

PRÁCTICA

DEL

BENEFICIO DE MINERALES DE PLATA AURIFEROS

usado en el Distrito de Guanajuato

LLAMADO DE PATIO,

conteniendo algunas teorías con las que se procura explicar científicamente los fenómenos químicos en que está fundado.

Estudio remitido a la Sociedad Mexicana de Historia Natural, por su socio corresponsal D. Vicente Fernandez.

PRIMERA PARTE.

ABASTO DE MINERALES.

Antiguamente, hasta hace cerca de diez y seis años, los beneficiadores (metalurgistas) compraban los minerales, los frutos, como aquí los llaman, por el sistema de rescate. Consistía éste en exponerlos á la vista de los beneficiadores para que *á ojo* calculasen la cantidad de montones de treinta y dos quintales, ó en cargas de catorce arrobas que contenia cada una de las partidas expuestas á la venta ó rescate. Es verdad que de antemano se ensayaban docimásticamente para conocer las leyes; pero como el mineral estaba siempre en pedruscos muy grandes, la piedra ó piedras ensayadas no podian acusar la ley comun á toda las partida. La tentadura, otro género de ensaye, no docimástico, es decir, en que no era la balanza la que apreciaba la cantidad de plata contenida sino el tanteo, era el más usado á causa de poderse hacer en el acto mismo de la venta; pero como quiera que, uno por una causa y el otro por otra, eran inexactos, la ley tenia forzosamente que ser imperfecta, y el rescatador, pues este era el nombre del que compraba, tenia que hacer sus compras al acaso.

Sin embargo, el mucho ejercicio produjo rescatadores sumamente hábiles que justipreciaban con notoria habilidad. Consistia la habilidad en que haciéndose la venta por posturas secretas y sacándose la compra aquel que hubiese puesto el precio más elevado, lo hiciese de tal manera, que no solamente no

se excediese al valor de la partida del mineral que habia comprado, sino que le costease los fletes de la conduccion á la hacienda, los del beneficio, el interés del capital, la amonedacion, y tambien que sacase una mayor ó menor utilidad.

Hoy, el beneficiador, sea ó no minero, es decir, sea dueño de la mina de donde se provée de minerales, ó no lo sea, en cuyo caso tiene que comprarlos; el beneficiador, repito, compra á la ley, esto es, por el valor intrínseco de la plata y del oro contenidos en pesos conocidos del mineral, cuya unidad es el monton de 32 quintales, descontado por supuesto del valor el precio de maquila; es decir, el costo del beneficio con el interés del dinero invertido y la acuñacion con todos sus impuestos oficiales; y el peso, descontando la humedad de las piedras.

Estos descuentos no son hechos matemáticamente, sino con arreglo á contratos celebrados entre el minero y el metalurgista, entre la mina y la hacienda.

Para usar este sistema de compras que es el que actualmente domina, se comprende que la operacion que debe preceder es la de ensayar los minerales. De hecho, ensaya por su lado el comprador y por el suyo el vendedor.

Éste introduce á la hacienda sus *frutos*, y allí en los *molinos*, que describiremos separadamente, los muelen hasta reducirlos á fragmentos chiquitos del tamaño de un chícharo, * (*Pisum sativum*.)

Para sacar un ensaye pasan el mineral reducido así á granza de un lugar á otro por medio de palas, y de cada palada van tomando un puño de mano, con cuyos puños forman un monton más chico. Este monton lo trasladan á su vez, y de cada palada toman una cucharada para formar otro nuevo montoncito, el cual es fácil ya, por sus cortas dimensiones, extenderlo en el suelo, para de toda su masa sacar una poca de granza, cuyo conjunto represente próximamente la ley média de toda la partida.

Esta última granza es la que pulverizan en pórfidos muy duros á fin de que no cedan estos polvo al ensaye, que le rebajaria la ley. De media libra de este polvo, la mitad sirve al comprador y la otra al vendedor para hacerlas ensayar cada uno por su lado.

Los ensayes se hacen hoy por un gran número de ensayadores en Guanajuato, de un modo perfecto.

Operan mezclando 16 gramos del polvo del mineral á 20 ó 30 de tequezquite (carbonato de sosa natural conteniendo algo de sulfato, cloruro de sodio y carbonato de cal) con 20 de protóxido de plomo, muy pobre en plata. Esta mezcla se introduce en un crisol de barro de unos cuatro centímetros de diámetro y unos 16 de alto, cubriéndola con una cucharada de sal comun.

Es muy frecuente que de cada ensaye se hagan á la vez dos operaciones y

* La granza que dan los molinos chilenos es más chica y revuelta de polvo.

áun cuatro: * dos con el objeto de tener mayor confianza en los resultados, pues de la identidad de éstos nace aquella; y cuatro, para aquellos *frutos* (minerales) que siendo pobres en oro, reuniendo este metal producido por cuatro crisoles, por cuatro veces 16 gramos de mineral, su peso lo aprecian las balanzas, que deben ser sensibles, á muy cerca de un décimo de milígramo (0.^o0001.)

Como los crisoles, dispuestos como queda dicho, las más veces tienen que ir acompañados de otros 20, 30 ó más, hay necesidad de marcarlos con números. Una vez hecho esto, se ponen á fundir en un horno de tiro por espacio de dos á tres cuartos de hora.

Se extraen de allí, y puestos á enfriar verticalmente, se rompen después y se recogen los tejitos de plomo, que se pasan á la mufla para copelarlos.

* La copelación, la pesada (disminuida del peso de la plata que el óxido de plomo, ó plomo que se usó, contengan) y el apartado del oro, se hacen con mucho cuidado y con los conocimientos prácticos y científicos apetecibles.

El cálculo de la ley es muy simple para la plata así como para el oro: para la primera basta multiplicar el peso del botoncito de plata dado por 16 gramos de mineral por 400, para que el producto de la ley en marcos de plata ** contenidos en un monton de granza dé 32 quintales. El factor 400 lo produce la proporción siguiente:

$$16 : n :: 6400 : \infty$$

ó sea así: $1 : n :: 400 : \infty$, $\infty = 400 \times n$.

En la primera proporción, 16 representa el peso del mineral; n , el del botoncito de plata mista que produjo el ensaye, y 6400 son los marcos que en 32 quintales contiene un monton en peso.

Para la segunda ley, esto es, la del oro, no la refieren al peso de las piedras minerales, sino á un marco de plata, y la producen en granos por esta operación:

$$n \text{ (de plata mista)} : n' \text{ (de oro)} :: 4800 \text{ (marcos de plata)} : y;$$

$$y = \frac{4,800 \times n'}{n}$$

Estos resultados son los que consigna el ensayador á los interesados en el ensaye, y los garantiza con su firma.

El beneficiador, deduciendo el peso del oro del peso de la plata mista, puede saber la cantidad de plata *copella* (pura) contenida en el mineral que el ensaye le marcó.

* En algunos contratos celebrados entre minero y beneficiador, se estipula que para valorizar el oro se hagan cuatro ensayes.

** Plata mista.

La *boleta* del ensayador da la ley en plata mista por monton y la ley * del oro por marco. La de la plata copella se puede averiguar por esta fórmula:

$$\text{Ley plata copella} = \left(\frac{4,800 \times \text{ley plata mista.} - (\text{Ley de oro} \times \text{ley plata mista.})}{4,800} \right)$$

ó más cómodamente por esta otra:

$$\text{Ley plata copella} = \text{Ley plata mista} - \left(\frac{\text{Ley de oro} \times \text{Ley plata mista.}}{4,800} \right)$$

Tal es el modo más comun de ensayar.

Se introducen pequeñas modificaciones en casos excepcionales, por ejemplo en aquellos en que el mineral es muy rico ó las *guijas* (matrices) dan escorias poco fusibles: entónces hay que hacer uso solamente de 8 gramos de mineral en vez de 16, y de las otras sustancias se conservan las cantidades dichas. Cuando el mineral de plata está mezclado con grandes dósis de piritas de fierro, suelen reverberarlos de antemano (tomando en cuenta el cambio de peso); pero lo ordinario es tomar 8 gramos de mineral y duplicar los 20 de tequezquite y los 20 de óxido de plomo. Se ve que buscan facilitar la fusion y la reduccion de la plata por aumentos de fundente y reductor.

Un ensaye, como acaba de notarse, sea en el modo de *sacarlo*, sea en el de *hacerlo*, se aproxima á la exactitud, en mi concepto, tanto cuanto el propio interes obliga á los contratantes.

En cuanto á saber cuál de los dos sistemas de *rescate* y el de *la ley* sea el mejor, difícil es resolverlo. De pronto éste parece, pues se presenta al ménos como equitativo, y sin embargo, adolece de defectos. El beneficiador impone, v. g., como condicion para comprar, el rebajar de la ley de plata $3\frac{1}{2}$ marcos á cada monton que compra; pues si la partida que el minero introdujo solicitando se la compran, solo tiene $3\frac{1}{2}$ marcos por monton y no encuentra otra postura mejor, pierde toda su carga, todo su trabajo, todo su tiempo, y el numerario que empleó en ensayar la partida; al paso que la hacienda *beneficia* aquel mineral y saca algun provecho.

En cambio, con el otro sistema, cuando la mina no es productiva de frutos muy ricos ó muy abundantes, ó que está muy léjos de los centros comerciales, no hay concurrencia de compradores, y por consiguiente no existe la competencia entre éstos, que es la que lleva al minero un azar favorable para la venta.

El *rescate* traía al minero una ventaja, que no perdía tiempo: sacaba sus frutos de la mina al exterior, allí vendia, y se metía de nuevo á trabajar. La venta á la ley se lo hace perder: lleva los frutos á la hacienda, espera que los grancean, que los ensayen, y luego que le paguen. Con el primer sistema, vender

* Es decir, el número de granos de oro que contiene un marco de plata mista.

y tener un crédito capitalizado que le permitia seguir trabajando inmediatamente, era todo uno: con el segundo, no; no tiene ni crédito ni numerario hasta que no liquida su cuenta, ni puede seguir trabajando (hablo del minero pobre) hasta que no concluye su transaccion.

Sin embargo, las circunstancias especiales del minero le inclinan á uno ú otro sistema, aunque, como en todo sucede, no saque siempre las mejores ventajas.

En la hacienda de beneficio se acopia el mineral, sea comprado como hemos dicho, sea recibiendo por contratas con una mina la cantidad de cargas contratadas para recibir semanariamente. A la vez van llevando cuenta del número de montones recibidos, y de sus respectivas leyes de plata y oro que contienen. Se sabe, pues, así la cantidad y la calidad del mineral que tiene que beneficiar el metalurgista.

Hemos dado por hecho que el mineral, hasta aquí, está reducido á *granza*.

En el artículo que titularémos: “Molinos.—Granceo,” describirémos detalladamente el modo de grancear, que forma parte de las operaciones de maquinaria del beneficio.

Por ahora vamos á pasar á la metalurgia del oro, con la cual está ligado el principio de la de la plata.

PULVERIZACION.

Todos los días, cada veinticuatro horas, se *carga la galera*.

La *galera* es un departamento muy amplio, conteniendo los *arrastres* (véase el artículo titulado: “arrastres”) en número de 20, 30 ó 40.

Cada arrastre recibe de 7 á 10 quintales de piedra mineral reducida á *granza* en el molino, y 2 ó 3 barriles de 150 libras de agua, y en el acto se pone en movimiento, sea por un motor hidráulico ó de vapor, ó como es lo más comun, por el par de mulas con que cada uno está dotado. Por el frotamiento y presión producidos por las piedras *voladoras* contra las de *fondo* que forman el piso del arrastre, es como se produce la pulverización del mineral.

En el fondo de los arrastres se coloca de antemano una poca de amalgama de cobre que se llama *pella de cobre*, la cual durante el trabajo, va depositándose en los intersticios que dejan entre sí las citadas piedras de *fondo*.

El objeto de esta *pella* es de recoger el oro, y quien lo recoge es el azogue por amalgamación; pero el azogue solo no lo haria, porque la forma globular que toma le haria deslizarse constantemente de unos puntos á otros, y la suma movilidad es un obstáculo para que haya contacto entre estos glóbulos y las partículas de oro. Lo contrario sucede cuando se le da una consistencia pastosa por medio de un metal, zinc, cobre ó plata; entónces, sólida la *pella* y sólido el oro, no pueden rodar ni escaparse de pasar por entre las piedras volado-

ras y el fondo, en donde son refregadas y puestas sus superficies á desnudo, esto es, en la mayor aptitud para ligarse.

Como estos mismos frotamientos sufre el compuesto de plata con las presiones de 3, 4, 6 y 8 quintales que son los pesos respectivos de las 4 piedras voladoras (compuesto que consiste comunmente en sulfuro de plata, rosiclere, polybasita y seleniuro del mismo metal), el cobre va substituyéndose por plata de estos compuestos, y la *pella de cobre* cambiándose en *pella de plata y oro*.

Por cada equivalente de cobre que pesa 395, se substituye uno de plata que pesa 1,350: se comprende que la *pella* próximamente debe ir haciéndose tres veces más pastosa, y además, que esta pastosidad crece por el oro mismo que cada día va aumentando.

De aquí viene la necesidad de ensayar estas pellas por medio de *tentaduras*. A este acto se llama ensayar la galera ó ensayar los arrastres.

Cada tres días comunmente, despues del descargue de los arrastres que se hace diariamente en la madrugada, es decir, cuando están vacíos, se saca de los intersticios del fondo de cada uno, una poca de pella que, privada de las piedrecitas y *lama* (lodo) con que sale mezclada, la examina el administrador, que es el encargado general de todas las operaciones metalúrgicas de la hacienda. El exámen se dirige á juzgar, por el estado más ó ménos duro que la amalgama presenta, si debe hacerla más pastosa, y determina añadir á cada arrastre 4, 8, 12 onzas y hasta 2 libras de azogue: tambien por el crujido que hace la pella al comprimirla, juzga la cantidad de plata que se ha substituido al cobre. Cuando de éste no queda más que $\frac{1}{2}$ ó $\frac{2}{3}$, respecto á la plata, es decir, cuando la pella contiene plata de 10 á 11 dineros, manda hacer la *raspa*.

El ensaye docimástico indica esta ley y la del oro.

La operacion de la *raspa* consiste en extraer de los fondos de los arrastres la amalgama de plata y oro que, repetimos, está incrustada en los intersticios que dejan entre sí las *piedras de fondo*: y como se ejecuta *raspándolos* con clavos ó fierros de forma de alcayatas, le han dado ese nombre.

La parte de la metalúrgia del oro en la hacienda de beneficio que se hace en la galera, se limita á las operaciones acabadas de describir.

Para separar el oro del azogue, se hace de la misma manera que la separacion de éste y la plata, cuya operacion se describe en el artículo que lleva el nombre de "Quema."

La separacion de la plata y del oro ninguna hacienda la verifica: se ejecuta en la *Casa de Moneda* por medio del ácido sulfúrico que disuelve la plata y deja el oro por resíduo.

Vamos á continuar con el tratamiento que se da á los minerales para extraer la plata.

Hemos dicho que todos los días, cada veinticuatro horas, se carga cada arrastre con 7 ó 10 quintales de granza, 7 para minerales muy duros ó muy ore-

ros, y 10 para los que no son tan duros ni tan ricos; lo cual permite que sea preferible dejar de extraerles toda la cantidad de metales preciosos, á expensar todo el costo que exige una molienda muy fina.

La cantidad de agua que se acompaña al mineral durante la pulverizacion, no es indiferente, así como tampoco la inclinacion del lado de las piedras que la verifican respecto al plano horizontal de los arrastres. Es necesario una inclinacion tal, que permita á la granza entrar debajo de las piedras para que sea quebrada.

Cuando ya está pulverizada, que es á las cuatro horas, recibe cada arrastre un barril de agua, y despues cada cuatro horas dos barriles más. Estas adiciones tienen el objeto de que el oro tenga paso por entre el lodo muy fluido que así se forma, y pueda asentarse, á la vez que no lo sea tanto que se asiente tambien el polvo de la matriz é impida que el oro baje á amalgamarse.

Esta direccion, muy delicada, está á cargo de un operario que se llama *capitan de galera*. Si la direccion no es acertada, *el oro se va al patio* á la hora de descargar la galera, lo cual hace que esa parte se pierda, pues mezclándose con la plata no costea el gasto del apartado, por el ácido sulfúrico.

Al cabo de diez ó doce horas de molienda, se disminuye la velocidad, esto es, el número de revoluciones de las piedras alrededor del arrastre, para dar tiempo á que el oro se asiente.

