segundo, en que deja de atizarse el fuego para que arda el metal por si mismo, otros tres cuartos de hora: en el tercero, en que se calienta de nuevo el horno aumentando la temperatura cuanto se pueda, media hora: en el cuarto y último, desde que se echa la sal hasta terminar la operacion, una hora.

En cuanto á la cantidad de sal creemos que tomando por base el cinco por ciento como en Sombrerete, se debe procurar averiguar respecto de cada mineral si se puede aumentar ó disminuir, pues no cabe duda en que

minerales ricos en azufre exigen mas del cinco por ciento y los pobres menos, y esta circunstancia influye ó en la formación completa del cloruro de plata ó en un aumento inútil de gastos si se echa mas sal de la necesaria.

AMALGAMACION.

La amalgamacion se divide en tres periodos: el primero es en el que se verifica la descomposicion del cloruro de plata por medio del fierro; el segundo es el tiempo que el azogue está en contacto con la plata separada ya del cloro y el tercero en el que el movimiento de los toneles tiene por objeto, estando muy líquida la lama, reunir el azogue que antes estaba diseminado en ella.

Primer periodo.—Respecto del primer periodo los tres procedimientos están conformes en cuanto á descomponer el cloruro por medio del fierro y difieren únicamente en la figura ó en el peso de cada uno de los pedazos del mismo fierro y en el tiempo empleado en la operacion. En Freiberg y en Sombrerete el tiempo empleado es una hora: el Dr. Uslar aconseja que sea el duplo. Suponemos que este aumento de tiempo es para el citado señor una precaucion con el fin de evitar tal vez alguna pérdida de azogue, pues si no se ha verificado totalmente la descomposicion cuando se echa el azogue es muy posible que á pesar de la inferior afinidad de este cuerpo para el cloro respecto del fierro, se combine con él en algunas partes de la masa en que no se halle presente el fierro y penetre el mercurio: pero como esto no es frecuente tal precaucion será casi siempre inútil y hará perder una hora de tiempo.

Las láminas de fierro en forma y tamaño de fichas usadas en Alemania tienen la ventaja de ofrecer mayor superficie y correr con facilidad dentro de la masa metálica sin dañar ademas con ángulos ó esquinas la made-

ra del tonel. Sin embargo las balas ó esferas que hoy se usan en Sombrerete tienen la misma ventaja, aunque nos parecen demasiado grandes.

En algunos puntos del Estado en que se han comenzado á hacer ensayos por toneles, no comprendiéndose el objeto de las láminas de fierro se las ha reemplazado por piedras mas ó menos esféricas ó como las llaman piedras de rio y se ha logrado la amalgamacion y que resulte una pella de plata pura. Como se infiere de lo que dijimos al principio de este escrito no son las piedras las que dan tal resultado, sino el azogue mismo que con mas afinidad por el cloro que la plata, descompone el cloruro de plata, deja esta en libertad y no descomponiendo los cloruros de los otros metales porque tiene menos afinidad que ellos por el cloro, aquellos no se amalgaman y en consecuencia la plata sale pura sin liga alguna.

Este mismo experimento se ha hecho en la casa de moneda de esta ciudad asi como otros diversos para ver si se podia lograr sin variar el método de la reverberacion eliminar en la amalgamacion el cobre, plomo y demás metales acompañantes.

Se puso en los dos toneles una misma clase de mineral: en uno se verificó la descloruracion con fierro y en el otro se echó desde el principio de la operacion el azogue. Los resultados obtenidos en estas esperiencias fueron los siguientes: la del fierro produjo una pella impura cuya plata resultó de ley baja, conteniendo mucho cobre y algun plomo; la del puro azogue dió una pella limpia como la de patio y la plata de ley suprema. En la del fierro hubo una pérdida de azogue de un veinte por ciento respecto del peso de la plata y en la del azogue del duplo del peso de la plata, es decir, diez veces mayor. Repetido el experimento con diversas clases de metales ha dado constantemente el mismo resultado en cuanto á la pérdida de azogue, variando la ley de

la plata estraida del mineral beneficiado por fierro, segun la diversa composición del mismo mineral. (1)

En lugar del fierro se hizo uso tambien de láminas de cobre, teniendo presente que este metal descompondría por su mayor afinidad el cloruro de plata, no descompondría el del mismo cobre y en consecuencia se podría conseguir el mismo resultado que por el azogue sin pérdida de éste. En efecto, se vió que se conseguia la descomposición del cloruro de plata; pero habia necesidad de extraer de los toneles las láminas de cobre antes de echar el azogue, porque su superficie se cubre de amalgama y ocasiona en consecuencia una pérdida de mercurio por ser muy difícil separar este de la lámina por un medio mecánico: además debe tenerse en cuenta el subido precio del cobre respecto del que tiene el fierro.

