

Cada vez que encuentre un filón á flor de tierra, que parezca indicar que hay sulfuros en la profundidad, no se debe fiar por las apariencias; es preciso que haga ensayar por un experto los ejemplares de las rocas, pues puede suceder que estas rocas, contra lo que se creía, den hijos de plata y aun de oro. Muchas minas al Oeste de la América que producen plata y oro, son hoy explotadas por el oro, más que la plata y oro.

18.—Como ya dijimos, el minero debe siempre pensar en el cloruro de plata y en el carbonato de plomo [argentífero]; que se encuentran en muchos distritos mineros; cada vez que se pueda se debe proceder á un examen atento, y aun á ensayos, de los ejemplares que no es san fácil conocer.

Si se piensa que los ejemplares puros de cloruro de plata, que se encuentran algunas en las masas metalíferas de la Nueva Gales del Sur, del Chile, etc., contienen 75 por ciento de metal, se comprenderá fácilmente el valor de un yacimiento. El carbonato de plomo [argentífero], igualmente, que no tiene absolutamente el aspecto de un mineral de valor, contiene á menudo una gran cantidad de metal precioso.

BISMUTO.

19.—El bismuto se encuentra sobre todo al estado nativo, y también en combinación con el azufre, el oxígeno, el telurio, el ácido carbónico, etc. Da una mancha amarilla con la forma oxidante del soplete.

El óxido, el sulfuro, el arseniuro, combinados algunas veces con el cobre, el plomo, etc., tienen colores, durezas y pesos específicos distintos. La BISMUTINA, sulfuro de bismuto [*bismuth glanz*], contiene 81 por ciento de bismuto metálico, es en general de color gris de plomo.

Dureza: 2; peso específico: 6,4 á 6,5. Calentado en un tubo cerrado, desprende el azufre que sublima en las partes frías del tubo. Sobre el carbón, con la flama reductora, decrepita y da una mancha amarilla de bismuto metálico. El óxido y el carbonato de bismuto [generalmente amarillosos, algunas veces gris, blanco verdoso, etc.], se encuentran á menudo en la superficie de los filones de bismuto. En el País de Gales, lo mismo que en otras partes, la bismutina se encuentra algunas veces en los minerales auríferos.

CROMO.

30.—El óxido se encuentra sobre todo con el fierro, al estado de FIERRO CROMADO.

Color: moreno negruzco.

Brillo: ligeramente metálico.

Dureza: 5,5.

Peso específico: 4,5.

Tratado al soplete, con bórax, el fierro cromado, de un botón verde.

El CROMATO DE PLOMO es raro. La superficie de los minerales de fierro cromado presenta algunas veces manchas de color verde esmeralda. EL OCRE DE PLOMO es de un color verde-amarillento.

El fierro cromado se encuentra sobre todo en los terrenos formados de serpentina. Los compuestos del cromo están á menudo asociados á los minerales de níquel y cobalto.

COBALTO.

21.—Los compuestos de cobalto, calentados al soplete sobre carbón, dan pajitas metálicas de color blanquizco, que son atraídas por el imán. El cobalto metálico humedecido con ácido nítrico sobre una hoja de papel da una solución roja, que unida con ácido clorhídrico da al secarse una mancha verde. Tratado por el bórax, sea con la flama reductora, sea con la oxidante, da un botón de color azul obscuro. Antes

del ensaye, los compuestos deben quemarse, para quitarles las materias volátiles.

ESMALTINA (*tin white cobalt*). Cristalización: cristales tetraédricos, cúbicos, dodecaédricos, etc.

Fractura: desigual, granulosa.

Color: blanco de estaño, gris.

Rayas de lima: gris negruzco.

Dureza: 5,3.

Peso específico: 5,4 á 7,2.

Composición: cobalto y arsénico.

Al soplete, la esmaltina da con el bórax y los otros cuerpos fundidos, perlas azules. Da con el ácido nítrico una solución de color rojo clavel.