A las veinticuatro horas *se tienta la galera*, es decir, se mete la mano al fondo del arrastre, se toma un poco del polvo mineral, y al tacto, sea entre las yemas de los dedos, sea entre una yema y la uña del pulgar, ó bien en la oreja, en cualquiera parte muy sensible, se valoriza el grado de pulverizacion, y encontrando el polvo mineral poco palpable, se descargan los arrastres, llevando su contenido, sea por cañerías ó en toneles trasportados por hombres, á los *lameros*. Son estos unos grandes *tanques* de mampostería construidos en el *patio* de la misma hacienda, en los cuales se va reuniendo la cantidad necesaria para despues formar una *torta*.

Como hemos dicho, ya que en la galera se queda una buena parte de la plata que contenia el mineral que allí se molió, resulta que la que contiene ahora en el *lamero* ó *tanque* es menor. Aparte de esta disminucion, hay otra en la ley, motivada por la cantidad de polvo de piedra que ceden los arrastres al mineral durante la molienda, cantidad que no es de desatenderse, pues se calcula en un (10 por 100) diez por ciento.

Estas alteraciones las conocen todos los beneficiadores, y para saber qué cantidad de plata deben de extraer al mineral pulverizado con que formarán su *torta*, mandan ensayar la lama del *lamero* y la pella de la *raspa*. Estos dos ensayos les dicen la cantidad que desean conocer: el primero por vía directa; el segundo, por sustraccion de la plata de la pella de la de la *granza* que la produjo.

PATIO.

Cajete.—Torta.—Ensalmorar.—Incorporar.—Repasos.—Tentaduras.—Caractéres.—Rendir.

CAJETE.

Una vez reunida en uno de los *lameros* la cantidad de mineral hecho lodo, hecho *lama*, que debe formar una *torta*, se vacia el lamero, levantando la compuerta para que se derrame el contenido al suelo del patio.

Este es lo que su nombre indica, y de una extension como la de una pequeña plaza pública, cuyo piso está cubierto de losas.* Allí se recibe dentro de un cerco formado con gualdrillas tiradas en el suelo, cuyos intersticios se han cerrado con estiércol; abraza esta área una extension próximamente de 300 metros cuadrados; esto constituye un *cajete*. El transporte del lamero al cajete se hace con un madero en forma de tabla encorvada en segmento de círculo, llamado *camon*, que funciona á guisa de rastrillo y es tirado del lado cóncavo por una mula. Para que el plano del camon sea perpendicular al del suelo y pueda llevar la lama, un hombre lo comprime por el borde superior hácia abajo, miéntras que la mula lo lleva arrastrando.

ENSALMORAR.—INCORPORAR.

El cajete es abandonado en esa disposicion por algunos dias, y como presenta mucha superficie á los vientos y al sol, el agua se evapora en parte y toma el lodo una consistencia pastosa más bien que fluida. Se acelera esta operacion decantando el agua por los intesticios de las gualdrillas. Añádese entónces *sal* y *sulfato de cobre*, ó en lugar de sulfato, *Magistral*. **

* Rocas sedimentarias de construccion en forma de placas cuadradas de una vara por largo y tres ó cuatro pulgadas de esepor.

** El sulfuro de cobre y fierro reverberado, es lo que se llama *Magistral*.

Se ha dicho que la reverberacion la hacen los beneficiadores tan mal, que no logran trasformar todo el cobre en sulfato, sino solo una parte muy pequeña, quedando el resto en formas quimicas inútiles al beneficio. El análisis adjunto, que de un *Magistral* de la hacienda de Salgado hice hace un año, me demostró que aquella aseveracion no siempre es exacta. En efecto, el análisis, como se ve, muestra todo el cobre trasformado en sulfatos de protóxido y de óxido. Además, no hace tres meses se mandó de otra hacienda al Sr. D. Gabriel Montes de Oca un poco de *Magistral* y un poco del sulfuro de cobre con que lo habian hecho, recomendando que al primero solo se le tratase por agua y no por ácido nítrico. Hechas las determinaciones de cobre en ambos, resultaron iguales, y de esto presumó que en estado soluble el cobre en el *Magistral*, solo pudo ser en forma de sulfato.

Sulfato de cobre.....	36.340
Idem sesq. óxi fierro.....	15.830
Idem de cobre (Cu ² O. SO ³).....	0.869
Sesqui. óxi. fierro.....	45.166
Humedad.....	1.489
Pérdida.....	0.306
	<hr/>
	100.000

Para minerales de la ley de 3 á 6 marcos, ponen próximamente (1 @) una arroba de sal para cada marco; para leyes de 6 á 10 marcos, (15 lb) quince libras; y en las de 10 marcos arriba, (12½ lb) doce y media libras.

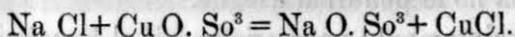
De sulfato de cobre se ponen 7 á 10 libras por *monton*, y se echan 10 á 18 mulas á andar en este lodo, para que sal y sulfato se disuelvan y formen con la lama un todo homogéneo, lo cual se consigue hasta despues de muchas horas, pues comunmente una torta tiene 100 ó 120 montones, es decir, de 12 á 15 mil arrobas.

Cuando la lama ha adquirido la consistencia suficiente para no necesitar del cerco de gualdrillas, época en que se puede reputar contiene un 33 por 100 de agua, se le añade azogue puesto en *gamuzas*, al través de las cuales, por la presión hecha á mano por un operario, sale bajo la forma de lluvia, lo cual hace que se reparta igualmente por la superficie de la torta.

La operacion de añadir la sal y el sulfato la llaman *Ensalmarar*; la de la adición del azogue, *Incorporar*. En muchas haciendas ambas operaciones se hacen en el mismo dia.

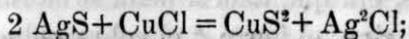
Teoría.—Hay mucha certeza en aceptar la formacion del cloruro de cobre CuCl entre la sal y el sulfato de cobre con que se ensalman las tortas, procediendo de la doble descomposicion de estos cuerpos.

La reaccion debe ser así como se cree:

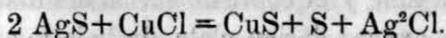


En tal caso, el sulfato de sosa que de ella emana debe ser inerte, y el cloruro de cobre el que opere la cloruración de la plata que el sulfuro simple ó múltiple ó el seleniuro de plata contienen.

Por algunos estudios (de laboratorio) que he hecho, he llegado casi á convenirme, que esta acción se produce entre una molécula del cloruro de cobre CuCl y dos moléculas del sulfuro de plata, así:



ó así:



Por las cantidades de sal y de sulfato de cobre que hemos visto usa el beneficio de patio, y las cuales está probado que son indispensables, se viene en conocimiento que no es su objeto formar solamente aquella cantidad de cloruro de cobre que químicamente necesitaria la plata para trasformarse en cloruro, sino para formar una disolucion de él, de tal concentracion, que obre únicamente sobre el compuesto de plata y no sobre el mercurio; y tambien que quede sobrando una cierta cantidad de sal que forme una disolucion de cierto

grado *que sea capaz*, por su poder disolvente sobre el cloruro de plata, de *determinar* esta cloruración por el cloruro de cobre.

En mis experiencias he creído ver que el compuesto de plata natural no se convierte en cloruro, si no es aquella parte, aquella cantidad que la disolución de la sal puede disolver, y esto es lo que me ha hecho verter el concepto anterior, de que la sal *determina* la acción clorurante del cloruro de cobre sobre el sulfuro de plata.

Esto nada tiene de nuevo, pues con frecuencia vemos que dos cuerpos de grandes afinidades entre sí, no se combinan si no está presente un vehículo que vaya disolviendo la combinación á medida que va ejecutándose.

Mas como suele haber enormes diferencias entre los resultados de las experiencias hechas en los vasos del laboratorio con las de la práctica en grande, voy á conducirme á ese terreno.

Al ejecutar algunas experiencias con la mira de evitar la pérdida del mercurio que se tiene en este sistema de beneficio, encargué, en distintas épocas, á dos beneficiadores amigos míos, de distintas haciendas, que de un mismo cajete de sus respectivas oficinas sacase cada uno dos pequeñas tortas y pusiesen, segun su costumbre, á cada torta la misma cantidad de sal y magistral (ó sulfato de cobre), y en todo las tratasen de la misma manera, esto es, les diesen el mismo número de repasos, la misma pastosidad, etc., etc., exceptuando solamente el que á una no le pondrían azogue.

Este metal es absolutamente necesario y útil al beneficiador para saber, entre otras cosas, cuándo ha concluido el beneficio de una torta, cuándo ha *rendido* toda la plata. Así es que de las dos tortas que cada uno manejaba, una, la que contenía azogue, servía á mis amigos para saber cuándo estaban *rendidas*, y á mí me servía este resultado para saber que las otras contenían ya toda su plata en estado de cloruro. Ahora bien; hecho así, en dos épocas diferentes, en dos haciendas distintas, y por dos personas que ni sabían tener el mismo encargo, va á verse que tuvieron el mismo resultado, pero negativo.

Mi creencia, entónces, era que toda la plata se cloruraba y que un metal más barato que el azogue, el zinc, el fierro ó el cobre reducirían ese cloruro al estado metálico: á plata. El zinc y el cobre no serían los más á propósito, pues teniendo que ponerlos en exceso darían plata de baja ley. El fierro era el conveniente: se puso, se repasaron las tortas para facilitar el contacto del fierro con el cloruro de plata, y cuando se creyó que ésta estaría libre, se añadió el azogue, se repasó de nuevo para producir la *pella*, en seguida se hizo una tentadura, y no contuvo sino pizcas de plata. Pero una vez que la torta tuvo mercurio y se repuso el magistral (el sulfato de cobre), entró en beneficio, comenzó á aparecer *pella*, amalgama de plata, ó limadura como la llaman los beneficiadores; es decir, la plata no se había clorurado ni se cloruró sino hasta que hubo un reductor, el azogue (que no reduce al sulfato de cobre sino solamente

al cloruro de plata), que despojase á la disolucion de sal marina del cloruro de plata que contenia, para que, recobrando su poder disolvente, *determinase* la nueva accion clorurante del cloruro de cobre CuCl sobre el mineral de plata.

Son estos resultados *prácticos* los que hoy me hacen creer que *CuCl* no forma más cloruro de plata sino hasta que la sal está en aptitud de disolverlo.

REPASOS.

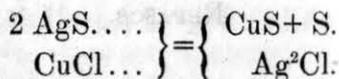
Una vez incorporados los tres agentes, sal, sulfato de cobre y azogue en la masa pastosa del mineral que constituye una torta, se le dan *repasos* con mullas que se echan á andar dentro, gobernadas por un hombre, á cuyo derredor giran, para batirla, y hacer que, además de que tome una composicion homogénea, este movimiento traslade y divida el azogue en globulitos que anden precipitando la plata de la disolucion de la sal que la contiene; cuya accion se verificaria con sumo retardo si se dejase en reposo, pues la difusion del cloruro en la disolucion de la sal marina tendria que verificarse con mucha dificultad teniendo que vencer las fuerzas capilares que la masa porosa, como es la de una torta, le presenta: además, como una parte del globulito que reduce plata se convierte en calomel, Hg^2Cl , que es insoluble, queda cubierta su superficie y poco propia para continuar obrando como reductor, y se hace necesaria una friccion, que de hecho recibe por los *repasos*, para desnudarlo del polvo de calomel y que quede la superficie limpia y apta para obrar pronto su accion desclorurante.

Se puede atribuir otro efecto útil á los *repasos*: el de introducir aire á la masa para que, disolviéndose en el agua, oxide al sulfuro de cobre CuS , que se forma segun la experiencia de los químicos: esta oxidacion que vemos en los laboratorios la facilidad con que se ejecuta, originaria, lo mismo que en estos, la trasformacion en sulfato (CuO. So^3), que en presencia de la sal marina se convertiria de nuevo en cloruro (CuCl), reponiéndose por este medio el que se habia gastado en clorurar el sulfuro de plata, y haciendo esta circunstancia que el grado de su disolucion sea constante durante todo el tiempo del beneficio.

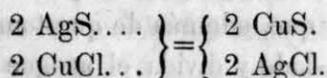
No me parece gratuita esta suposicion, pues tengo entendido que cuando una torta está rendida, si no la lavan se *calienta*: ahora bien; la calentura consiste en que el azogue es atacado por el cloruro de cobre: luego si es atacado no se ha acabado al clorurar la plata, á pesar de que la cantidad es muy corta, como voy á manifestarlo.

Supongamos una torta de 32 quintales y con 6 marcos de plata: á estas cantidades les corresponde, segun lo dicho ya, 16 quintales de agua y 7 libras de sulfato de cobre ($\text{CuO. SO}^3 + 5\text{HO}$): es decir, que á cada arroba de agua le corresponde cosa de 2 onzas de sulfato (1 onza 12 adarmes): este sulfato, convertido en cloruro (CuCl), produce solos 15 adarmes de este agente, lo cual

da una disolucion á $\frac{7}{3000}$ que es sumamente diluida. Sin embargo, es forzoso confesar que en 7 libras de sulfato de cobre hay contenidos 454 adarmes de cobre metálico; cantidad más que suficiente para la desulfuracion de los 768 adarmes de plata contenidos en los 6 marcos, juzgando químicamente, pues esta cantidad solo necesitaria 112 adarmes de cobre admitiendo esta reaccion:



ó exigiria 224 si se admite esta otra:



por las que se ve que para ser cierta la primera hay una cantidad de cobre cuádruple de la que exige, y para la segunda una doble del mismo metal.

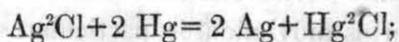
Pero no es esto lo que nos preocupa: ya hemos dicho arriba que los agentes no se usan en cantidades que químicamente serian bastantes, sino en cantidades que produzcan disoluciones de determinada concentracion que les den actividad; y comprendemos que una disolucion tan débil como es á $\frac{7}{3000}$, por poco que se consuma, deberá perder casi toda su actividad, á ménos que haya quien la conserve constante. En todo caso, es un hecho que el sulfuro de cobre *naciente* se oxida al contacto del aire rápidamente, y este fenómeno tiene que verificarse durante el curso del beneficio, y debe tomarse en cuenta.

Decimos que uno de los objetos de los repasos es desnudar á los globulitos de azogue del polvo blanco de calomel que los cubre: en efecto, no admitimos la creencia de algunos de que la reduccion del cloruro de plata ó plata metálica que el azogue efectúa, produzca sublimado corrosivo, porque todo se opone á aceptarla: es evidente que este cuerpo, existiendo en disolucion aun muy diluida, estando en presencia de azogue, se apodera de éste y se cambia en calomel; luego no es posible que exista en las tortas donde el azogue está en abundancia y en un estado de division tal, que precisamente favorece la formacion del calomel.

Se rechaza tambien, y con muy buen criterio, la formacion del calomel, porque “si se formara, dicen, por cada equivalente de plata que se obtuviera se “perderian dos equivalentes de azogue ($\text{AgCl} + 2\text{Hg} = \text{AgCl} + \text{Hg}^2\text{Cl}$), y esto “no es exacto, pues por cada marco de plata que pesa ocho onzas, solo se pierden 10 de azogue”. . . . En efecto, un equivalente de plata pesando 13.50, y dos de azogue 25.00, exigen: que para obtener las 8 onzas de plata se perdiesen 14.8 de azogue, solamente por reaccion química, por *consumido*, como los beneficiadores dicen, cuya cantidad, aumentada de la pérdida mecánica del

mismo agente, ascenderia á un total muy elevado que ciertamente no existe en la práctica.

He dicho más arriba que por experiencias particulares creo que el cloruro de plata que se forma durante el beneficio no es el comun AgCl , sino Ag^2Cl , y á ser exacto esto, la reaccion que produce el calomel será esta otra:



la cual estaria de acuerdo con la parte científica y con la parte práctica: con la primera, porque incluye la formacion del calomel, que es absolutamente innegable; y con la segunda, porque perdiéndose dos equivalentes de azogue que pesan 25, se obtienen dos de plata que pesan 27; cuyas cantidades, referidas al marco de plata, revelan que por cada 8 onzas que de ésta se obtengan, debe perderse 7 onzas 40 centavos de azogue por *consumido*, y 2 onzas 60 centavos *mecánicamente*, dando el total de 10 onzas que pierden por máximum en la práctica.

TENTADURAS.

