

Cuando hay mucho hierro y sustancia silíceas en la mena, el método para la determinación del sulfuro, no da buenos resultados. Dos ensayos de estibina impura dieron 44,5 y 44,2 por ciento de antimonio.

Para separar los metales extraños se rompe el botón, y los fragmentos se disuelven en ácido nítrico concentrado, con objeto de convertir el antimonio en ácido antimónico, el cual es insoluble. Se filtra, lava, seca y quema en un crisol de porcelana; el peso que se obtiene multiplicado por 0,7922 dará la cantidad de régulo de antimonio. Realmente no es necesario tratar con ácido los botones obtenidos en el ensayo por fuego, puesto que la pérdida por la volatilización compensa las impurezas que pueda haber en el botón.

Para algunas menas muy impuras se ha usado con buen éxito de una fuerte dosis de cianuro (como de 50 á 60 gms.), á la vez que de una temperatura muy elevada.

ORO Y PLATA. — Símbolo = Au. y Ag.

Todas las sustancias que contienen oro y plata, pueden dividirse en dos clases, por lo que respecta á la manera de ensayarlas.

1.^a clase. — Los minerales ó menas, incluyendo accidentalmente algunos productos industriales.

2.^a clase. — El oro y la plata metálica, y sus respectivas aleaciones nativas ó artificiales.

El oro metálico se encuentra en la naturaleza en cantidad suficiente para representar por sí solo un valor de mucha importancia. Generalmente se le encuentra en una matriz cuarzosa, y casi siempre acompañado con uno de los minerales siguientes: piritas cobrizas y ferruginosas, mispikel ó piritas arsenicales, blenda y galena. También hay com-

puesto de este metal con teluro, y aleaciones nativas. (Véase la pág. 148-49.)

Los principales minerales de plata son la argentita, la estefanita, la pirargirita, la kerargirita, la plata nativa, la galena y las menas de cobre platoso. Pero como existen otros muchos minerales que contienen plata en más ó menos cantidad, se ha arreglado para uso del ensayador una lista completa de ellos, la cual puede consultarse en las páginas 147 y 149.

El ensayo del oro y la plata se divide por consiguiente en dos clases:

a. El ensayo de los minerales.

b. El ensayo de las aleaciones.

Según la sustancia sobre la cual se opere.

a. ENSAYE DE LOS MINERALES. — Los ensayos de las menas de oro y de plata se hacen casi de la misma manera, de consiguiente la misma descripción comprende á ambos metales.

Las operaciones que se practican en el ensayo son las siguientes.

1.^o Preparar la muestra. 2.^o Reunir el oro y la plata en un botón de plomo. 3.^o Copelar dicho botón; 4.^o Pesar el pallón que resulta de la copelación. 5.^o Incuartar, apartar y recocer, ó copelar el residuo de oro. 6.^o Pesar el oro puro.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA. — Deberá ponerse especial cuidado al tomar el común del mineral ó sea entresacar la muestra (Véase la pág. 39).

LA OPERACIÓN DE REUNIR EL ORO Y LA PLATA EN UN BOTÓN DE PLOMO puede efectuarse en un crisol ó en una escorificatoria, de donde han resultado dos métodos de ensayar: (a) Ensayo por fusión (b) Ensayo por escorificación.

El primero es aplicable á la mayor parte de la menas, mientras el segundo sólo conviene usarlo con las más ricas.

y con los minerales telurados; este segundo método no ofrece mucha garantía para usarlo con todos los minerales auríferos, porque el más pequeño error puede ocasionar una gran diferencia en los resultados, dada la pequeña cantidad del polvo mineral que se emplea para efectuarlo.

(a). *Ensaye por fusión.* — Un mineral de oro ó plata consta de metales preciosos, ganga, óxidos, sulfuros, etc. Para recoger los metales preciosos se mezcla el mineral con litargirio, flujos apropiados y agentes oxidantes ó reductivos, fundiendo la mezcla en un crisol. El litargirio reducido á plomo metálico, se apodera de los metales preciosos y aleado con ellos se precipita al fondo del crisol, mientras que las materias extrañas forman con los flujos una escoria fusible que sobrenada. El crisol se vacía ó se rompe cuando está frío, y el botón se separa de la escoria martillándolo sobre un yunque.

La carga: La cantidad de mineral que se toma para el ensaye depende de la riqueza del mismo, puesto que, lo que se desea es obtener un pallón del metal precioso para pesarlo. Generalmente se toma de un tercio á una tonelada de ensaye (T. de E.) (1) cuando se trata de la plata solamente, y dos, tres y hasta cuatro si se ensaya también el oro. Todas las menas requieren el uso de los siguientes reactivos: Crémor tártaro, carbón vegetal, ó un agente oxidante (nitro), é invariablemente una capa de sal. El bórax, la sílice y otros reactivos son útiles en ciertos casos, pero

(1) Con objeto de dar á conocer el sistema de pesas usado por los americanos en el ensaye de minerales por creerlo bien ventajoso, no he hecho innovación ninguna en las cantidades citadas por el autor; pero juzgando que algunas personas desearían saber sin pérdida de tiempo á cuánto equivalen éstas, conste que para un ensaye por el método de fusión, se toman por lo general diez y seis gramos del mineral pulverizado, y el peso del pallón de plata que resulta de la copelación, indica la ley de éste, la cual se expresa por el tanto en el montón, ó bien por el tanto por ciento.