23.—OXIDO TERROSO. (*Earthy oxide*.) Ordinariamente en masas amorfas.

Color: azul obscuro.

Dureza: 1 á 1,5.

Peso específico: 2,2 á 2,6.

Composición: óxido de cobalto y manganeso.

24.—ERITRINA, flor de cobalto (*cobalt bloom*).

Brillo de la perla.

Color: rojo carmesí; algunas veces gris ó verdoso.

Rayas de lima: color más pálido, color alhucema.

Dureza: 2,5.

Peso específico: 2,9.

Composición por óxido: óxido de cobalto, 37,6; el resto, arsénico, oxígeno y agua.

Cuando se calienta, la eritrina desprende un olor de arsénico. Tratada al soplete con cuerpos fundentes se parece á los minerales de cobalto.

25.—En la Gran Bretaña, el mineral de cobalto se encuentra en las cavidades del calcáreo carbonífero. En Noruega y en otros países se encuentra en las rocas gneisicas y primitivas una variedad de esmaltina. En Alemania los yacimientos de cobalto están en las calcáreas, encima de los esquistos de cobre. Los yacimientos de níquel y de cobalto se encuentran con frecuencia juntos en los filones.

Continuará.

METALURGIA.

ESTUDIO QUIMICO DEL PROCEDIMIENTO METALURGICO

CONOCIDO CON LOS NOMBRES DE

AMALGAMACION MEXICANA ó BENEFICIO DE PATIO.

Por el Ing. de Minas

JUAN D. VILLARELLO, M. S. A.

PÉRDIDA DE PLATA Y LEY DE LOS RESIDUOS.

La pérdida de plata en este beneficio, así como la ley de los residuos, varía mucho, tanto con la naturaleza del mineral, como con la habilidad del azoguero. Los metales rebeldes producen naturalmente mucha menos plata que los minerales dóciles, y los conocimientos del metalurgista influyen notablemente en el resultado de la operación. Por otra parte, con los mismos minerales y el mismo azoguero, no se obtienen siempre los mismos resultados, pues, como dije en otro lugar, son muchas las causas que tienen influencia en el beneficio, y los accidentes de éste ni se presentan siempre ni son de igual magnitud; por lo tanto, la pérdida de plata es muy variable, y en términos generales puede estimarse en 5, 10 ó 12 por ciento de la plata contenida, siempre que sea dócil el mineral argentífero, y el beneficio haya sido conducido por azoguero inteligente y práctico.

Como el costo de este beneficio es aproximadamente

de diez pesos por tonelada, y los residuos, según minuciosas determinaciones tienen una ley que varía por lo general entre 68, 83 y 99 gramos de plata por tonelada, se pueden beneficiar con utilidad minerales dóciles cuya ley de plata sea mayor de 350 gramos por tonelada. Este límite inferior, que representa el costo del beneficio y la plata no amalgamada, es muy bajo, pues variando el costo del beneficio por muchas causas, entre otras, por el precio variable del mercurio y el de la fuerza motriz necesaria para la molienda, en varias haciendas el límite inferior del costo total del beneficio significa una ley de plata del mineral casi doble de la anterior, y no obstante esto, en varios Minerales, entre otros Guanajuato, el Beneficio de Patio es el procedimiento metalúrgico más económico para la extracción de la plata. (1)

Como por lo general, la ley en plata de los minerales que se someten á este procedimiento es aproximadamente 1 kilo ó $1\frac{1}{2}$ kilos por tonelada, las leyes de residuos que acabo de indicar como datos medios muy aproximados, indican una pérdida de plata variable entre el 5 y 10 por ciento de la contenida en el mineral, razón por la cual dice el Sr. Fernández "que hay varias haciendas en que la lama de cada torta de 100 ó más montones de 32 quintales, que tiran al río, 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 nos otros lo ejecutan de un modo perfecto.