Las cantidades de sal, de sulfato y de azogue, como lo hemos indicado ya, no son aquellas que matemáticamente son necesarias, consideradas bajo el sentido químico, para producir la cloruracion del cobre, despues la de la plata, y finalmente, la del mercurio: se puede decir que esas cantidades no están en relacion ni con los pesos atómicos ni con los de sus equivalentes. El *beneficio* no usa los equivalentes de la química, sino los suyos, propios á esta metalúrgia.

Frecuentemente sucede en la práctica de este sistema, que la cantidad de sulfato que el metalurgista emplea le resulta corta, y esto depende de que sabe que cuando se excede en ella, corre el peligro de formar una disolucion de cloruro de cobre de una concentracion tal, que en sus afinidades electivas no solamente se limita á obrar sobre el compuesto de plata, sino que alcanza á dirigirse sobre el mercurio, lo cual procura esquivar con una disolucion débil, para ahorrar una pérdida muy nociva á la parte económica del beneficio.

Con las voces *caliente ó calentura*, se designa la circunstancia de haber exceso de cloruro de cobre en la torta, por haberse excedido en las dosis de sulfato, y lo reconocen por el aspecto que toma el azogue.

Por el contrario, cuando el sulfato no está en la cantidad á propósito para hacer marchar bien la cloruracion de la plata con su máximum de accion útil, se dice que la torta está *fria*.

La voz *volada* significa una *calentura* excesiva.

Para poder apreciar estos diferentes estados de una torta, necesarísimos al beneficiador, pues son las riendas del beneficio, se valen todavía de los muy ingeniosos ensayos que se llaman *tentaduras*.

Una *tentadura* es el residuo que deja un pedazo del lodo, tomado en cuanto cabe de todos los puntos interiores y exteriores de una torta, desleído en agua dentro de una vasija en forma de casco de esfera: esta vasija es una *jícara*; moviéndola dentro del agua se logra expulsar todas las partes térreas de la lama, y dejar solamente las partes minerales y metálicas muy densas, que estando en agua limpia y clara, permite verlas con toda comodidad. Se dan á esta *jícara* golpecitos de mano y ciertos movimientos particulares que hacen que los distintos cuerpos que forman el residuo se separen por su orden de densidades, formando una especie de cometa: las partes que en éste se llaman cabellera, núcleo y cauda, en la *tentadura* corresponden á boton, cuerpo y cabeza; la *cabeza* contiene en su extremidad, ó parte más externa, la *liz* de azogue, que es este metal en estado pulverulento, y puede ser que algo en estado de calomel, y en la parte más interna contiene la *limadura*, es decir, amalgama de plata en polvo grueso, blanco, brillante, la cual ni en la torta ni en la *tentadura* se ha reunido todavía al resto de la amalgama, quizá porque un estado molecular propio, diferente del de la otra amalgama, se lo impide: el *cuerpo* está constituido de piritas de fierro, pero principalmente en la parte vecina á la cabeza, tambien contiene *limadura*: el *boton* es el glóbulo de amalgama de un tamaño proporcionado á la cantidad de lama con que se hizo la *tentadura* ($\frac{1}{2}$ ó $\frac{3}{4}$ gramo), y más ó ménos líquido ó pastoso, segun la cantidad de plata que se halla amalgamada: generalmente no está en su lugar á causa de su movilidad, sino que se traslada al punto más bajo del fondo de la *jícara*.

Son estas diversas partes de la *tentadura* las que por sus cantidades, colores, fluidez ó pastosidad indican al beneficiador el estado de beneficio de una torta, qué material le falta, cuál le sobra, qué cantidad de plata ha amalgamado, y en fin, cuándo está *rendida*.

RENDIR.

Se considera *rendida* una torta, cuando á pesar de un beneficio bien conducido y considerado en buenas circunstancias, ni la pastosidad de la *pella* (boton de amalgama de plata) aumenta, y la *limadura* ha desaparecido.

En ese estado, casi toda la plata ha sido separada de la combinacion en que se encontraba en la naturaleza, se ha amalgamado, y está formando con el azogue una masa que, aunque excesivamente diseminada en la inmensa cantidad del lodo de la torta, tiene una densidad muy grande que le permite, diluyéndolo en agua, que éste quede en suspension mientras aquella cae al fondo. Se puede, pues, decantar el agua que arrastra el lodo y deja la plata amalgamada en el asiento.

Pero ántes de proceder así á *lavar una torta*, se ensaya por la balanza si en efecto ha *rendido* toda la plata; es decir, se determina si una poca de amalgama está constituida por cantidades de plata y azogue que estén en la relacion de

las de toda la plata que contiene la torta con las del azogue que se puso, ménos el perdido durante el beneficio, que, como hemos dicho, puede aceptarse en 9 ó 10 onzas por marco.

Ejemplo: Se pusieron 100 montones de 5 marcos; luego el total de plata son 500 marcos: se puso de azogue á razon de 4 libras por marco, 2,000 libras; pero de éste se pierden á razon de 10 onzas por marco, 312 libras; * luego quedan 1,688, que con 250 de plata, dan 1,938 de *pella*.

Se puede, pues, por un raciocinio, saber si la torta ha rendido toda su plata: en efecto, podemos decir: si en 1,938 libras de *pella* hay 250 de plata, en una cantidad cualquiera (la sacada de una tentadura) *un gramo*, verbi gracia, habrá 0.^{gr}.129.

$$1,938 : 250 :: 1 : \infty, \infty = \frac{250}{1938} = 0.\text{gr}129;$$

así es que, si pesando un gramo la *pella* contiene de plata 0.^{gr}.129, la *torta está rendida*.

Esta deducción, lógica y exacta para cuando la torta no tuvo contratiempo, es decir, para cuando no sufrió el accidente de haberse calentado, es, al contrario, falsa para cuando una torta se *vuela*: en este caso no se habrían perdido, durante el beneficio, solamente 312 libras de azogue como lo hemos admitido, sino más, que se pierde en la forma de calomel. Supongamos gratuitamente que la pérdida fué de 1,000 libras, aunque esto sea inverosímil; es claro que quedan en la torta las otras 1,000 libras: ahora bien; supongamos dos casos posibles: uno en que la torta ha rendido ya las 250 libras de plata, y otro en que haya dado solo la mitad. En el primer caso los resultados de los ensayes darían números para establecer una proporción, cuya resolución sería que se había obtenido doble cantidad de plata de la que la torta contenía, cosa que era falsa: en el segundo, el mismo ensaye nos diría que la *pella* contenía toda la plata, que la torta estaba *rendida*, y esto también era falso, y sobre todo, muy grave, pues si se diera por terminado el beneficio, la torta se *lavaria*, y 250 marcos de plata serían *tirados al río*.

He exagerado en este ejemplo las cantidades, solo por usar números sencillos para que se comprenda el fenómeno, por ser muy necesario entenderlo; pues si bien es cierto que no puede verificarse en esa escala, no por serlo en otras que son mucho menores, las consecuencias dejan de ser muy funestas.

Conociendo los beneficiadores el caso en cuestión, no se atienen, muchos de ellos, al *ensaye de pella*, por la insuficiencia que acabamos de verle, sino que á éste añaden el *ensaye de lamas*, es decir, el del lodo que acompañaba á la *pella* ensayada ó que se va á ensayar.

Cuando este lodo tiene únicamente algunos centésimos de marco por mon-

* 231 libras por pérdida química, y 81 por pérdida mecánica.

ton de 32 quintales (0.40 á 0.80), hay seguridad de no tirar la plata, y se considera la *torta rendida*.

LAVAR.

Como lo hemos dicho arriba, la diferencia considerable entre las densidades de la amalgama y el lodo, permite que el agua en que se les diluya produzca la separacion de ambos.

En la primera *tina del lavadero* (que describimos en artículo por separado), sobre el agua que contiene puesta en movimiento de rotacion por la máquina que gira en los fondos de las *tinan*s, arrojan los operarios el lodo metálico en porciones de $\frac{3}{4}$ ó 1 quintal, el cual, cayendo al fondo y estando en masa blanda, pues á la *torta* la *aguadan* de antemano, encuéntrase con las *cruces* llenas de *ramplones*, y es desagregado y puesto en suspension en la masa del agua.

Cargan así el lavadero para cada operacion con 3 ó 4 montones (300 á 500 arrobas) de lodo, y dejan de añadir más: entónces se disminuye la velocidad al movimiento, reduciéndolo hasta tal grado, que solo pueda asentarse la amalgama y una poca de *cabecilla* (polvo de cuarzo), y no la *lama* (polvo impalpable de toda la matriz). Cuando esto se ha conseguido, se dejan ir las aguas por la última *tina* al rio.

Estas operaciones se continúan en los mismos términos con toda la *torta*.

El *beneficiador* ejecuta tambien esta parte del beneficio con todo juicio, pues jamás *descarga el lavadero*, jamás derrama las aguas de las *tinan*s fuera de su hacienda, sin hallarse persuadido, por las *tentaduras*, que la *pella* se asentó. Antes de descargar toman agua de la primera *tina*, de muy cerca del fondo, de cerca de la capa de *pella* que allí se encuentra, y de esta agua examinan el residuo metálico que, como hemos dicho en la parte respectiva, constituye éste una *tentadura*. En la última *tina* hay un agujero á cierta distancia del fondo, por el que sacan una poca de agua, de la cual hacen otra *tentadura*: cuando ambas manifiestan que el *lavadero* asentó toda la plata que es capaz, es cuando se descarga. Además, las *laman*s salidas del lavadero no van directamente al rio, junto al que están situadas todas las haciendas, sino á otros depósitos, en donde con la parte cuarzosa de la matriz, que llaman *cabecilla*, las *piritas* y otros cuerpos densos y ménos pulverizados que la *lama*, se depositan los últimos restos de la *pella*.

Cuando la cantidad fuese costeable al modo de extraccion que es la *planilla*, allí se tiene disponible para aplicarla; pero me parece que si las haciendas tienen aún *planillas*, es solamente para algunos casos excepcionales, para aquellas eventualidades que no está en la mano del hombre impedir. Creo que el número de *planillas* es hoy muy reducido, y que pertenece, no á las haciendas, sino á gentes que buscan, con solo la intervencion de su trabajo, un corto re-

curso á sus pequeñas necesidades. De ser así, como lo creo, se deduce un buen resultado en la práctica del beneficio, que no puede ménos de hacer honor á los hombres que lo manejan. Y ciertamente yo he experimentado verdadera satisfaccion al reconocérselos, viendo que personas sin conocimientos teóricos, obren prácticas que están en concordancia con la ciencia de la química.

APURAR.

La amalgama de plata depositada en el fondo de las tinas del lavadero, no es pura: está muy revuelta con piritas y mucha *cabecilla* que intencionalmente se la deja aposarse para que le sirva de resguardo é impida salirse en las *descargas*.

Se la extrae y trasporta, para *apurarla*, á otro sitio.

Esta otra operacion se hace colocándola por partes en grandes *bateas apuradoras*: son éstas unas vasijas de madera de una sola pieza, que ponen á flote en el agua de unos *tanques*. Cada hombre maneja una batea, á la cual hace le éntre y salga agua del mismo tanque, por movimientos tales, que hacen salir de la batea todos los cuerpos extraños, quedando solo la pella.

Una vez reunida toda la que contienen las diversas tinas del lavadero, y ya estando depurada, la trasportan á la *Azoguería*, sitio en donde en un gran vaso de mampostería ó de fierro, que contiene una cantidad de azogue conocida, la disuelven fácilmente. Se comprende que todos los cuerpos extraños que la acompañan hasta ahí, tales como el agua, tierra, pedacitos de cuarzo, clavos y trozos de las herraduras de las mulas, etc., flotan y se les puede separar mecánicamente; y en efecto, así lo hacen uno ó dos operarios, valiéndose para el efecto de paños de *jerga*.

Una vez depurada de estas impurezas, se echa la disolucion de plata sobre un filtro de lona hecho en forma de cono muy agudo y de la capacidad de unos 150 cuartillos, el cual retiene la amalgama y deja pasar el exceso de azogue que la mantenía líquida.

Se procura hacerla abandonar todo el azogue necesario para dejar una pasta consistente con que se pueda hacer una columna de cerca de 36 pulgadas de elevacion y 20 de grueso.

Esta columna no la forma un solo sólido, sino varios, que llaman *bollos*; son pequeños sólidos como los que resultarían de cortar dicha columna, primero en secciones horizontales, y luego por sus diámetros, en inclinaciones de 40 á 35 grados. Se hacen estos *bollos* en moldes de metal ó de madera con la pella, por compresion y golpes de mazos de mano.

Los bollos son llevados al lugar de la *quema*.

QUEMA.

El lugar donde se *quema* la plata para privarla del azogue y recoger éste, es una pieza abierta generalmente por tres de sus cuatro lados, de techo cónico terminado por una chimenea, y cuyo piso tiene en el centro una horadacion circular revestida de fierro, que comunica con un caño subterráneo atravesado por agua fría.

En esa horadacion, que se llama *vaso*, porque de éste tiene la figura, se sienta un banco de fierro llamado *candelero*, y recibe en su parte superior un disco del mismo metal ó de bronce, *el platillo*, perforado en el centro, lo mismo que el candelero y el vaso, por una abertura circular de 4 pulgadas de diámetro. Es sobre el disco, que sobresale del nivel del suelo cerca de 6 pulgadas, donde, despues de cubrirlo con una capa delgada de ceniza, se van sentando los bollos en capas, de la forma de una seccion horizontal de columna; una segunda capa es puesta encima con interposicion de ceniza, y así sucesivamente hasta formar una columna de plata de 36 pulgadas algunas veces, y de un diámetro próximamente de 20 pulgadas: durante su hechura lian la parte inferior con hilos de jarcia, á fin de que su propio peso no la desgaje, y entre los bollos dejan espacios que permitan salir por ahí el vapor del azogue.

Se cubre esta columna de plata llamada *piña*, por un capelo de fierro ó bronce, que deja entre sus paredes y la *piña* un espacio sobrado para que los vapores mercuriales puedan circular libremente. Ya hemos dicho que el *capelo*, al cual otras veces se llamó *capellina*, hoy se llama *campana*.

El ajuste contra el suelo, más bien dicho, contra los labios del *vaso*, lo hacen interponiendo entre éstos y los de la *campana*, ceniza tamizada y húmeda. La campana es rodeada en seguida y durante la *quema*, por fuego de carbon de madera que le sostienen rodeándole unos enormes *adobes* parados en contorno á 9 ó 12 pulgadas de distancia.

El azogue se desprende de la masa metálica, y por su propia tension sale por los espacios que dejan entre sí los bollos, y luego por entre el candelero hácia el caño que recorre el agua fria, en donde se condensa y va con ésta á caer á una *pila*, á un depósito de mampostería que es la *desazogadera*.

Al fin de 24 horas la plata ha perdido la *casi* totalidad del azogue: la *piña* se desagrega en *bollos*, y si se ha de acuñar ó marcarle la ley, se le lleva al Ensaye de la Casa de Moneda para que se haga oficialmente.

Es de esta misma manera como se quema la plata mixta recogida en los arrastres durante la metalúrgia del oro, y se la conduce tambien á la Moneda para apartarla, amonedarla ó marcarle las leyes de plata y oro.

TEORIA DEL BENEFICIO.

Estoy en la inteligencia que D. Federico Sonneschmid es el primero que haya dado una teoría científica. De sus palabras se desprende que aceptó, que entre la sal y el sulfato de cobre del magistral que entónces se usaba exclusivamente, se formaba cloruro de cobre, y que éste, por su ácido clorhídrico, dice, cloruraba la plata, que á su vez era reducida por el mercurio que quedaba, en la forma de calómel. Esta teoría, en lo general, es para mi modo de ver, excelente: solo hay en ella un punto que discutir, un pormenor que reformar.

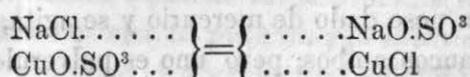
No ha faltado quienes la nieguen, quienes la rechacen, fundándose en dos observaciones ciertas y poderosas positivamente. Es una, no haber podido extraer de una torta en beneficio, por disolventes, el cloruro de plata; de lo cual deducen: "La plata no se clorura." Es la otra, que perdiéndose ménos azogue que el que debe de perderse por la formacion del calómel, "éste no se forma," dicen, supuesto que no existe esa pérdida. Añaden más: que el cloruro de cobre haria montar la pérdida del azogue á mayor suma, pues ese agente lo ataca mucho; y como esto tampoco sucede, queda inadmisibile la teoría de aquel ilustre hombre. Se ve, pues, que son razones bien fundadas las que dan; pero no obstante, no son suficientes para destruirla. Vamos á estudiar cada una de esas reacciones, esto es:

1ª ¿Se forma cloruro de cobre CuCl entre la sal y el sulfato de cobre? ¿Por qué no ataca al azogue?