Se ocurrió tambien á otro arbitrio. Siendo un hecho que cuando se pone en el tonel el azogue sin otro metal el cloruro de plata se descompone á espensas del mercurio, formándose cloruro de este último y que el fierro tiene mas afinidad por el cloro que el mismo mercurio, se intentó descomponer el cloruro de mercurio por el fierro. Al efecto mezclado en el tonel el mineral con azogue, despues de siete horas de movimiento sin añadir agua para reunir el mercurio se sacó este y se echó entonces el fierro: se hizo girar los toneles por espacio de cuatro horas y entonces se estrajo el contenido. Resultó que la pérdida de azogue en esta vez habia disminuido en una tercera parte y que sobre las bolas de fierro se habia precipitado algun azogue muy dividi-

(1) *En algunos experimentos se pusieron en los toneles piedras de mineral rico del Cerro Mercado: mas como en este el fierro se halla formando diversos óxidos y no en estado metálico, no ejerció accion alguna sobre el cloruro de plata que por lo mismo se descompuso á espensas del mercurio.*

do. La repetición del experimento probó que para lograr el resultado sería necesario prolongar muchísimo la permanencia del fierro en los toneles.

Estos diversos experimentos y los cálculos consiguientes sobre pérdida de azogue, tiempo empleado en la descloruración &c, prueban que el medio de descomponer el cloruro de plata por el fierro, de la manera espuesta en los tres procedimientos, es el más económico y conveniente. Por lo demás, cuando se quiera obtener la plata pura debe recurrirse á la reverberacion para lograrlo.

Segundo periodo.—La cantidad de azogue empleada en Freiberg es de un 50 por ciento en metales de doce onzas por carga. El Dr. Uslar propone un diez por ciento en metales pobres y de treinta á cuarenta en los metales ricos. En Sombrerete beneficiando casi constantemente mineral de dos onzas emplean hasta un cinco por ciento. La proporción de un diez á un veinte y cinco por ciento nos parece bastante, fundados en experiencias que hemos visto practicar sobre minerales de diversas clases.

Respecto al tiempo empleado en este segundo periodo de la amalgamacion, la práctica de Freiberg y la del Dr. Uslar están conformes asignando de 16 á 18 horas, y la de Sombrerete está tambien conforme con la regla asentada por el último respecto de los minerales pobres de plata, pues se emplean las ocho oras que designa para los de esta clase, á la cual pertenecen los de Sombrerete. En el Real del Monte segun dice el Sr. Barkart, en la memoria de que hemos hecho mencion, se emplean hasta veinte y cuatro horas en el beneficio de mineral de mas de doce onzas y hasta de dos marcos; pero se ha hecho la obserbacion de que al cabo de ocho horas la amalgamacion está allí concluida y solo se prolonga con el objeto de recoger el azogue que se haya entonces muy dividido en los toneles. En la casa de moneda de esta

ciudad, beneficiándose minerales de varios y muy diversos puntos del Estado, hemos tenido ocasión de ver distintos experimentos y casi en todos hemos observado que la amalgamacion ha concluido á las ocho horas, aún tratándose de mineral de mas de diez onzas y que la division del azogue (deshecho) solo se ha verificado en mineral abundante en piritas de cobre (cobre amarillo): creemos por lo mismo que debe adoptarse esta práctica sin perjuicio de las modificaciones á que dé lugar la experiencia respecto de cada mineral en lo particular.

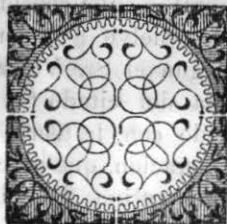
Tercer periodo.—Este es de una hora en los tres procedimientos y estos están conformes de la misma manera en su objeto y práctica.

La misma conformidad se nota en las operaciones de lavar y esprimir el azogue, destilar la pella y afinar la plata que lo necesita.