MODO DE EXTRAER POLVILLOS DE LOS RESIDUOS.

En los tanques en que desaguan los canales del lavadero se depositan los residuos más gruesos llamados *jales* ó *jalsontel*, y de estos se quita la mayor parte de partículas terrosas por medio del agua, y se recoge el asiento que se llama *polvillo*, el cual contiene la pella escapada del lavadero y los minerales impropios para este beneficio.

La separación anterior se hace en algunas partes con *planillas*, las cuales son unos cajones de 1.24 á 3 metros de largo por 0.60 á 2 metros de ancho, abiertos por uno de los lados angostos. Estas planillas se colocan á la orilla de un canal por donde corra agua, se juntan por el lado más largo y se inclinan ligeramente en el sentido de su mayor longitud y hacia el lado abierto. En la parte alta de la planilla se coloca cierta cantidad de jales y con una *cuchara* se toma agua del canal y se arroja sobre los jales para lavarlos y hacer que bajen las partículas terrosas con el agua por el plano indicado de la planilla, quedando en la parte alta el asiento metálico más denso que constituye el *polvillo*.

En la actualidad, en varias haciendas de beneficio, se usan concentradoras mecánicas de diversas marcas para extraer el *polvillo*, y también para concentrar los minerales antes de beneficiarlos con objeto de exportar *los concentrados* y beneficiar por patio solamente el desecho de la concentración.

Los *polvillos* se sometían antes al Beneficio de Patio después de reverberarlos; pero ahora, cuando son de regular ley de plata ú oro, se destinan á la exportación.

DEFECTOS DEL BENEFICIO DE PATIO.

El Beneficio de Patio es un sistema metalúrgico bastante sencillo, y en México se ejecuta con mucha habilidad. Su sencillez, como dice el Sr. Fernández, "no le ha sido dada en estos últimos tiempos, la tiene desde su origen; yo no advierto cambio ni innovacio-

nes 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 antes." (1) Pero, sin embargo de su sencillez, no es inmejorable y tiene varios defectos, como se comprende por la ligera descripción que he hecho de este sistema metalúrgico,

Los principales defectos del Beneficio de Patio, son los siguientes: En primer lugar, la crecida pérdida de azogue, pues como dice Sonnenschmid: "en el beneficio de minerales pobres no monta su importe mucho, pero en el de minerales ricos, dobla y triplica los costos, de manera que entonces se puede llamar una operación costosa." (2) En segundo lugar, no es aplicable á muchos minerales que contienen plata, y es bastante alta la ley de los residuos cuando se tratan minerales rebeldes por este procedimiento. (3) Por último, es muy dilatado este sistema metalúrgico. (4)

En vista de lo anterior, dice el Sr. Fernández, hablando del Beneficio de Patio, "sería de desearse el cambiarlo por otro que economice la enorme pérdida de azogue, ó al menos innovarlo en la parte que origina esa pérdida. (5)

CALIDAD DE LOS INGREDIENTES.

Antes de concluir esta parte de mi escrito creo conveniente indicar la manera como se analizan los reactivos químicos que se emplean en este procedimiento metalúrgico, pues estos análisis pueden evitar algunos de los accidentes que se presentan en este beneficio.

Antiguamente se valorizaba la clase del magistral tomando un puñado é introduciéndolo con la mano cerrada dentro del agua, y á medida que producía mayor calor se le consideraba de mejor calidad. En la actualidad, al comprar una partida de sal ó de sulfato de cobre, se analiza con objeto de determinar la cantidad de cloro contenida en la primera y la de cobre que se halla en el segundo, procediendo de la siguiente manera:

Para determinar la cantidad de cloro contenido en la *sal*, se prepara una solución titulada de nitrato de plata en la relación de 2,309 gramos de plata metálica disuelta en ácido azótico y diluida en agua hasta formar 500 c.c.; se pesan 250 miligramos de la sal por analizar y se disuelven en 50 c.c. de agua destilada; se agregan á este último líquido 10 c.c. de una solución saturada de cromato de potasa y se agita el líquido, el cual toma un color amarillo de azufre; se vierte en este líquido, con una bureta, la solución titulada de nitrato de plata hasta que se ponga el líquido de color naranjado ó entre rojo y amarillo, y que este color persista no obstante la agitación del líquido. El número de centímetros cúbicos de la solución titulada que se hayan empleado para alcanzar este final, indicará el tanto por ciento de cloruro de sodio contenido en la sal analizada.

Para analizar el sulfato de cobre se prepara una solución de 5 gramos de cianuro de potasio en 100 c.c. de agua destilada. Se disuelven 0.500 gramos de cobre puro en 3 ó 4 gramos de ácido azótico, y se le agregan á esta solución unos 25 c.c. de amoniaco, con lo cual toma el líquido un color obscuro; se disuelven por separado 2 gramos del sulfato de cobre por analizar, en agua caliente, y se agrega amoniaco hasta que el líquido tome el color azul. En seguida se vierte con

[1] L. c., pág. 33.

[2] L. c., pág. 150.

[3] Malaguti et Durocher. L. c. pág. 472.

[4] Malaguti et Durocher. L. c., pág. 507.

[5] L. c., pág. 33.

(1) I. Ibarguengoytia. Boletín de la Sociedad Guanajuatense de Ingenieros, 1, 1888,-89, págs. 38-51.

una bureta la solución de cianuro á las dos soluciones de cobre hasta que desaparezca la coloración en las dos, anotando el número de centímetros cúbicos de solución de cianuro que sean necesarios para decolorar cada una de las soluciones cúpricas. El número de centímetros cúbicos empleados para decolorar la solución del sulfato de cobre multiplicado por 25 y dividido entre el número de centímetros cúbicos necesarios para decolorar la solución del cobre puro, dará en peso el tanto por ciento de cobre metálico contenido en el sulfato; y multiplicando esta cantidad por 3.93 se obtendrá el tanto por ciento de sulfato de cobre puro contenido en el sulfato analizado (1).

La descripción anterior da alguna idea acerca de la manera de ejecutar el Beneficio de Patio; y ahora me ocuparé, en la segunda parte de este escrito, de las reacciones químicas de las cuales depende este sistema metalúrgico.

AGRICULTURA

EL AGUA EN SUS RELACIONES CON LA AGRICULTURA.

PRIMERA PARTE.

(CONTINUA).

Las nieves pulverulentas determinan remolinos y ventisqueros á la menor corriente de aire que las levanta; pero cuando el viento sopla violentamente se alzan los copos juntándose los unos contra los otros, que cubren los caminos, depresiones y partes hondas, amontonándose y cubriendo á los hombres y animales.

Si de la cúspide de las altas montañas se desprende una masa de nieve por sus vertientes, al girar en su camino descendente va creciendo de volumen por las nuevas capas de nieve que va adquiriendo al pasar por ella. El enorme peso y fuerza que desarrolla al pasar bajando, hace que arranque y precipite peñascos, destruya árboles y arbustos que encuentre á su paso.

La *avalancha* [nombre de la masa de nieve] es temida por las poblaciones cercanas á una montaña cuya cúspide se cargue de nieve, porque destruye los edificios y causa desolación á las comarcas que tienen la desgracia de sucumbir á su acción.

El papel de la nieve en la naturaleza es como el de la lluvia, unas veces desempeñan benéficas acciones y otras desastrosas.

En los climas fríos la nieve no deja de contrariar los trabajos que hay que ejecutar en los campos, pero sí deja compensaciones en ellos de alta importancia, cuales son los principales elementos útiles á las plantas.

Humedece ligera y uniformemente el terreno sin deslavarlo; impide el enfriamiento del mismo y no lo comprime.