2ª ¿Se clorura la plata?

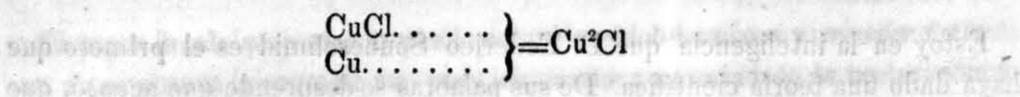
3ª ¿En qué forma se pierde el azogue?

1ª ¿Se forma cloruro de cobre CuCl entre la sal comun y el sulfato de cobre? Cuando se mezclan dos disoluciones, una de sal y otra de sulfato de cobre, en los grados de concentracion que las usa el beneficio, el color azul débil de la de sulfato, se cambia inmediatamente en verde, es decir, en el del cloruro de cobre CuCl: luego este cuerpo se forma por doble descomposicion



Si á la nueva disolucion que resultó se le añade cobre precipitado recientemente, en cantidad igual á la que la disolucion contiene, desaparece el color verde, desaparece el cobre, principalmente si interviene el calor, y aparece un polvo blanquizco. No se puede decir que este polvo sea de un sulfato bibásico de cobre $2\text{CuO} \cdot \text{SO}^3$, porque para que éste pudiera formarse, habria sido preciso que el cobre que se disolvió hubiera ido en estado de óxido $(\text{CuO} \cdot \text{SO}^3 + \text{CuO} = 2 \text{CuO} \cdot \text{SO}^3)$; y no fué así, sino en estado metálico, lo cual

indica que ese polvo blanquizo es de subcloruro de cobre formado por esta reaccion, á expensas del CuCl que allí existia.



Si en lugar de cobre precipitado, se añade á la disolucion verde-plata metálica, pierde su aspecto metálico y se cambia en un polvo violado igual al cloruro de plata atacado por la luz, es decir, á lo que algunos químicos tienen por subcloruro de plata: que es de cloruro de plata, es un hecho, pues se disuelve como tal en las disoluciones de sal y de amoniaco. Los Sres. Durochet y Malaguti han visto esto mismo, es decir, que se forma subcloruro de cobre Cu^2Cl y cloruro de plata.

Esta cloruracion de la plata tan rápida, no puede, segun la experiencia, producirla la sal comun, y es preciso atribuirla al cloruro de cobre CuCl, que como he dicho, pasa al estado de subcloruro Cu^2Cl .

Se ve, pues, que la formacion en ambos experimentos de subcloruro de cobre proviene de la reduccion del protocloruro CuCl que *existe cuando se mezcla una disolucion de sal y otra de sulfato en las mismas condiciones de dilucion que se usan en el beneficio*: de donde se infiere que en éste, en las tortas tambien se forma.

Se podria decir que no, porque las matrices deben influir poderosamente en las reacciones químicas; pero á esto se contesta, haciendo notar que las matrices no son más que cuarzo ó silicatos poco ó nada alterables en las reacciones de la vía húmeda, pues los carbonatos de cal (espato calizo), el doble de cal y magnesia (Dolomia), el fluoruro de calcio, las piritas y los óxidos de fierro, ni existen siempre ni están en cantidades que pueda atribuírseles un *papel principal y constante* en las reacciones. Debe, pues, admitirse el cloruro CuCl en el beneficio de patio.

¿Por qué no ataca al azogue? La solucion de este punto no tiene explicacion favorable. Cuando en la disolucion de sal y sulfato de cobre que hemos estudiado arriba, se pone un peso dado de mercurio y se agita, aparecen dos especies de precipitados, blancos ambos; pero uno es pulverulento; el otro es formado de grumos pequeñitos; el primero es pesado, y el otro flota por largo tiempo; aquel se ennegrece por el amoniaco, y éste termina por disolverse y colorar de azul el amoniaco: en cuanto al azogue, se granula, se divide casi á polvo y se pinta de aplomado y aún de negro; lavándolo y restregándolo en agua, abandona al mismo polvo blanco, pesado, que existe en el licor. Este polvo es calomel; el otro es subcloruro de cobre Cu^2Cl ; y el azogue ha perdido en pocas horas más de 6 por 100 de su peso. Esto es un hecho; pero tambien lo es que sal y sulfato de cobre se pone á las tortas, y que allí esta mezcla no ataca

al azogue. Se podría decir que la afinidad de este cuerpo por el cloruro de cobre es disminuida por la mayor afinidad de la plata del mineral por el cloro del cloruro de cobre.

Sin embargo, cuando se colocan juntos el compuesto de plata, el mercurio y el cloruro, no se observa esa preferencia, sino que siempre el mercurio es atacado; pero hay una experiencia digna de tomarse en consideración, y es esta: que cuando al conjunto de esos tres cuerpos se le añade *cabecilla* (polvo de cuarzo), entónces no es atacado y la amalgamación se efectúa.

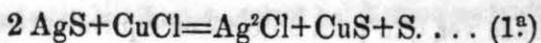
La observación de que los cuerpos *inertes*, quiero decir, aquellos que nada ceden ni sufren ponderalmente, influyen en el beneficio, ha sido consignada. Domeyko, químico de Chile, en su Tratado de Ensayes de este año (1876), dice que la acción del mercurio la han encontrado los Sres. Durochet y Malaguti, más fuerte sobre el sulfuro de plata natural de un criadero ferruginoso que sobre el de otro arcilloso (: 2,74: 1,76); y luego añade: “en esta acción directa del mercurio sobre el sulfuro, tienen influjo, en *primer lugar*, los criaderos, pues la cantidad de sulfuro que se amalgama en un criadero arenoso, es cuádruple de la que en igual tiempo se rinde en un criadero arcilloso; y en *segundo lugar* la presencia de ciertas sales; así el sulfato de fierro da casi “doble, y la de sulfato de cobre casi triple. . . .”

Esta acción, que se puede reputar de aquellas de *presencia*, que por su modo de obrar son llamadas así, podría explicarnos que si es cierto que el cloruro de cobre ataca al azogue en las experiencias comunes del laboratorio, *esta acción no se produce en las tortas, por la presencia de un polvo como el que las forma, cuarzo, cabecilla, que lo impide*: tal es la deducción que se saca de la última experiencia que he citado y los conceptos vertidos por Domeyko.

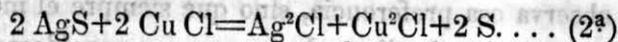
2ª ¿Se clorura la plata? Ya hemos visto que siempre que se mezclan sal y sulfato de cobre, se forma una disolución que, con el cobre, produce Cu^2Cl ; con la plata metálica, cloruro violado de plata; y con el mercurio, Hg^2Cl . En vista de esto, forzosamente hemos tenido que ver que en esa mezcla se forma CuCl .

Ahora bien; cuando en una disolución semejante, es decir, conteniendo sulfato de cobre y sal en exceso, como en el beneficio, ó sea cloruro de cobre, cloruro de sodio y sulfato de sosa, se pone un pedacito de una de las especies minerales que aquí se benefician, y además unas gotas de azogue, se observan dos cosas: primera, que el mineral se oscurece y presenta algunos puntos amalgamados: segunda, que el licor contiene subcloruro de cobre Cu^2Cl , en suspensión una parte, otra disuelta, y además, disuelto también, cloruro de plata.

a—*El color del mineral se ha oscurecido porque lo cubre polvo negro de sulfuro de cobre, que (después de bien lavado el pedacito de mineral) pinta fuertemente de azul al amoníaco. Este sulfuro debe provenir de esta reacción:*

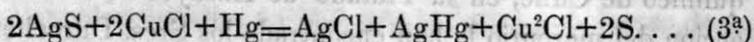


Domeyko dice que en iguales condiciones, los citados Durochet y Malaguti han visto formarse cloruro de plata, subcloruro de cobre, y quedar libre azufre. En mi concepto no es cloruro de plata, sino subcloruro, y la reaccion podrá ser esta:

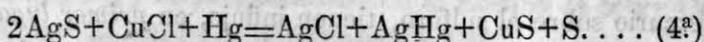


Pero sea la deducción que consigna el origen del sulfuro de cobre que cito, sea el hecho visto por estos químicos, el resultado es que la una supone la cloruración de la plata, y el otro la confirma.

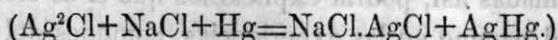
b—Los puntos amalgamados pueden provenir de esta reaccion:



ó de esta otra:



Dice terminantemente Domeyko, que el subcloruro de plata en contacto con la sal se convierte en cloruro que se disuelve y en plata que se separa: el subcloruro formado en las dos primeras reacciones podrá descomponerse así, y la plata que se produce seria la que forma los puntos amalgamados.



c—El licor contiene subcloruro de cobre por reduccion del protocloruro (reacciones segunda y tercera).

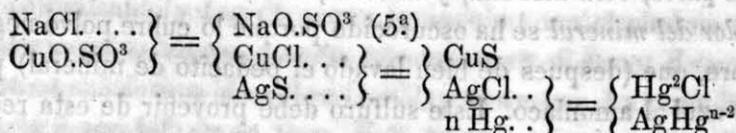
d—El licor contiene cloruro de plata, cosa que se demuestra fácilmente, pues diluyéndolo se precipita ántes que el subcloruro de cobre, que es ménos pesado.

Si pues estas reacciones, que simulan las del beneficio, hacen que la plata se clorure, para aquel, no hay razon por qué dudarle.

Antes de pasar á la tercera y última cuestion, quiero llamar la atencion sobre un punto muy interesante para la teoría del beneficio.

Una de las objeciones más fuertes, y quizá la mayor que se ha hecho para negar la cloruración de la plata, y con ella la teoría de Sonnenschmid, ha sido la de no perder en la práctica la cantidad de azogue que esta teoría arroja.

Esta teoría puede representarse así:

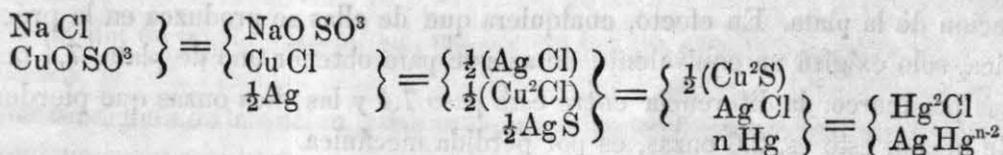


Y en efecto, ella hace ver que para obtener un equivalente de plata, deberia

perderse dos de azogue: es decir, que para cada 8 onzas de plata (1 marco) que obtuvieran, les costaria 14 onzas 8 décimos de azogue. Ya he dicho en otro punto, que solo pierden 9 ó 10 onzas por total, y esta cantidad está muy lejana de la de la teoría ciertamente.

No pudiendo sostener negativamente la formacion del cloruro de cobre, ni la cloruracion de la plata, ni la reduccion de este cloruro á plata metálica por medio del azogue, se ha apelado por unos á suponer que todas nuestras especies minerales llevan *al patio* la mitad de la plata en estado nativo; y por otros, que el azogue se pierde en la forma de sublimado corrosivo, el cual solo requiere la mitad del azogue que el calomel para formarse.

Con la primera suposicion nada se conseguiria, ni debe aceptarse, porque el punto de partida es falso: ambas cosas se ven en estas ecuaciones que dan los que piensan así:

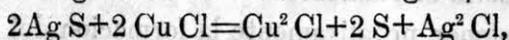
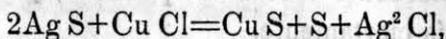


las cuales nos muestran que así se obtendria un equivalente de plata, y se perderian dos de azogue.

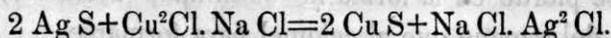
Con la segunda solo se perderia un equivalente de dicho metal; pero no puede admitirse, pues en una torta que solamente tuviese una ley de 6 marcos como la que escogimos para ejemplo, hablando de la trasformacion del sulfuro de cobre en sulfato, resultaria que cada cuartillo de agua contendria 11 granos de sublimado corrosivo (3 libras 12 adarmes en el monton); y como se ve, que ni los operarios sufren ningun daño, á pesar de tener las piernas muchas horas dentro de las tortas, ni las mulas sufren tampoco, estando en las mismas condiciones y comiendo lama (de las tortas) en tal cantidad, que muchas tienen en los intestinos bolas de plata del tamaño de una lima, cuyo tamaño representa un volumen enorme de lodo, y una cantidad grande de agua (el tercio del peso del lodo), ni las palomas sufren nunca mal alguno, bebiendo el agua que se deposita en las huellas que dejan las mulas en las tortas; se deduce terminantemente, que dicho cloruro ó sublimado corrosivo, no es la forma química con que el azogue se pierde. Añádase á esto, que este cuerpo, en presencia del azogue, se transforma completamente en calomel.

Se verá en todo lo que he expuesto, que el resultado de las discusiones viene á sostener la teoría de Sonneschmid. Pero ¿y cómo cohonestarla con la contraposicion que da la práctica? ¿Cómo explicar el que no se pierde del azogue la cantidad que esa teoría exige? Este es el punto interesante sobre el que quiero llamar la atencion. Sonneschmid ha dicho que la plata se clorura, y he-

mos entendido que se trasforma en cloruro AgCl , que se forma segun las reacciones 1ª y 2ª, que vuelvo á reproducir aquí:



á las cuales añado esta otra, que me consta casi de un modo completo, que se verifica en las experiencias de laboratorio que he hecho:



Ahora bien: introdúzcase en la teoría una de estas reacciones, ó dos, ó las tres, como siendo las que producen la cloruración, y se quitará el único inconveniente que ha habido para aceptar con entera libertad la cuestionada cloruración de la plata. En efecto, cualquiera que de ellas se produzca en la práctica, solo exigirá un equivalente de azogue para obtener uno de plata, 7,4 onzas por marco: la diferencia entre este peso 7.4 y las diez onzas que pierden de hecho, esto es, 2.6 onzas, es por pérdida mecánica.

Me consta que hay quienes tienen por hipotética la existencia del subcloruro de plata; y debo recordar aquí algunos hechos que hagan desaparecer tal creencia. Cuando al cloruro comun AgCl se le expone á la luz, y se pone violado, se dijo que este color lo debia á la plata metálica que queda mezclada con una parte de cloruro no descompuesto. Me parece que Davane y Barreswill fueron los primeros que negaron esa explicacion, y dijeron que el color lo debia al del subcloruro que se formaba. Ya desde los primeros dias de existencia de las imágenes Daguerrianas, se explicaba su formacion, diciendo que todas las partes de la placa heridas por la luz, estaban constituidas de un subioduro, sub-bromuro ó *subcloruro de plata*, cuyos cuerpos, dotados de *afinidad por el mercurio*, hacian que éste se fijara en ellos y produjeran las partes blancas de aquellas imágenes; y como el resto de la placa estaba cubierto por ioduro, cloruro ó bromuro, que ninguno tenia esa afinidad, allí no se fijaba el azogue. Más tarde los químicos citados han demostrado que, respecto al cloruro, herido por la luz directa del sol, la coloracion la debe al subcloruro que se forma y no á la plata metálica; haciendo ver, que ni el azogue amalgama nada, cosa que prueba que no hay plata libre, ni el ácido azótico impide que el cloruro tome esa coloracion, cosa que impediria si fuese plata la que la produjera, pues se disolveria á medida que fuese produciéndose. Se ve, pues, que el cloro y la plata en sus *afinidades, de circunstancias*, pueden producir un subcloruro en las condiciones á que el hombre los expone.