Pérdida de azogue.—Se calcula en Saxonia, segun dijimos, en un 20 por ciento del peso de la plata estraida. El Sr. Uslar supone que no hay, siguiendo su sistema, mas que la pérdida material. Respecto del Real del Monte dice el Sr. Burkart: „La pérdida de azogue es muy variable é irregular, á veces durante meses enteros se mantiene en tres onzas por marco; en seguida sin causa aparente y sin una alteracion particular en la composicion de los minerales, sube considerablemente y despues de algun tiempo vuelve á bajar sin que se conozca la causa.” Esta, segun el Sr. Velazquez de Leon traductor de la memoria del citado Sr. Burkart y coincidiendo en cierto modo con la teoría del Sr. Uslar, debe atribuirse á la reverberacion, que practicada siempre por los operarios bajo una rutina fija, ha de producir y destruir combinaciones diversas segun el grado de temperatura que se dé al mineral, el grado de humedad del aire, la mayor ó menor asecacion del combustible &c. En cuanto al procedimiento de Sombrerete, no habiéndolo sido posible observar en Durango diversos experimentos

sobre una misma clase de mineral, solo podemos decir que en general el término medio de la pérdida de diversos ensayos se aproxima al 20 por ciento como en Saxonia.

Pérdida de plata en el beneficio.—En los procedimientos descritos no hemos supuesto pérdida alguna de plata en el beneficio, pues teóricamente no hay razon para tal suposicion si el procedimiento ha sido perfecto. Sin embargo en el Real del Monte se ha observado que, como en el beneficio de patio, hay una pérdida respecto de la ley docimástica del mineral, que si bien es menor que la del patio siempre es de alguna consideracion. Se atribuye á diversas causas pero en el beneficio por toneles es muy probable que provenga del reverbero, pues si en esta operacion no se convierte en cloruro toda la plata del mineral, lo que es muy facil, cuando se reverbera mal, ha de faltar forzosamente plata en la amalgamacion. Creemos por lo mismo necesario que se averigüe por ensayos docimásticos la ley del mineral antes y despues de reverberarse y se compare con la que den los residuos ó lamas para cerciorarse de la esactitud de la aplicacion del procedimiento.



CONCLUSION.

Habiendo espuesto la teoría del beneficio de toneles y los procedimientos para realizarlo mas generalmente seguidos, debiamos dar por concluida nuestra tarea. Creemos sin embargo conveniente consignar por vía de recapitulacion las prácticas y operaciones de cada sistema, que en nuestra opinion y sin perjuicio de las modificaciones que exijan las circunstancias de cada negocio en particular, se pueden adoptar por los mineros que intenten plantear por primera vez el beneficio en el Estado.

Estas son:

Horno de reverbero y aparato de toneles de Sombrerete.

Molienda y tamizacion del mineral que produzcan arena fina ó polvo en estado de arroz.

Reverberacion de minerales que contengan cobre, plomo ó antimonio, en cuatro periodos: 1º calentando el mineral hasta que se ponga incandescente; 2º dejando de atizar el fuego para que el metal arda por si mismo hasta que termine su combustion; 3º atizando de nuevo para que suba la temperatura cuanto sea posible, media hora; 4º echando un cinco por ciento de sal y continuando la reverberacion por una hora.

En los minerales del 1º y 2º grupos del Dr. Uslar ó aquellos en que no haya mas metal acompañante de la plata que el zinc en estado de sulfuro, la reverberacion como en Saxonia entrando el mineral con sal en cantidad de tres á cinco por ciento y dividida la operacion en tres periodos: 1º y 2º como en el caso anterior y el 3º dando un fuego sostenido de una hora.

En la amalgamacion.—Someter el mineral por una ho-

ra al movimiento de los toneles con la velocidad de doce á quince vueltas por minuto, con un diez por ciento de fierro en balas ó eferas de una pulgada de diámetro y con la cantidad de agua necesaria para formar una masa ni muy espesa ni líquida. Agregar despues el azogue en cantidad de un diez á un veinte y cinco por ciento segun sea la ley del mineral: hacer girar los toneles con la misma velocidad que en el periodo anterior por ocho horas. Llenar los barriles de agua y moverlos por una hora con la velocidad de veinte á veinte y cinco vueltas por minuto.

Vaciar como en Sombrerete.