En algunos cultivos la nevada produce beneficios notables, que se explican porque preservan á aquellos de los hielos intensos, y al mismo tiempo que empapan á la tierra perfectamente de humedad.

Los efectos benéficos que produce la nieve, son tan

(1) Para este análisis del sulfato de cobre puede emplearse también el "procedimiento industrial para la determinación cuantitativa del cobre, del zinc y de otros metales, por liciores titulados," cuyo estudio y descripción presenté á la Sociedad Antonio Alzate, en sesión del 5 de Octubre de 1903.—Memorias, t. XX.

importantes, que los labradores dicen: "Año de nieves, año de bienes."

Cuando la tierra se encuentra recubierta por una capa de nieve de algún espesor, esta desempeña dos papeles, obrando como manto protector y además como pantalla que se opone á los efectos de la radiación nocturna ó á la emisión del calor terrestre á los espacios planetarios que se encuentran más fríos. Esta capa protege á las cosechas de invierno de la intensidad del frío, absorbiendo en su provecho una parte del calor obscuro de la tierra.

Debajo de la nieve la temperatura es más elevada que por la parte superior, y naturalmente por esto favorece á las raíces de los árboles y á las plantas que brotan en el otoño, porque la extremada división de sus partículas y su porosidad dan origen á que guarden en sus intersticios cierta cantidad de aire. Por otra parte, la mala conductibilidad de la nieve se opone á que el calor sea transmitido á la atmósfera.

La fusión lenta de la nieve hace que el agua que resulta de su liquefacción penetre y humedezca profundamente la tierra, en tan mejores condiciones que lo haría una lluvia fuerte y prolongada. La nieve esponja las tierras, preparando su mullido, y causa destrucción de los insectos, animales nocivos y plantas dañosas.

Las nieves de las altas montañas son los depósitos naturales de los cuales se alimentan las corrientes de agua de todo género, así es que podemos decir que con la prolongada estancia de las nieves, sea en montañas ó en el suelo, los manantiales duran muchos meses y á la vez que garantizan una humedad primordial.

Los efectos desastrosos de la nieve en la vegetación, son debidas al aumento de volumen del agua al solidificarse en el interior de los vasos de la planta, ocasionando por consecuencia desgarraduras en el vegetal.

Producen también grandes crecientes en los ríos y otras de estas desastrosas inundaciones. Esto sucede cuando en vez de fundirse la nieve poco á poco y gradualmente sufre un fuerte y repentino calor, que provoca una fundición rápida y da origen á torrentes de agua que se precipitan por los valles y cañadas, deslavando cuantas tierras labradas encuentren á su paso.

Véglase.—Si después de una helada muy intensa que haya durado muchos días cae una llovizna, ésta se congela al tocar la tierra, recubriéndola con un barniz muy fino y helado que lleva el nombre de *verglás*. La teoría de la formación de este hidrometeoro es que: si después que ha caído la helada, la temperatura del aire se suaviza súbitamente, el suelo, que conserva todavía su frío muy intenso, inferior al cero termométrico, hace que la lluvia fina que moja la tierra sufra su cambio físico, pasando del estado líquido al sólido, y como se extiende un poco la superficie del suelo del lugar y se mantiene en igualdad de frío, da por resultado que se forma el barniz de hielo sobre la tierra.

He aquí en pocas palabras el estudio de los diferentes hidrometeoros que guardan alguna relación con la agricultura, que dan con ventaja sus buenos efectos destruyendo á éstos aquellas acciones malas que también provocan.

De una manera muy sucinta he tratado los puntos que hemos desarrollado, únicamente puedo decir que he resumido aquellos hechos más comunes de la meteorología, sin ocuparme de otros que por ser de poca importancia en nuestro estudio que vamos siguiendo, sería también difícil desarrollarlos en una tesis como la presente, puesto que de esto se ocupan los grandes tratados de física agrícola.