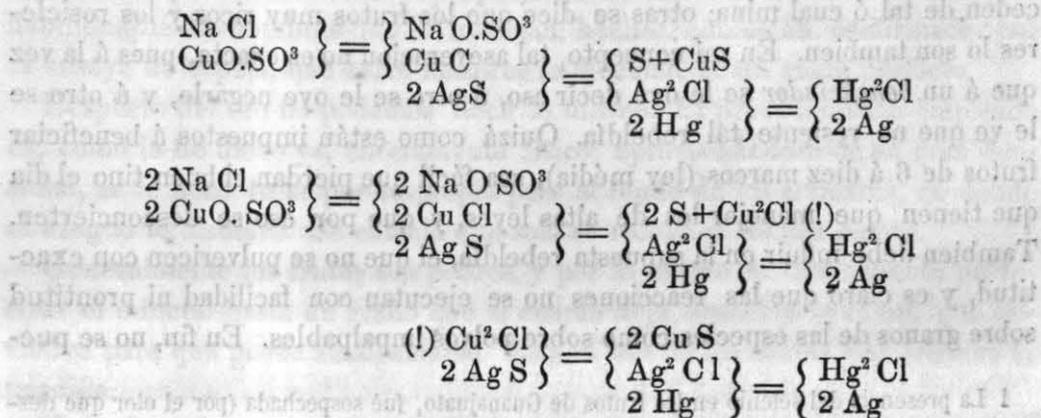
Añadamos á este hecho, que Domeyko, en cinco especies de plata córnea, procedentes de dos minas, de Yerba-Loca y Algarrobo, ha encontrado, despues

de aislarles la plata metálica que contenian: 50.33—23.32—6 76—16.06—13.88 de *subcloruro de plata*, acompañados de 46.34—74.00—91.69—83.58 y 84.48 de cloruro del mismo metal. (Tratado de Ensayes, por D. Ignacio Domeyko, Paris, 1876.)

Si pues en las reacciones de la química humana y en las de la naturaleza existe el subcloruro de plata, sale del terreno de la hipótesis la formacion del mismo en el beneficio, y cabe en la teoría. Toca á los científicos comprobar el hecho.

3ª ¿En qué forma se pierde el mercurio? En la discusion anterior hemos dejado consignada la idea, con sus pruebas, de que la plata se clorura: ahora para que ésta se reduzca, puede atribuírsele varias causas: la luz solar, el fierro de las herraduras de las mulas, y el azogue. Seria nímio atribuir la *reduccion total* á las dos primeras: ni todo el cloruro es visto por el sol, ni en todas las haciendas se revuelven, se *repanan* las tortas con animales herrados: sabido es que en la antigüedad los repasos los hacian hombres, y hoy, en la hacienda de San Francisco de Pastita, se hace con máquinas de madera. El mercurio es, pues, el reductor. ¿Bajo qué forma se consume? Ya lo hemos dicho: no bajo la de sublimado, porque 5 á 20 gramos de este cuerpo por cuartillo de agua, en cuyas proporciones se encontraria en los casos del beneficio, producirian efectos que jamás se han visto; no tampoco, porque habiendo siempre un exceso de azogue, éste lo trasforma, áun en disoluciones muy débiles, en calomel. Queda, pues, que solo bajo esta forma puede perderse.

Se debe, pues, admitir sin violencia para la teoría del beneficio, las reacciones que siguen:



con las cuales se explican los resultados prácticos de tal sistema.

SEGUNDA PARTE.

MINERALES PROPIOS É IMPROPIOS PARA ESTE SISTEMA.—DURACION Y ACCIDENTES QUE LE ACONTECEN.—INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.—CARACTÉRES DE LA MARCHA DEL BENEFICIO, DADOS POR LAS TENTADURAS.—REACTIVOS QUÍMICOS Ó INGREDIENTES Y LA INFLUENCIA DE SUS CLASES.—APRECIACION DEL SISTEMA Y SU MANEJO.

MINERALES PROPIOS É IMPROPIOS.

En otro lugar se ha indicado ya que las especies minerales que por este sistema se benefician en Guanajuato, y proceden nada más del Distrito minero del mismo nombre, son: el sulfuro de plata en sus formas mineralógicas de *plata dúctil y polvorilla*, y los sulfuros múltiples que constituyen á los *rosicles claro y oscuro*, así como á la *polybasita* y *plata agria*, y aparte de éstos, aunque en menor cantidad, el *seleniuro de plata* que proviene de las minas de la parte oriental y norte-oriental del Distrito (Santo Niño del Nayal, Peregrina, Capulin, Barragana y Villalpando).¹

Todas estas especies son á propósito. Algunas ocasiones se oye declarar *rebeldes* á algunos frutos que, aunque los constituyen las especies indicadas, proceden de tal ó cual mina; otras se dice que los frutos muy ricos y los *rosicles* lo son tambien. En mi concepto, tal aseveracion no es exacta, pues á la vez que á un *beneficiador* se le oye decir eso, á otro se le oye negarlo, y á otro se le ve que no resiente tal rebeldía. Quizá como están impuestos á beneficiar frutos de 6 á diez marcos (ley média), sea fácil que pierdan el buen tino el dia que tienen que manejar los de altas leyes, y que por eso se desconcierten. Tambien debe influir en la supuesta rebeldía, el que no se pulvericen con exactitud, y es claro que las reacciones no se ejecutan con facilidad ni prontitud sobre granos de las especies como sobre polvos impalpables. En fin, no se pue-

¹ La presencia del selenio en los frutos de Guanajuato, fué sospechada (por el olor que desprendian algunas fundiciones) desde hace muchos años, por mi respetado amigo el Sr. D. Luis Robles Pezuela y su hermano D. Manuel (Geología de D. Andrés del Río). Cuando le comuniqué á mi amigo el Sr. Navia, que los frutos del Nayal lo contenian, este señor extendió el estudio á los de otras minas, y lo encontró en las citadas y otras más de otros rumbos.

Así se descubrieron ejemplares de *seleniuro de plata*, y además, que una parte del oro del Nayal está combinado con el selenio ("La República." Núm. 68.—Guanajuato, 8 de Octubre de 1874.—Fernandez y Navia.)

de negar la tal *rebeldía* desde el laboratorio, á hombres que la experimenten en la práctica; pero de que exista, no se puede inferir que los frutos que se la presenten sean *impropios* para el beneficio de Patio.

Entre los frutos rebeldes, hay unos que designan *oxidados*. Nada conozco de la naturaleza de ellos, y por lo mismo, no es posible opinar respecto á qué deban la rebeldía.

Aparte de encontrarse la plata en las especies citadas, se la encuentra tambien, pero en menor cantidad, con las piritas. El Sr. Glenny ha encontrado una piritita no cristalizada, la cual, muy pulverizada y leixiviada en una jícara, no mostró en esta *tentadura* contener ninguna especie mineral de plata de las citadas, sino puramente piritita, y no obstante, por el ensaye á la copela, dió 20 por ciento de plata.

Los residuos del beneficio, privados de toda la parte mineral no metálica, conservan el polvo de las piritas que contienen, y se las ve con todos sus caracteres naturales y en polvo muy grueso. Fácil es ver en esto que las reacciones químicas no ejercen accion alguna sobre ellas.¹

Ahora bien; sea que en las piritas comunes, por no pulverizarse suficientemente, el sulfuro de plata escape al beneficio por estar dentro de la piritita, ó sea que en la que ha visto el Sr. Glenny, por la combinacion en que está, segun parece, escape tambien, estos dos estados de la plata serian los únicos *impropios* de los conocidos. . . .

En suma, el caso general es que se extrae la plata con este procedimiento en una cantidad tal, que hay varias haciendas en que la lama de cada torta de 100 ó más montones (de 32 quintales), que tiran al rio, la venden al *Planillero* en seis ú ocho pesos. Este miserable precio hace ver la bondad del sistema y la habilidad de los hombres que lo manejan; hechos que están confirmados por el ensaye de copela, que entre nosotros lo ejecutan de un modo perfecto.

Respecto del oro no podemos decir lo mismo. El procedimiento empleado es, como lo he dicho ya, enteramente físico: aprovechándose de su gran densidad, se le hace bajar por su propio peso al fondo de los arrastres, en donde el azogue lo disuelve. Se calcula que solo se recoge el 80 por ciento.

Generalmente los frutos son pobres, y por lo mismo no tiene cuenta pulverizar el mineral hasta un grado que el cuarzo deje descubierto el oro que envuelve para que pueda amalgamarse. Esta es una de las causas que originan la pérdida.

Hace dos años se descubrió una mina pobre de plata, pero rica de oro, y de

¹ Un espejo de piritita de los que hacian los indigenas, ha sido extraido del suelo del fondo de un rio, en Jerécuaro, y regalado á nuestro colegio: su superficie está tan tersa, que no ha perdido la calidad de espejo, y esto probablemente habiendo permanecido sepultado algunos siglos.—Mayo 1878.

sus frutos solo se extrajo de 33 á 50 por ciento. Estudiando estos frutos resultó que una parte del oro estaba combinada con el selenio. Mi amigo Leonardo Inigo empleó el procedimiento del Dr. Wurtz;¹ la amalgama de sodio destruyó perfecta y completamente esta combinacion en las experiencias que me mostró, y produjo una *pella*, conteniendo todo el oro y toda la plata del mineral sujetado al experimento. Como mi amigo operaba sobre mineral privado de su matriz, el contacto de la amalgama con el seleniuro de plata y oro era fácil, y su accion química muy eficaz: el selenio era puesto en libertad y flotaba en el agua inmediatamente, al paso que el oro y la plata quedaban amalgamados. Aplicada la amalgama de sodio á los arrastres, no dió el mismo resultado, pues se destruía indudablemente mucho ántes que llegara á tener contacto con el seleniuro de plata y oro. Así como en los frutos de esta mina (Nayal), el oro combinado no puede ser amalgamado, y que dicha combinacion es la causa de la pérdida, pues que tampoco los agentes usados durante la metalúrgia de la plata, la destruyen; así tambien es de presumirse que igual causa motive las pérdidas en frutos de otras minas, pues ya he dicho que el Sr. Navia ha encontrado selenio en un gran número de ellas.

Frutos del Nayal rinden hoy 62 á 70 por ciento; yo ignoro si es porque ha aumentado el oro nativo y disminuido el combinado, ó si los frutos piritosos de otra mina que ahora les asocian, favorecen la disociacion del oro y el selenio expeditando la amalgamacion. De todas maneras, la cantidad perdida es deplorable, pues como el monto del oro recogido cada tres ó cuatro meses ha sido en la hacienda donde benefician esos frutos, de un millon de granos, la cantidad de lo perdido asciende á \$ 10,000, ó sean de 30 á 40,000 anuales.

La gran estabilidad de dicha combinacion, que hemos creido ver el Sr. Navia y yo, hace tener desconfianza en encontrar un agente químico que la destruya y dé al oro el estado libre necesario para su amalgamacion.

DURACION DEL BENEFICIO.

Parece que el *mínimum* de la duracion de una torta en beneficio, es de diez dias, y el tiempo medio es de veintidos.

El calor es favorable, y las lluvias y el frío le son adversos.

Estando Guanajuato á 2,010 metros de altura, su clima no es muy caliente. En la primavera sube el termómetro de Celsius en la sombra, á 29 ó 30 grados. Es probable que las tortas, no obstante su gran masa, y que el poder de absorcion del agua, que forma una tercera parte, es muy grande, adquieran de calor sensible 3 ó 5 grados más.

¹ "La Naturaleza," tomo I, pág. 329, 1869-1870.—Santiago Ramírez.—México.

En el estío las lluvias debilitan mucho las disoluciones de la sal y del cloruro de cobre, y por consiguiente, aunque para éste se concediera que no pierda parte de su acción clorurante, es un hecho que la disolución de sal disolverá menor cantidad del cloruro de plata, y que la reducción marchará más lentamente: además, el azogue en un lodo aguado no se subdivide bastante, y esto trae consigo que su radio de acción sea menor.

En el invierno la temperatura desciende ántes de la salida del sol á 0° y áun á ménos, y entónces las tortas se *calientan*.

La *calentura*, hemos dicho ya, que es un accidente perjudicial, porque origina una pérdida de azogue, y se ha señalado como causa la existencia de un exceso de cloruro de cobre, proveniente de haberse excedido el beneficiador en la dosis del sulfato de cobre; ahora encontramos en el frío otro motivo para el mismo accidente. Se cree por algunas personas, que el frío, congelando el agua de la superficie de una torta, origine que el cloruro de cobre que es abandonado, se disuelve en el agua no congelada, la cual, concentrándose, ataca no solamente al mineral de plata, sino también al azogue. La actividad del cloruro de cobre aumentada por la concentración, es, según nuestro modo de ver, la causa; pero sola no es de aceptarse, porque de hecho esta concentración es mayor por causa de la evaporación que el sol produce, y sin embargo no aparece el fenómeno de la *calentura*, sino que al contrario, queda dicho que es favorable. La causa debe ser que el orden de afinidades del sulfuro de plata y del azogue por el cloro del cloruro de cobre, se cambien: si á la temperatura de los rayos solares es mayor la del primero, á la temperatura de las mañanas del invierno, es inferior, y mayor la del mercurio.

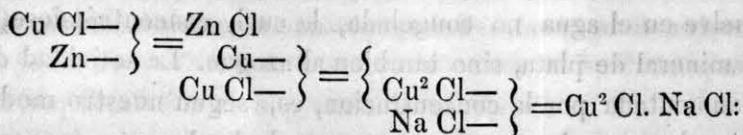
CARACTÉRES DADOS POR LAS TENTADURAS.

Se reconoce que una torta está *caliente*, es decir, que el cloruro está atacando al azogue y transformándolo en calomel (Hg^2Cl), bien sea en tiempo de calores porque haya un exceso de tal agente, ó bien en tiempo de frios, en que aunque esté en la cantidad justa, la afinidad del azogue predomine; se reconoce, repito, en que el azogue se cubre de un color gris aplomado.

El *boton*, descrito ya en el artículo "Tentaduras," se reviste de ese color: la *limadura* que reside en el *cuerpo* y en la *cabeza* de la tentadura, pierde su aspecto metálico brillante y queda blanco mate, ó también gris azulado. Restregados el *boton* ó la *limadura* con la yema del dedo pulgar contra el fondo ó la pared de la *jícara*, que son negros, abandonan en este caso un polvo blanco, proporcionado al grado de calentura, que á manera de humo ó nube, se levanta flotando en el agua que se ha dicho acompaña á una tentadura. Este polvo, en las experiencias del laboratorio, ha resultado de *calomel*. Cuando la ca-

lentura es excesiva, el *boton* se divide en *glóbulos*, y el color gris azulado sube hasta ser casi negro.

Supuesto que la causa de la *calentura* es un exceso del cloruro de cobre (sea el Cu Cl ó el Cu^2Cl),¹ si á un químico se le preguntara cómo minoraría la acción, evidentemente aconsejaría añadir á la torta un carbonato alcalino para que descompusiera al compuesto de cobre, produciendo carbonato de cobre que, siendo insoluble, sería inactivo; ó cal para destruirlo, produciendo un precipitado de óxido; ó hidrógeno sulfurado que lo precipitaria en estado de sulfuro; ó cobre en polvo que produciría subcloruro, que por ser poco soluble aún en su composición de $\text{Cu}^2\text{Cl. Na Cl}$ (Mitscherlich), y sobre todo, por contener solo la mitad de cloro respecto del Cu Cl , no atacaría al azogue, ó también fierro ó zinc, que producirían la destrucción del mismo compuesto, y darían polvo de cobre, que obraría, como acabamos de decir,



pues bien, todos estos medios han sido puestos en juego para *enfriar* las tortas, y están en uso algunos de ellos. Usan la *ceniza* de madera y en ella va el carbonato alcalino; usan la cal viva; usan el lodo podrido y hediondo del río, y cuya hediondez la debe al ácido sulfhídrico, y también el cobre precipitado, y en algunas haciendas el zinc amalgamado. Aparte de estas sustancias se ha usado algunas veces el hiposulfito de sosa; pero esta sustancia, dicen, produce una acción pasajera; *enfria* rápidamente, pero reaparece la *calentura*.

Cuando en una disolución de sal y de sulfato de cobre se vierte otra de hiposulfito de sosa, desaparece el color verde que producía el cloruro de cobre:



y queda incolora; añadiendo entonces amoníaco en exceso, se precipita un polvo blanco, pero no aparece el color azul que debería dar el Cu Cl como compuesto de cobre, correspondiente al protóxido Cu O . Esto indica que dicho cloruro fué, ó trasustanciado ó reducido; mas no tarda el contacto del aire en producirlo, indicando que, si el hiposulfito había producido reducción, el aire reproduce la sobreoxidación del cobre: así es que si el polvo blanco contiene hiposulfito de óxídulo, el oxígeno del aire seguramente lo transforma en sulfato de protóxido, que pronto vuelve á producir la *calentura*.

¹ El oxiclорuro de cobre es inerte en el beneficio. (Domeyko, Tratado de Ensayes, pág. 268. 1876.)