Lavar, esprimir el azogue y quemar la pella como en el beneficio de patio.

Debe averiguarse por medio de ensayos docimásticos la ley del mineral antes y despues de la reverberacion, así como la de los residuos ó lamas concluida la amalgamacion para indagar con exactitud el resultado del procedimiento.

Para concluir damos á continuacion una noticia del costo que pueden tener en Durango y sus inmediaciones el horno de reverbero y aparato de toneles, así como del beneficio de una carga de mineral.

Costos de los aparatos y útiles necesarios.

HORNO DE REVERBERO.

| | |
|---|--------------|
| 1 500 adobes á 15\$ millar..... | \$ 22 50 |
| 3 000 ladrillos á \$8 id. | 24 00 |
| Tierra ó barro..... | 3 00 |
| 16 varillas de fierro para la parrilla..... | 15 00 |
| 2 puertas de fierro para el hogar y cenicero. | 16 00 |
| Puente de fierro en la boca del horno..... | 3 00 |
| Un rastrillo de fierro de 5 varas de longitud.. | 5 00 |
| Suma al frente..... | 88 50 |

| | | |
|--|----------|--------|
| Suma del frente..... | \$ 88 50 | |
| Un id. menor de fierro de 3 varas de longitud..... | 3 00 | |
| Un gancho de fierro para mover la leña en el hogar, de tres varas de longitud..... | 3 00 | 117 50 |
| Una pala de fierro para estraer la ceniza..... | 1 50 | |
| Un bote para azogue vacio..... | 4 00 | |
| Un maestro albañil en diez dias á peso diario.. | 10 00 | |
| Dos peones id. en id. id. á tres reales diarios..... | 7 50 | |

TONALES.

| | | |
|--|-------|--------|
| Loza para la taza y las pilas..... | 20 00 | |
| Cal para mezela..... | 6 00 | |
| Arena para id..... | 1 00 | |
| Piedra para ademes y los pilares en que descansa la gualdra..... | 10 00 | |
| Un maestro albañil con dos peones en quince dias..... | 26 25 | |
| 12 vigas para las duelas de la taza y los toneles, para el peon y el bastidor á \$2..... | 24 00 | |
| Un tronco mezquite para el cepo..... | 1 00 | |
| 2 cabezales encino para los ejes, chumaceras y tapones de los toneles..... | 2 50 | |
| 5 tablonos de tres varas largo y tres pulgadas espesor, para las tapas y divisiones de los toneles, á 1 \$ 1 real..... | 5 63 | 282 13 |
| 13 tablas de dos y media varas de longitud, para el caño de desagüe á 2 rs..... | 3 25 | |
| Una gualdra de diez varas de longitud para sostener el peon de la máquina..... | 20 00 | |
| Manufactura de la obra de madera..... | 53 00 | |
| Seis quintales fierro de platina y telera para los cinchos de los toneles y peon, camino de la taza, muñones, guijo y tejuelo..... | 72 00 | |
| Una arroba fierro cuadrado para tornillos del bastidor..... | 3 50 | |
| Manufactura de la obra de fierro..... | 30 00 | |
| 2 tinas para vaciar..... | 3 00 | |
| Un embudó de madera..... | 1 00 | |

Total.....\$ 399 63

Gastos del beneficio de seis cargas de metal.

MOLIENDA.
 En mortero: 6 cargas á dos rs. carga..... 1 50

REVERBERACION.
 Leña de mezquite ó encino..... 1 50
 Un maestro reverberador por medio dia..... 0 50
 Un peon ayudante por medio dia..... 0 19 } 4 24
 3 arrobas 15 libras sal á \$ 4 fanega, suponiendo
 7 arrobas por fanega..... 2 05 }

TONELES.
 Un maestro en un dia..... 0 63
 Un ayudante en id..... 0 37
 Manutencion de cuatro mulas á uno y medio rs. 0 75
 Pérdida de azogue, suponiendo el metal de cua-
 tro onzas por carga y apreciándola en un 20 } 1 98
 por ciento, cuatro ouzas y cuatro quintos á
 \$ 70 quintal de azogue..... 0 21
 Pérdida de fierro apreciada aproximadamente
 en un diez por ciento del peso de la plata,
 á \$ 12 quintal..... 0 02

Gastos en seis cargas..... 7 72
 Corresponde por carga..... 1 28



Total..... \$ 300 00