N. del T.

su uso lo determinará el ensayador guiado por las propiedades de los otros reactivos que emplee y la composición del mineral. Bueno es tener presente que para las impurezas básicas se usa un flujo ácido, y para una ganga ácida, un flujo básico. Á menos que la carga de mineral sea muy grande, se deben poner como regla general, cincuenta gramos de litargirio y una cantidad de carbonato de sosa igual en peso al polvo empleado. Estas proporciones se pueden modificar según la naturaleza de la mena. La cantidad de nitro depende del poder reductivo del mineral, advirtiendo que se añade á fin de disminuir el tamaño del botón.

Tamaño del botón. Hay dos límites para determinarlo: 1.º Deberá ser bastante grande, ó de otro modo, debe reducirse en la mezcla el litargirio suficiente para recoger todos los metales preciosos. 2.º Es preciso que no haya un exceso de plomo, porque esto ocasionaría una pérdida de plata en la copelación. Si el botón es demasiado grande para copelarlo, puede reducirse su tamaño escoriándolo por segunda vez. El poder reductivo de una mena, se debe á la presencia del azufre, del arsénico, del antimonio, del zinc, etc.

ENSAYE PRELIMINAR DE LOS MINERALES. — Se calienta el crisol antes de ponerlo en el fuego, el cual deberá ser muy activo para efectuar la fusión lo más pronto posible. Cuando el contenido del crisol esté enteramente fluido, se saca, se deja enfriar y se rompe. La carga del mineral es como sigue:

Mena.....	2 gms.
Litargirio.....	25 »
Bicarbonato de sosa.....	10 »
Sal.....	una capa.

Se pueden presentar tres casos. Dos gramos del mineral pueden dar:

- 1.º Nada de plomo, ó menos de tres gramos.
- 2.º Tres gramos de plomo.
- 3.º Más de tres gramos.

Suponiendo que se tome para un ensaye, $1/3$ de T. de E. del mineral argentífero y el poder reductivo de dos gramos del mismo, sea igual á 1,5 gms. de plomo. $1/3$ de T. de E. ó sean 10 gms. del mineral, aproximativamente, reducirán 7,5 de plomo, y como el botón requerido ha de pesar cinco gramos, se necesitará añadir el argol ó carbón suficiente para reducir 7,5 gramos más; tomando por base 8,5 como poder reductivo del argol habrá que añadir $7,5 \div 8,5 = 0,882$ ó sea poco menos de un gramo, y si se trata del carbón $7,5 \div 28 = 0,268$ como $1/3$ de gramo.

Si el poder reductivo corresponde al tercer caso, se dividirá el exceso de plomo por el poder oxidante del nitro, y el cociente indicará la cantidad que se necesita de este reactivo. En el segundo caso, diez gramos del mineral reducirán exactamente un botón de quince. Sucederá con frecuencia que con sólo la práctica, pueda calcular el ensayador aproximativamente el poder reductivo de un mineral sin necesidad de ensayarlo; observando con atención antes de pulverizarlo, la cantidad de sulfuros que contenga.

Después de preparar una carga según el resultado obtenido en este ensaye preliminar, se fundirá examinando la escoria atentamente antes de preparar su duplicado, para añadir la sílice ó el bórax que se necesite si la escoria resultare básica, ó para corregir cualquier error que hubiere referente al poder reductivo.

REVERBERACIÓN. — Los minerales que contengan mucho azufre, antimonio ó zinc, deben reverberarse. En el primer caso si no se reverbera la mena, se corre el riesgo de que haya formación de oxi-sulfuros, los cuales aunque fusibles no se descomponen al calor albo, y entran de consiguiente

en la escoria arrastrando consigo algo de plata. Una cantidad grande de nitro podría ocasionar mucha efervescencia y derramamiento; pero aun cuando esto no sucediera, la evolución de los vapores esponja la masa, lo que pudiera ocasionar que parte del plomo se adheriría á las paredes del crisol. El arsénico y el antimonio producen arseniatos y antimoniatos que también llevan plata á la escoria. El zinc á su vez aumenta la pérdida de la plata por la volatilización.

El mineral se puede reverberar en una cacerola de hierro colado, en el hornillo. Esta cacerola deberá estar protegida interiormente con una capa de ocre rojo, ó de greda con lo que también se impide la pérdida del mineral.