El carácter que debe presentar una *tentadura* despues que se haya corregido la *calentura* por la aplicacion de alguno de los agentes indicados, es que el mercurio recobra su color ligeramente aplomado y la facultad de reunirse en un solo glóbulo, lo cual indica que ya su superficie no está revestida por cuerpos extraños, que ya no está *enzurronado*, como dicen muy bien los prácticos, y como en efecto lo está cuando está *caliente*. Entónces marcha bien la cloruración de la plata, y estando el azogue limpio produce fácilmente la reducción de aquella; se encuentra en la *tentadura* en polvo, pero por el menor frotamiento se reúne en una sola gota; la *limadura* aparece otra vez blanca, metálica, brillante, y que fácilmente adhiere al *boton*, el cual igualmente ha cambiado, recobrando las mismas propiedades que el desecho de azogue y la *limadura* contenidos en la *cabeza*.

Son estos caracteres los normales, y apareciendo, la torta está en buen beneficio. Es claro que si no aparecen, sino que persisten los de *calentura*, la cantidad de la ceniza, ó de la cal, ó del agente que se empleó, fué insuficiente y debe añadirse más.

El *frio* en una torta se conoce, igualmente que la *calentura*, por la inspección de la *tentadura*, en que hay mucho *desecho* en la cabeza que está *tendida*, y que la *limadura* restregada con el pulgar se reúne en globulitos de azogue muy líquidos, muy movedizos, y que por lo mismo ruedan fácilmente indicando que no contiene plata, ó la contienen en mínima cantidad, lo cual explica claramente que la cloruración no se efectúa, pues si se efectuara, el azogue produciría la reducción, y la plata se encontraría en los globulitos de la *limadura*, dándoles cierta consistencia que les impediría la movilidad.

En un caso semejante falta á la torta cloruro de cobre que produzca cloruro de plata, ó falta sal que disuelva este cloruro y lo presente al azogue para que lo reduzca. Lo primero se reconoce en que el azogue tiene su color ordinario, tanto en el *boton* como en la *limadura* y en el *desecho*, en vez de presentar un color muy ligeramente aplomado, y tambien en que refregando la *limadura* ó el *boton* con la yema del pulgar fuertemente contra la jícara, no deje una huella blanquizca que ahí se adhiere, no *raye* como dicen los prácticos. Lo segundo se conoce en que el azogue, á pesar de tener el color un poco aplomado, algunas veces irisado, pierde la forma globular y toma una aplastada, y además el *desecho* y la *cabeza* ruedan, es decir, al comprimirlos ó simplemente frotarlos, ni dejan amalgama, y se reúnen globulitos de azogue que ruedan fácilmente.

Estos caracteres no son absolutos, como está dándolo á entender nuestra descripción. El *beneficiador*, para apreciarlos debidamente, lleva presente: la riqueza de los frutos, las cantidades de sal y sulfato que ha empleado, la del azogue, y el número de dias que la torta tiene en beneficio. Atendiendo á todas estas circunstancias, es como puede saber, por ejemplo, si cuando la lima-

dura *rueda* no tiene plata, es porque le falta algun ingrediente, ó porque ya está terminado el beneficio: ya está *rendida*.

Los motivos de los accidentes que acabamos de estudiar, son varios, como lo hemos dicho: la escasez ó exceso de sulfato de cobre, la escasez de la sal, el frio de la estacion, el cambio de la naturaleza, y leyes de los frutos á que está acostumbrado el beneficiador, y áun la dureza de la matriz, influyen; pues se comprende que si estando acostumbrado á moler á 10 quintales diarios por cada *arrastre*, viene á la hacienda una partida de piedras de matriz muy dura y se siguiera moliendo á los 10 quintales, las 24 horas de molienda no serian suficientes para dar al polvo la firmeza requerida, y la plata quedaria en el interior de los polvos gruesos; en este estado, si el beneficiador, viendo que su torta no le rendia toda la plata, le aumentaba sal y magistral, la calentaria; si cal, la enfriaria... pero todo sin resultado útil y sí oneroso.

CALIDAD DE LOS INGREDIENTES.

Los accidentes que pudieran ser causados por la calidad de los reactivos químicos usados, no tienen lugar en el dia, pues si ántes se valorizaba, por ejemplo, la clase del magistral tomando un puñado é introduciéndolo en la mano cerrada dentro del agua, y se juzgaba, repito, de su calidad por el calor que desprendia, hoy se opera científicamente ensayándolo por medios químicos.

Muchas veces, las más, ántes de comprar una partida de sal, de magistral, y áun de sulfato de cobre, cuando les es desconocida su procedencia, la hacen ensayar: en la primera se indaga la cantidad que contiene de cloruro de sodio, y en los otros dos la de cobre. Hoy se usa poco el magistral, pero se ve por el análisis de una muestra que hemos dejado consignado atrás, en el artículo "EX-SALMORAR," que la reverberacion la ejecutan de tal manera, que todo es transformado en sulfato, y que por lo mismo, ensayando su disolucion acuosa *por cobre*, se puede conocer su riqueza en sulfato de ese metal. Además, si la reverberacion no se hace tan perfecta en todas ocasiones ó en todas las haciendas, el ensayador inteligente escoge el medio de averiguar, por la cantidad del cobre, cuál es aquella que está en forma de sulfato.

ÁPRECIACIONES DEL SISTEMA Y DE SU MANEJO.

La rusticidad de las máquinas y de las ruedas empleadas en este beneficio, la distancia tan grande que hay entre las cantidades de los ingredientes que emplean, con las que la química indica, y la falta de conocimientos científicos en las personas que lo dirigen, presentan un aspecto, una apariencia de imper-

feccion tal, que ántes de conocer lo que hay de cierto en todo ello, cree uno que todo ese conjunto de condiciones está perfectamente combinado para tirar el dinero al río.

Yo no quiero sostener que el sistema es inmejorable, ni que los que lo manejan sean intachables, no; pero sí, sin considerarme competente, me siento obligado á reconocer un sistema sencillo, elegante, y muy hábilmente manejado.

Su sencillez no le ha sido dada en estos últimos tiempos, la tiene desde su origen; yo no advierto cambio ni innovaciones favorables que se le hayan hecho; lo veo lo mismo en su esencia ahora que cuando salió de su autor, y la mejora en los resultados que ahora se nota, el éxito que ahora produce, depende de saber manejarlo mejor que ántes.

Hace algun tiempo que la prensa anuncia frecuentemente nuevos y ventajosos medios de beneficio, y era natural que ya alguno hubiese venido á reemplazar á éste; pero no ha sucedido así hasta ahora, y aún cuando de los publicados se ha usado alguno, los resultados le han dado el triunfo al de *patio*.

No es inmejorable, no: ya está dicho, y seria de desearse el cambiarlo por otro que economice la enorme pérdida de azogue, ó al ménos innovarlo en la parte que origina esa pérdida.

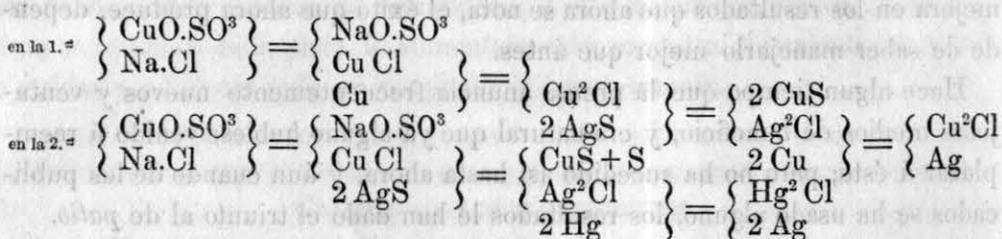
Si las teorías que he dejado expuestas son ciertas, la innovacion es difícil de introducirla: en efecto, se ha dicho en el artículo titulado "*Ensalmorar, incorporar,*" párrafo penúltimo, "que el sulfuro de plata, ó de una manera general, el mineral de plata, no se clorura si no es en aquella cantidad que el exceso de sal que la torta contiene puede disolver, y que es el azogue quien descarga á la sal de dicho cloruro para reponerle su accion sucesiva de disolvente." Quitemos pues el azogue y no habrá beneficio. Es verdad que hay metales que en lugar del azogue podrán verificar la misma descarga, como son el zinc y el fierro, pero estos tienen sus inconvenientes, como son: reducir el compuesto activo del cobre para ambos, y el de fierro el de ser necesario aplicarlo en limadura. El zinc y el fierro reducirian completamente, segun yo creo, al compuesto de cobre, y muy poco ó nada al cloruro de plata, y son por lo mismo nocivos.

Pero no seria tal vez muy grande la dificultad de encontrar un metal, cuanto la que experimentarían los beneficiadores, faltándoles las *tentaduras*, como de hecho les faltarian, pues el azogue no lo tendrían, no deberian ponerlo en las tortas sino hasta cuando el beneficio estuviese concluido.

Sin azogue no hay *tentaduras*, y éstas son las riendas del beneficio; no es posible que el beneficiador marche sin ellas, como no lo es que marche el marino sin brújula y sin timon.

Es tan interesante la resolucion de este problema, que no obstante los obstáculos y las serias dificultades que presentará bajo todos aspectos, es preciso

intentarla. No siendo conveniente de ninguna manera suprimir luego el azogue, se podría dividir una pequeña torta en dos, y poner á una la sal, el sulfato y el metal que se emplée, cobre por ejemplo, pues áun cuando muy atrás he dicho que dará plata de baja ley, quizá en la práctica se desmintiera mi creencia por usarlo con el acierto debido; y á la otra se le pondría sal, sulfato y azogue para que de ésta se hicieran las tentaduras, y lo que á ésta le faltara, se añadiría á ambas, y cuando ésta se rindiera, á la otra se le añadiría el azogue para que amalgamara la plata que supongo estaria reducida en ese tiempo por el cobre; es decir, el objeto es producir en cada torta cada una de las series de las reacciones siguientes:



A fin de alentar al lector para ejecutar la experiencia, diré que la primera reaccion no es teórica, sino que la indica, la aconseja el resultado de algunas experiencias que he hecho, de las cuales copio de mis apuntes la siguiente: dice así:

“18^a Polvo de rosicler hervido con sal en exceso, sulfato de cobre y cobre metálico en alambres, da como en la experiencia anterior, sulfuro de cobre que queda en el residuo, y cloruro de plata violado que parte se disuelve en la sal, de donde la precipitan los alambres de cobre. Este metal y la plata que ha sido reducida, descomponen al CuCl que ahí existe, trasformándolo en Cu²Cl que se disuelve en la sal, y ataca á otra porcion de rosicler, dando nuevo sulfuro de cobre y subcloruro de plata Ag²Cl que se disuelve en la sal, ¹ de donde definitivamente la precipita el cobre de los alambres que se visten de muchas laminitas de ese metal, y esta reduccion regenera nuevo subcloruro de cobre, que disolviéndose en la sal, obra sobre otra porcion de rosicler.”

Si esta experiencia no remeda al beneficio por ser hecha en caliente y con

1 Domeyko dice que el Ag²Cl se descompone en AgCl que disuelve la sal, y en Ag que se separa. Ya yo me lo maliciaba, y esta malicia me la originó la experiencia que aparece en mis apuntes, hecha el dia 10 de Setiembre de 1874, y que literalmente copio aqui: «9.^a Parece que el subcloruro de cobre (Cu²Cl) obra sobre dos moléculas de sulfuro natural de plata (AgS), pues hervidos estos dos cuerpos en presencia de sal comun y azogue, los pedacitos de (AgS), presentan puntos amalgamados, por los cuales se adhieren al boton de azogue; probablemente la reaccion es asi: 2AgS + Cu²Cl.NaCl + Hg = AgCl.NaCl + 2CuS + AgHg. Es decir, que se forman dos moléculas de sulfuro de cobre: una de cloruro de plata que se une al cloruro de sodio, y otra de plata que es la que se adhiere al azogue.”

rosicler, al paso que en aquel se opera en frio y las más veces sobre sulfuro simple de plata, creo que no obstante, da esperanzas muy fundadas de obtener éxito, y no diferirá sino en que se verifique más lentamente: no más que en el beneficio actual, sino que en la experiencia que cito y que duró unas cuantas horas.

Es verdad que este medio de suplir el azogue exige una fuerte cantidad de cobre; pero como en mis experiencias he visto que reduce á la plata mucho más violentamente que el azogue, y que vale tambien ménos, el ahorro de tiempo y de costo resulte quizá ventajoso.

¡Que una sola experiencia sin éxito no haga desmayar al que la emprendal....

MAQUINARIA.

Las máquinas usadas hoy en las haciendas, son sumamente sencillas y útiles. A primera vista nó es extraño que personas que estuvieren impuestas á ver en Europa, verbi gracia, la hermosa maquinaria usada en todas las industrias, encuentren las del beneficio, de una apariencia tan rústica, tan humilde y hasta tan despreciable, que no vacilen en declararlas pertenecientes á los tiempos primitivos, y atribuirles toda la imperfeccion é ineficacia consiguientes á las de aquella época. Pero la observacion hace ver lo contrario.

En efecto: si se examinan una á una las máquinas en uso, se percibirá á poco, que están adecuadas á satisfacer dos necesidades principales é imperiosas: una de mecánica, otra de situacion topográfica; para la primera, se nota desde luego que el motor, que en general es de sangre, está aplicado lo más inmediato posible al punto del efecto; para la segunda, se nota tambien que, estando Guanajuato situado en un terreno falto de extensiones horizontales, en lugar de tender las máquinas, se disponen sus partes en la vertical; se consigue, pues, con esta disposicion, aplicar la fuerza inmediatamente al lugar del trabajo, evitando una pérdida de ella en las transmisiones, y compensar la falta de terreno.

Vamos á tener la oportunidad de ver lo que venimos diciendo en las descripciones que de dichas máquinas vamos á consignar.

MOLINOS.

Casi todas las haciendas han desechado los molinos de mazos y reemplazádolos por los chilenos. Con aquellos se necesitaba un local doble del que estos exigen: en la mitad se ponian los mazos, y en la otra parte el *andén*, que era para las mulas; éste ocupaba una superficie circular de 15 varas de diámetro, y fuera de esta área era donde estaba colocado el molino de mazos: es claro

que en la trasmision de la fuerza de los animales, hecha desde el *andén* hasta el punto donde el mineral recibia los golpes de los mazos, se perdia mucha fuerza útil que absorbian las mazas de las piezas de la máquina.

En el molino chileno es al contrario; el *andén A* tiene iguales dimensiones, es verdad, pero su centro *cc* en vez de estar ocupado como en el antiguo por un miembro de trasmision, lo está por el miembro de efecto (*M* figs. 2 y 3): hay más; en éste el efecto es producido por presion y no por golpes como en aquel, con cuyo sistema se pierde mucho trabajo útil.

Hé aquí la descripcion del chileno:

El centro del *andén cc'cc'* (figs. 1 y 2) es una artesa circular de mampostería incrustada en el suelo, de unos 5 metros de diámetro, de paredes muy tendidas hácia el centro, y verticales en *c* hácia la periferia: el piso *f* es hecho de piezas de fierro fundido, cuya seccion se ve en la figura 1^a en *fc'*.

Sobre este piso anda rodando una gran muela *M* cuyo diámetro exterior es de 2 metros próximamente: está formada de pórfido¹ todo el centro *M*, y rodeada por seis llantas de fierro *uuu*, cuyo ajuste se hace por seis piezas de madera *mmm* interpuestas entre la piedra y las llantas. La piedra es de una ó de dos piezas: cuando es de una sola, su transporte desde la montaña hasta la hacienda, se hace rodándola, y cuando es de dos, en carros; además, en este caso se reunen las dos mitades con barras de fierro, como se ve en la fig. 3: el centro lo muestra la misma figura, formado por un cuadro de fierro que da paso al espeque. Ya hemos dicho que el diámetro es de 2 metros; en cuanto al espesor, es de 40 centímetros, y su peso de unos 40 quintales.

El mismo piso *fc'* de que venimos hablando, está rodeado del lado *f* por madera que deja un claro que hácia abajo comunica con un subterráneo *S* y hácia arriba con la base de un cono de alambrado (no pintado en el dibujo), sostenido por un armazon de madera del que se ven 4 palos inclinados *pp* en nuestra figura.

El centro de la boca del subterráneo tiene horizontalmente una cruz de madera muy fuerte, de la cual se levanta un peon *R* tominado de fierro: éste es llamado *tejuelo* y está cavado en su centro para recibir un pivote llamado *guijo*, con el cual gira un árbol vertical *a* sostenido en su extremidad superior en una *chumacera* omitida en el dibujo. Un agujero *r* oblongo atraviesa al árbol, y en él entra la punta del espeque, gira y oscila de arriba abajo cuando la muela pasa por sobre pedazos de mineral muy grandes (de más de 2 decímetros de grueso).

El peon y el árbol en su punto de reunion, están envueltos por cuero, y de esta manera el polvo del mineral no entra al tejuelo.

Tres mulas (en vez de seis que exigian los molinos de mazos) andan en *A*

¹ La densidad que tomé de un pórfido de estos, fué de 2.09 (23 Agosto de 1876).

Molino que grancea 80 cargas en 24^{hs}

Fig. 1.^a

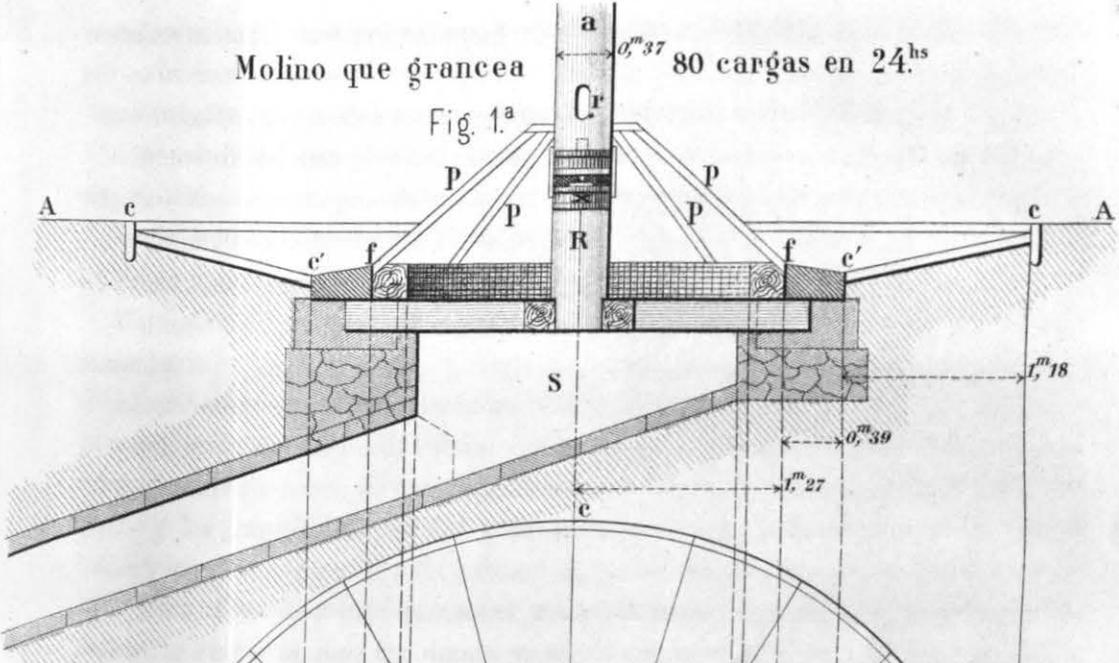


Fig. 2.^a

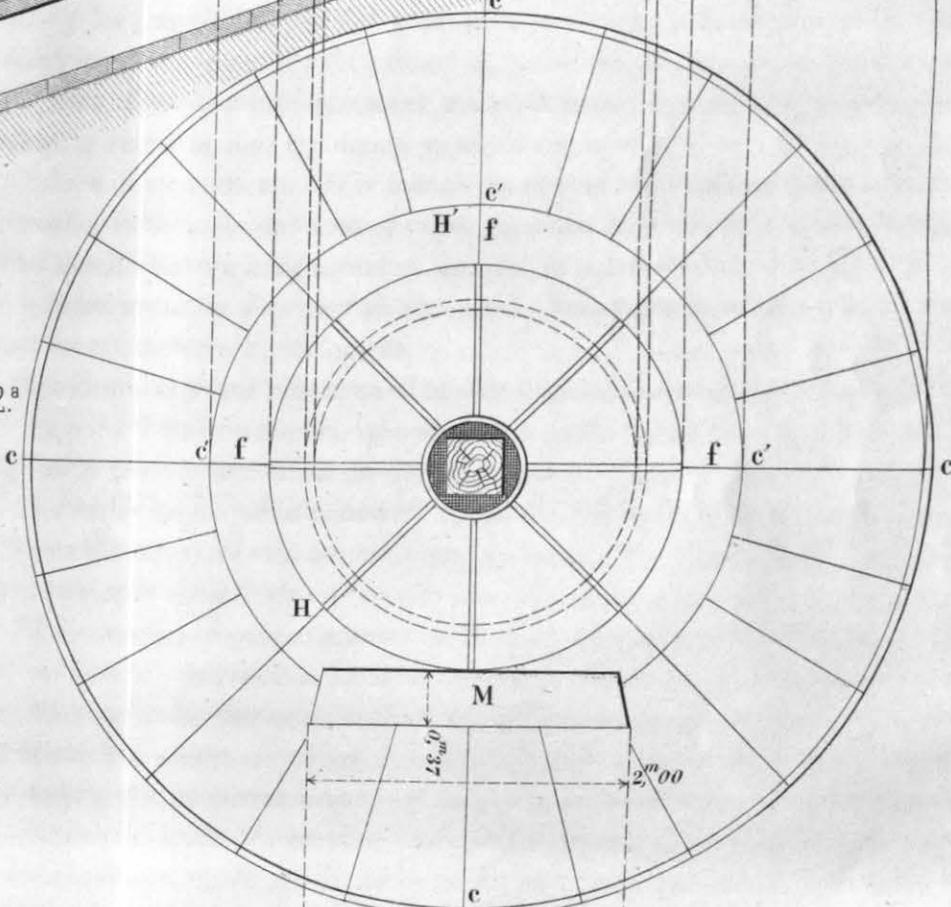
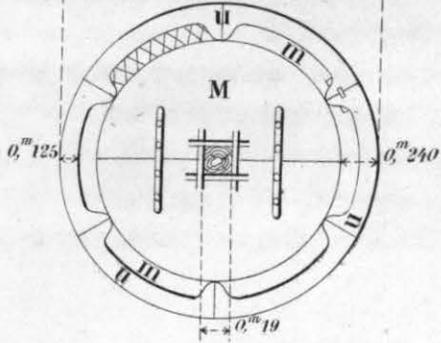
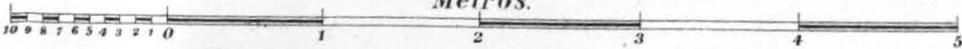


Fig. 3.^a



Metros.



uncidas al cabo libre del espeque, que ahí es cilíndrico para que puedan girar las extremidades de los tirantes que son argollas de fierro, ó mejor dicho, en estas argollas que rodean al espeque, se enganchan los tirantes.

Hemos dicho que el peon está cubierto por un cono hecho con un alambrado; fáltanos añadir que éste es del núm. 4 ó del 5, que quiere decir, que por pulgada cuadrada tiene 4 ó 5 agujeros. Este cono, que por su vértice da paso al árbol *a*, está cubierto de cuero en su tercio superior.

Estando completa la descripción del Molino, paso á describir su manera de funcionar.

El mineral, en pedazos de todas dimensiones, es colocado en *c' c*. Un hombre que anda detrás de la rueda, en *H*, levanta el mineral, aplastado, con una pala y lo arroja sobre el cuero de la criba ó cono de alambrado descrito ya; el polvo y los fragmentos pequeños del mineral, á los cuales llaman *granza*, atraviesan la criba y caen al subterráneo *S*, y descienden por un túnel inclinado á la *Galera*. Otro hombre que anda constantemente en *H'* baja el mineral con una pala de *c' c'* al piso *c' f* donde lo aplasta la muela.

Este molino, respecto al de mazos, aparte de las ventajas que ya le hemos señalado, tiene la de dar mucho polvo y granza muy pequeña, cosa que economiza mucho trabajo á los arrastres durante la pulverización, ó mejor dicho, hace que los arrastres den una molienda más fina, y por lo mismo más adecuada para las operaciones metalúrgicas.

Acostumbran regar con agua el mineral durante el *granceo*. No sé para qué, ni tampoco si esta operación, que es previa para ensayar la riqueza de los frutos, no le perjudicará al dueño que los vende á la hacienda....

Las mulas se remudan cada seis horas, á las 6 y 12 a. m.; y á las 6 12 p. m.

Por el cuadro adjunto se verá que el número de las mulas de que dispone cada hacienda es variable.

El molino que representa nuestro dibujo, y que lo debo á mi estimado amigo, profesor de delineación Luis Campa, muele en seis y medio días, 520 cargas de 14 arrobas; por esta cantidad, parecida á las de los molinos consignados en el cuadro, presumo que las dimensiones y trabajos de todos ellos son poco diferentes; y se confirma esta creencia por la semejanza del costo de molienda de cada carga que allí mismo se ve.

Mi apreciable discípulo D. Luis Anda, me ha proporcionado datos con los que está formado el cuadro comparativo de los trabajos y sus costos, de los molinos chilenos y los de mazos, que sigue. Él hace palpable la superioridad de los primeros sobre los segundos, que ya han sido casi abolidos.

MOLINOS.

	CHILENOS.			DE MAZOS.	
	S. Juan.	Purísima.	Cipreses.	S. Agustín.	Trinidad.
Arreads., dia y noche....	\$ 14.00	\$ 10.50			
Huaches de dia.....	12.00	24.00		\$ 43.35	\$ 24.00
Idem de noche.....	14.00	24.00			
Reposicion de harneros....	1.33		42.00		
Gasto en carpintero.....	2.00				
Rédito del capital.....	4.00	8.00		26.25	11.38
Depreciacion del molino....	11.00				
Pastura de mulas.....	13.23	20.93	16.00	29.75	30.40
Alumbrado, etc.....	2.00	1.60	1.32	2.50	?
Valores.....	\$ 73.56	\$ 89.03	\$ 59.32	\$ 101.85	\$ 65.78
Cargas molidas.....	550	650	512	367	240
Costo por carga de 14 @.	\$ 0.13 $\frac{1}{2}$	\$ 0.13 $\frac{2}{3}$	\$ 0.12	\$ 0.28	\$ 0.27
Precio de arroba paja....	\$ 0.21 $\frac{7}{8}$	0.15 $\frac{5}{8}$			
„ „ fanega maíz.....	2.00	2.00			
Número de dias de trabajo	6 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$
„ agujeros, pulgada					
cuadrada.....	405	4	4		
Número de mulas.....	9	16	12		

Guanajuato, 1856.—*Luis Anda.*

Actualmente (en 1878) el molino chileno va á ser favorecido. Se propone privar á la carga que se le dé á moler, cuando ésta viene mezclada con polvo y granzas naturales, de ambas cosas; entónces el trabajo del molino se utilizará todo, puesto que granza y polvo no lo estorbarán.

ARRASTRES.

Son estas máquinas verdaderamente unos pequeños molinos chilenos.

Antes de describirlos nos ocuparemos de la Galera, local espacioso en donde están colocados en una ó dos filas, y en número de 10, 20, 40 hasta 80: la anchura de las galeras, poco más ó ménos, es de 18 varas, para poder contener las dos hileras, y en cuanto á su longitud, es la relativa al número de arrastres.

Una de estas máquinas consiste en un vaso circular de 3 $\frac{1}{2}$ metros de diámetro, elevado medio metro sobre el suelo: las paredes verticales están formadas con losas¹ ó con tablas paradas, hundidas en parte en el suelo: el fondo de dichos vasos está hecho con un empedrado, pero no de piedras comunes, sino de pórfidos, en forma de prismas cuadrados, de 35 á 40 centímetros de longi-

¹ Placas sedimentarias de arenisca para construcciones.

tud, y de diez á 15 centímetros por lado: están colocados verticalmente y ajustados unos contra otros con ripios de la misma roca y cabecilla. ¹ Estas *pedras* se llaman *de fondo*

Del centro del arrastre se levanta unos 25 centímetros una piedra prismática de 25 á 30 centímetros por lado, llevando el centro de su extremidad superior una plancha de fierro ahuecado llamada *tejuelo*: éste recibe el extremo del *guijo*, perno de fierro que sale de un árbol de madera vertical, sostenido inferiormente por el *tejuelo*, y hácia arriba por una chumacera que está sujeta á una gualdrilla, que para el mismo uso de toda una hilera de arrastres corre á lo largo de la galera, sostenida por piés derechos que se levantan desde el suelo entre arrastre y arrastre. De trecho en trecho la gualdrilla está asegurada por tirantes de madera que parten de la pared más inmediata, ó por cualquier otro medio.

El árbol vertical tiene abajo dos agujeros horizontales, el uno un poco más alto que el otro; se cruzan en ángulo recto y dan paso á dos maderos del largo del diámetro del arrastre, pero uno de ellos excediendo este diámetro cosa de un metro; ambos quedan á algunos centímetros más arriba que los labios ó paredes del vaso (arrastre).

Cruz se llama á estos maderos, y el excedente de metro de uno de ellos, sirve para atar allí un par de mulas.

De cada brazo de la cruz penden dos cadenas á cuyos extremos van sujetas las *pedras voladoras*: son éstas de forma de prismas, de pórfito, de más de un metro de largo, de base cuadrada, y de 30 á 40 centímetros por lado, y marchan tendidas horizontalmente; en una cara se les hace dos perforaciones circulares (á 20 centímetros de cada punta), de 3 á 4 centímetros de diámetro y 15 á 20 de profundidad, que reciben dos estacas de madera en forma de clavos, para atar á ellos las cadenas.

Cada brazo tiene su nombre, del cual lo toma la piedra que de él pende: aquel en que van tirando las mulas se llama *espeque*; el opuesto, *cola del espeque*; *cruz* el que queda detrás de las mulas, y *rienda* el que está delante. La piedra del espeque pesa 35 á 38 arrobas; la de la *cruz* cerca de 27 arrobas; la de la *cola* 16 á 18; y 12 á 14 la de la *rienda*. Una vez que los intersticios de las *pedras del fondo* han sido cerrados por los ripios, como dijimos arriba, ponen á funcionar el arrastre, es decir, á hacer andar las piedras voladoras, para que la cara que arrastra se desgaste, é igual cosa suceda á las cabezas de las del fondo. Cuando el fondo está plano y las caras de las voladoras también, el arrastre recibe una poca de *cabecilla* á fin de cerrar mejor los espacios que dejan entre sí las piedras del piso, y ya entónces puede destinarse á la molienda de los minerales.

¹ Residuo del beneficio, constituido de polvo de cuarzo de la matriz.

Las mulas que mueven á cada arrastre, como queda dicho, son dos; trabajan seis horas y son repuestas por otras. Como van uncidas inmediatamente junto al contorno del arrastre, hay una pérdida de fuerza la menor posible. En efecto, con esta disposicion se encuentran estas máquinas en condiciones análogas á las del molino chileno cuya bondad hemos apuntado ya.

El motor generalmente empleado es el de sangre: aparte de éste dos son aquellos á que se podría apelar; el agua y el vapor. En cuanto á la primera, no la tenemos, pues estando situados en cañadas de pendientes muy rápidas, las lluvias se escurren en pocas horas. Se podría contenerlas por medio de presas, como poco ántes de su muerte lo aconsejaba el Sr. D. Pablo Parkman; pero esto exige un capital que no hay en un país que todavía *es pobre en medio de un suelo pródigo en riquezas*. Así es que el agua que el beneficio gasta, apenas es bastante para sus usos principales, y de ninguna manera puede distraerse para aplicarla como motor. Solo hay dos haciendas movidas por este medio, una dentro de la ciudad y la otra á poco más de una legua.

En cuanto al vapor, parece que sería el más á propósito por las circunstancias de localidad: el poco terreno de que aquí se dispone y el estar ubicadas las haciendas al pié de una sierra, halagaría mucho, pues estas condiciones piden un motor que las satisface este agente; poco espacio, y combustible. Sin embargo, la experiencia ha venido á demostrar que no es así.

El cuadro adjunto lo pone de manifiesto: ¹ encierra detalles de los costos del motor de sangre y otros del de vapor: refiriéndolos á la unidad de molienda, resulta que el primero cuesta un peso, y un peso cuarenta centavos el vapor (1: 1.40). Comparando el costo de los efectos que cada uno produce, resulta, que costando un peso el del motor de sangre, cuesta el vapor solamente \$ 0.62.

¹ Debo éste cuadro á mi querido discípulo el Sr. F. Manriquez, así como el de Molinos á mi otro estimado discípulo el Sr. Luis Anda, que los presentaron en sus exámenes profesionales por disposicion del Jurado.

Los precios arriba citados (1:62) hacen ver que la molienda producida por vapor es muy barata, pero que se obtiene á costa de un motor muy caro. En efecto, haciendo la unidad de molienda igual á un monton (32 quintales), se ve que

Cuesta el motor de sangre.....	\$ 2 12
Cuesta su molienda.....	1 85
	<hr/>
Cuesta un monton en 1 tiempo.....	\$ 3 97
	<hr/>
Cuesta el motor de vapor.....	\$ 3 00
Cuesta su molienda.....	1 17
	<hr/>
Cuesta un monton en 1 tiempo.....	4 17

Creo que la causa viene de la pérdida de fuerza que absorben los miembros de trasmision, pues los 16 arrastres están colocados en una galera, y desde su cabecera los mueve la máquina. Esta es del poder de 45 á 46 caballos vapor: de sangre se emplearian 32.

Mi apreciable amigo el Sr. Abraham Cruz ha estado asiduamente observando esta máquina, y de ese estudio ha deducido que hay imperfecciones que cree podrá corregir. Para el efecto me ha mostrado su proyecto que parece una paradoja. La máquina apénas puede mover los 16 arrastres; el Sr. Cruz añadirá 8 más, y la máquina moverá los 24 produciéndole más molienda, lo cual rebajará el costo considerablemente. Aun cuando no me es familiar la mecánica, son tan claros y tan razonados los principios de su proyecto, que estoy convencido de que lo realizará.

Es muy interesante la solucion de este problema ¹ como lo son todos aque-

¹ El genio y el trabajo del apreciable amigo mio, tienen realizado ya su proyecto. Como hemos dicho que la galera trabaja 10 horas con un máximum de velocidad y 14 con un minimum, la potencia en estas últimas horas era perdida. El Sr. Cruz combinó las cosas de tal manera, que ese trabajo lo aprovecharon 8 arrastres más que añadió: además, hizo uso de un cortador para mover el piston con la expansion del vapor en los $\frac{2}{3}$ de su carrera, lo que le ha producido un ahorro de leña. El agua de todos nuestros pozos está muy cargada de sustancias fijas (carbonato de cal, magnesia y sílice), y deja incrustadas las calderas con capas que absorben mucho calórico: el uso del petróleo las ha impedido, y por consiguiente, el gasto de la leña ha disminuido y el de las frecuentes *limpias* de la caldera: añádase á esto, que condensando el vapor dispone hoy de agua de mejor calidad.

Estas innovaciones han traído consigo que la galera que, cuando escribi las líneas anteriores, era más cara que las movidas por mulas, hoy dé ventajas á los dueños de la hacienda que dirige el Sr. D. A. Cruz.

No obstante que este resultado contrarió mis conceptos vertidos arriba, respecto al vapor, no he querido borrarlos hoy que van á publicarse, porque encierran este hecho desfavorable al vapor y otro que lo vindicó en manos inteligentes. (Junio de 1878.)

llos que mejoren la condicion económica del beneficio: y como en la parte química es muy difícil mejorarla, las innovaciones todas deben procurar hacerse en lo concerniente á la mecánica: felizmente se ha comprendido esta nulidad, y ya hemos mostrado que han comenzado á introducirse, con el molino chileno, esta especie de mejoras.

Continuarémos ahora con el uso de los *arrastrés*.

Reproduzcamos aquí lo dicho ya en nuestro artículo sobre "pulverizacion:" que se cargan los *arrastrés* cada 24 horas, con 7 á 10 quintales de piedra mineral reducida á pedazos del tamaño del fruto del *Pisum sativum*, esto es, la *granza* producida por el molino, y la acompañan con 2 ó 3 barriles de agua de á 150 cuartillos. En el acto se pone en movimiento el *arrastre*. El peso de las piedras voladoras y el frotamiento que producen contra las del fondo, son los que quiebran los pedazos de *granza* y la pulverizan.

Esta manera de cargar la galera tiene sus defectos, que, reconocidos ya, se trata de corregir: empléanse varios operarios, y esto hasta que los *arrastrés* están descargados, lo cual produce un gasto fuerte de sueldos y cierta pérdida de tiempo que es el que se emplea en cargarlos, y el trabajo de las piedras molidoras no se aprovecha, pues la masa de la *granza*, siendo muy grande, unos pedazos sirven de colchon á los otros que no son quebrados, y opone tambien mucha resistencia á las piedras que deben molerla: quedarán corregidos por un camino de rieles situados sobre la *gualdrilla* que sostiene los árboles de los *arrastrés*, por el que correrán pequeños carros que lleven la *granza*, la cual será depositada en tolvas, de las que cada *arrastre* estará dotado con una. De esta manera las tolvas durante el dia serán cargadas con muchas horas de anticipacion por solo dos ó tres operarios, y la carga del *arrastre* se ejecutará lenta y automáticamente, comenzando desde el acto en que el *arrastre* esté descargado.¹

Interrumpirémos aquí la descripcion de las operaciones de la galera remitiendo al lector á páginas anteriores, en las que, con el título de "Pulverizacion" quedan descritas ampliamente.

LAVADERO.

El edificio en que está situado el *lavadero*, consta de dos cuartos, colocado uno encima del otro: el superior tiene su suelo perforado en el centro y da paso á un árbol vertical de madera, cuyos extremos giran: el superior en una chumacera sostenida cerca del techo, y el inferior por medio de un *guijo* de fierro, en un *tejuelo* del mismo metal; este extremo descendiendo al cuarto in-

¹ Realizado este pensamiento, su buen éxito ha hecho se adopte, y el sistema ha ido extendiéndose en varias haciendas. En la actualidad continúan aceptándolo. (Junio de 1878.)

ferior hasta cerca de unos 60 á 70 centímetros de altura del suelo, descansando el tejuelo que lo sostiene en un apoyo de mampostería: en este cuarto inferior existe el lavadero; lo forman tres vasos circulares distribuidos alrededor del pié del árbol citado, son de mampostería y están incrustados en el suelo, del cual sobresalen un medio metro: cada uno contiene un árbol vertical en el centro: abajo, á unos 60 centímetros, tiene una *cruz* como la de los *arrastres*, cuyos brazos tienen muchos dientes de madera que ven hácia abajo, pero que no tocan el fondo, sino que distan 20 ó 25 centímetros: arriba tiene una *jaulilla* cuyas rejas engranan con los dientes de una gran rueda fijada en el pié del gran árbol que viene del cuarto superior: una palanca horizontal, un espeque, atraviesa á este árbol á 80 centímetros del segundo piso; es del primer orden, y en sus extremidades se atan dos ó tres mulas en cada una.

USO DEL LAVADERO.

Llenan de agua las tinas ó vasos del lavadero que comunica con el *patio* de la hacienda donde está la torta que se va á lavar. Hombres acarrear en bateas el lodo metalífero de la torta, y lo dejan caer en el agua de la tina inmediata á la puerta que da al *patio*. Las mulas corriendo arriba ponen en movimiento todo la máquina en este orden: espeque al árbol, éste á la rueda dentada, ésta á las jaulillas, y éstas á las cruces que están en el fondo de las tinas: el lodo, pues, al caer á la tina primera, atraviesa el agua y se encuentra con los dientes (ramplones) de la cruz que lo dividen y lo ponen en suspension. Cada hombre en la batea conduce de 3 á 4 arrobas de lodo, y ponen á la primera tina de 120 á 150 bateas (300 á 500 arrobas). El movimiento rápido de las mulas dura mientras se carga la primera tina, y despues se disminuye hasta un paso muy lento: entónces se logra que las partículas de amalgama de plata se aposen las primeras, y que á éstas les sucedan las de cuarzo gruesas (cabecilla), y que queden en suspension las muy finas é impalpables del mismo cuarzo, carbonato de cal, silicatos, y en fin, todas las acompañantes de la matriz, y cuyo conjunto llaman *lama*. Al cabo de unos 25 minutos abren la tina, cuya salida da paso al agua afuera de la hacienda, atravesando ántes un depósito llamado *cárcamo* (¿*cárcava*?); y como las tres tinas están comunicadas entre sí por sus paredes que están perforadas á algunos decímetros del fondo, el agua de la que recibió la carga pasa á la inmediata, en donde se aposa algo de amalgama, y de ésta á la última en donde se aposa aún otra porcion.

Ya hemos dicho que el lavadero no se descarga (v. art. Lavar) sino hasta que el beneficiador hace una tentadura en que ve se ha asentado al fondo de las tinas la cantidad posible de amalgama, y como ésta no es la total, las aguas atraviesan el *cárcamo* para que en él depositen todavía los restos que contienen.

Para terminar, advertiré que esta operacion de lavar es sucesiva; tras la pri-

mera carga hacen la segunda, tercera, etc., hasta donde la capacidad de las tinajas del lavadero lo permita, pues éstas tienen generalmente $2\frac{1}{2}$ metros de diámetro y cerca de $1\frac{1}{2}$ de altura; pero como los agujeros por donde se desaguan están cerca del fondo, la amalgama no puede pasar de un cierto espesor, y la carga tiene sus límites, así como porque los ramplones la limitan también.

Con esta descripción quedan terminadas las de las máquinas usadas en el beneficio, y es la del lavadero precisamente la que con mayor claridad muestra que en todas ellas se ha procurado satisfacer las condiciones pedidas por la mecánica y el terreno escaso de extensiones horizontales.

COSTOS DEL BENEFICIO.

Los costos en el beneficio varían por distintas causas. Siendo sus motores de sangre, la agricultura del pie de las montañas del distrito minero de Guanajuato, tiene una gran influencia: en años fecundos en cosechas, la alimentación de las mulas que mueven las haciendas, y las que acarrean los minerales desde las minas es barata; pero cuando son escasas es muy cara, y entonces el costo asciende. El precio del azogue tiene también su imperio, y en el año de 1875 llegó á subir á 151 pesos el quintal; y como los frutos más abundantes son de muy baja ley, el beneficio estaba á punto de sufrir un golpe de muerte: felizmente la convicción de los monopolistas de este artículo de que ese precio era imposible, ó la aparición de los criaderos de cinabrio en Huitzaco, hicieron bajar el precio, y el beneficio continuó en su estado normal. En cuanto á los precios de los jornales y los de la sal, magistral y sulfato de cobre, no influyen, pues oscilan en límites muy estrechos.

Doy aquí dos cuadros de costos pertenecientes á dos haciendas, cuyos nombres omito por no estar autorizado para publicarlos: ambos mostrarán ideas sobre este asunto.

HACIENDA A.

Cálculo de los gastos y utilidad obtenida en la torta núm. 20 formada con los montones números 99, 2, 3, 4, 6, 7, 8 10 y 12 de granzas de Mellado, haciendo un total de 941 cargas 2 arrobas que componen 102 montones 30 quintales, con ley média de 8 marcos 9 centésimos, que hacen 832 marcos 76 centésimos, y la cual, después de molida ensayó á 7 marcos 30 centésimos, ó sean en toda ella 751,38, esto es, bajó un 9,77 por 100 al pasar de granza á lama. ¹

En la Galera asentó 18 marcos 62 centésimos con ley de 11 dineros 2 gra-

¹ Esta cantidad 9,77 por 100 se aproxima á la de 10 por 100 que hemos consignado en el penúltimo párrafo del artículo titulado: «Pulverización:» en él puede verse la causa que origina esta baja de ley.

nos de plata y 266 granos de oro por marco. Estos 18 marcos 62 centésimos equivalen á 17,22 de ley de 11 dineros 23½ granos.

AGOSTO DE 1869.

751 marcos 38 centésimos plata copella á \$ 8.66.... \$ 6,506 95
 17 marcos 28 centésimos plata mista, á \$ 16.64.... 286 54 6,793 49

COSTOS.

De 941 cargas 2 arrobas de mineral en grana.....	3,992 42	
Flete de 941 cargas 2 arrobas á 1¼ real.....	235 28	
Granceros.....	9 00	
20 piedras voladoras á \$ 2 3 reales.....	47 50	
1,440 arrobas paja para 120 mulas de tiro, á 1¼ reales	225 00	
96 fanegas maíz á \$ 2 2 reales.....	216 00	
Reata.....	4 50	
Jerga.....	5 00	
Alumbrado de galera y patio.....	6 00	
Fragua.....	2 50	
15 repasos en el patio á \$ 3.....	45 00	
Pasturas para 20 mulas de los repasos.....	75 00	
Lavadero.....	25 00	
470 libras azogue (pérdida y consumido) en 751 mar-		
cos 38 centésimos á 10 onzas por marco á \$ 64....	300 80	
300 arrobas sal (de más de lo ordinario) á \$ 7 50....	187 50	
Sueldo de dependientes.....	126 00	
Idem de galera y operarios.....	150 00	
Renta de la hacienda á \$ 800 anuales ¹	30 76	5,683 26
Utilidad.....		\$ 1,110 23
Idem en monton.....		10 78

Segun esta cuenta el costo de maquila resulta ser de \$ 14 14. Nótese que no considera ni la sal ni el sulfato de cobre empleados.

HACIENDA B.

Costos de un monton en 1875.

Granceo en molino chileno.....	\$ 1 10
Pulverizacion en Galera (mulas).....	3 97
Patio, lavadero y quema.....	8 43
<i>Maquila ó sea costo del monton.....</i>	<u>13 50</u>

1. La carga se molió en 2 semanas á 9 quintales por arrastre.

NOTAS.

En este año valia el azogue, por término medio, 151 pesos el quintal; el sulfato de cobre 14 pesos el quintal, y la sal 6 pesos la carga de tres quintales.

Los datos de esta segunda hacienda muestran el valor de la *Maquila*, es decir, el costo que tiene el beneficio de un monton de mineral. Es el valor medio de un año, y me han sido proporcionados dichos datos, por una persona científica é igualmente instruida en la práctica del beneficio; así es que me merecen mucha confianza: desgraciadamente carecen de uno muy interesante, que es el de la ley média de los frutos que en ese año se beneficiaron.

Sea cual fuere el verdadero valor que cuesta á las haciendas el beneficio de un monton, lo cierto es que cuesta un valor, el cual origina una depreciacion en el de la plata contenida en el mineral que los *introdutores* le venden, y esto hace que se siga la regla comun de que la hacienda pague á dichos *introdutores* á 6 reales (\$ 0 75 cs.) el marco de plata (8 onzas) contenido en la carga de 14 arrobas (unidad que usan en vez del monton de 128 arrobas, para estas transacciones); lo cual da un valor de \$ 6.85½ al marco de plata.

Segun lo expuesto, se infiere que 1 marco 94 centésimos de la ley del monton, se sacrifican para costear la maquila del monton, y los marcos que excedan de 1,94 son los que resultan de utilidad. No es ésta, sin embargo, la ley que dan por valor de maquila, es decir, no pagan el exceso de 1,94, sino comunmente el descuento es mayor.

He procurado saber cuál es este descuento, y parece que, por término medio, el que está en uso sea, para frutos desde 3 hasta 6 marcos, rebajar 2 marcos 60 centésimos, y para frutos de más de 6 hasta 15, rebajar 3 marcos, y así sucesivamente.

He hecho tambien por saber cuáles son los frutos de menor ley que puedan beneficiar, y parece que son los de 2.40 por término medio.

Hay la costumbre en toda clase de giros mercantiles, establecimientos industriales, ó no importa de qué especie, el usar de reservas que se comprende he debido respetar, y esto me ha hecho conformarme con datos suministrados por amigos, es verdad, pero á los que no he querido obligar á que me externen sus reservas si son de las personas que las tienen. Siento hacer esta confesion, pues dejo al lector indeciso. Sin embargo, para no dejarle en esa indecision concluiré diciendo, que un amigo mio ensayó muchos resíduos de los tirados al rio, y encontró que aquellos, exentos de accidentes imprevistos, contienen 0 marcos 40 centésimos, 0,50 y 0,60 por monton. Si pues aceptamos la pérdida de 0,40 y la añadimos á la ley de maquila 1.94 citado arriba, obtenemos 2,30, valor verdadero de maquila. . . .

Cuando se me pidió la ejecucion de este trabajo, se me habló de una *descripcion de la práctica pormenorizada del beneficio*, y debí limitarme á ser un

simple relator: quise y debí serlo, pero no pude, pues difícilmente se abstiene uno de emitir sus ideas, si las tiene, sobre una materia cuando la trata; y tambien porque algunas veces, faltando datos, para no dejar vacíos fué preciso recurrir á inducciones. Es en estos dos casos donde puedo haber incurrido en errores, que deseo sean borrados, si las personas idóneas amigas de la verdad y adictas á su profesion se sirvieran indicármelos.

Colegio del Estado de Guanajuato, Junio de 1876.