La muestra se extiende, después de pesada, en la cacerola en donde se menea constantemente hasta que ya no haya riesgo de que funda. El mineral se calentará gradualmente sin pasar del calor rojo oscuro por algún tiempo, y finalmente, se elevará la temperatura al rojo blanco. La temperatura demasiado violenta al principio, ocasionaría la fusión de los sulfuros, formando á la vez una masa difícil de reverberar. El rápido desprendimiento del arsénico, del antimonio ó del zinc sería también causa de una pérdida mecánica en la plata. Si accidentalmente ocurre la fusión es mejor pesar una nueva cantidad del mineral para reverberarla. La operación se considera terminada, cuando después de tener la cacerola expuesta por un rato al rojo blanco no se percibe ningún desprendimiento de gases ó vapores.

En el caso de que se noten algunas piritas cobrizas después de la reverberación, enfríese el mineral y mézclese un poco de carbonato de amoníaco: se cubre la cacerola y se calienta hasta que cese totalmente el desprendimiento de vapores. Los sulfatos se convierten por este medio en sulfato volátil de amoníaco, el cual se desprende.

El arsénico y el antimonio requieren la adición de carbón pulverizado para reducir los arseniatos y antimoniatos que se forman al reverberar; cuidando á la vez de que se consuma todo el carbón, si la mena contiene un sulfuro fusible, tal como el de antimonio ó galena, se le mezcla una poca de arena antes de reverberar. También se pueden reverberar los metales en la mufla, usando las vasijas de arcilla mencionadas en la página 20.

FUSIÓN. — La carga ya preparada se mezcla íntimamente y se pone en un crisol. Se emplea un fuego muy activo, y el crisol se retira de la lumbre cuando la fusión es completa. Para esto se necesitan de treinta á cuarenta y cinco minutos. El crisol se golpea ligeramente en el suelo para juntar las partículas metálicas, y se vacía su contenido en el molde, ó se deja enfriar y se rompe.

(b.) *Ensaye por escorificación.* — Los reactivos para el ensaye por escorificación, son plomo puro granulado y bórax. El metal se mezcla con ellos y se coloca en una escorificatoria fundiendo esta mezcla en la mufla.

Resulta de esto una liga de plomo con los metales preciosos y la escoria que contiene litargirio con las impurezas y ganga ó matriz de la mena.

La proporción en que el plomo y el bórax deben ponerse, varía según la dificultad con que se funda la matriz y los óxidos de los minerales que se ensayan.

La tabla siguiente indica aquellas proporciones que la experiencia ha demostrado ser las más convenientes para los diferentes criaderos. Su relación es á una parte del metal pulverizado que se ensaya :

Carácter del criadero.	Partes de plomo.	Partes de bórax.
Cuarzoso.....	8	
Básico.....	8	0,25-1,00
Galena.....	5,6	0,15

Carácter del criadero.	Partes de plomo.	Partes de bórax.
Arsenical.....	16	0,10-0,50
Antimonial.....	16	0,10-1,00
Fahlerz.....	12-16	0,10-0,15
Piritas de hierro.....	10-15	0,10-0,20
Blenda.....	10-15	0,10-0,20

En la mayoría de los casos se toma un décimo de una tonelada (T. de E.) y de treinta á cuarenta gramos de plomo para cada ensaye. El polvo y la mitad del plomo se mezclan íntimamente en el fondo de la escorificatoria, y el resto del plomo se vacía sobre la mezcla formando una capa. Sobre todo esto se colocan dos ó tres pedazos de bórax vitrificado.

Hay que advertir que la cantidad de polvo mineral que se usa para un ensaye varía entre un veintavo y un tercio de una tonelada de ensaye según la riqueza del mineral; y si una escorificatoria no fuese suficiente para contener el polvo, habrá que pesar partes iguales que vengán á dar la cantidad que se desea en vez de dividirlo al cálculo en las diferentes vasijas que se usen (1).

Tres períodos diferentes se observan en la fundición de un ensaye : 1.º el de calcinación, 2.º el de fundición, y 3.º el de escorificación.

Al principio se mantiene una temperatura elevada para fundir el plomo. Esto se verifica cerrando la puerta de la mufla y aumentando la corriente de aire. Luego que el

(1) Aunque el autor acaba de indicar las cantidades de mineral que se deben tomar para un ensaye, y como quiera que el sistema de pesas á que se refiere no es igual al nuestro, me es oportuno advertir que, en lo general, se toman cuatro gramos del mineral pulverizado para un ensaye por escorificación, y que el pallón de plata que de ellos resulta, corresponde en cada milésimo á un marco ó sean ocho onzas del metal precioso por tonelada de veinte quintales, siendo las fracciones de milésimo equivalentes también á fracciones de marco.



plomo está fundido se abre la puerta y se ve entonces el mineral flotando en la superficie del plomo. En una mufla grande es suficiente colocar primero la escorificatoria en la parte de atrás y moverla después hacia el frente.

1.º La calcinación comienza entonces y se continúa á una temperatura moderada, hasta que ya no se percibe el desprendimiento de gases y el mineral que ha desaparecido á la vista.

2.º La temperatura se eleva para fundir todo el material. Cuando la fundición se ha terminado se ven levantarse de la escorificatoria unos vapores blancos de plomo; hay un juego de colores en la superficie del mismo y la escoria rodea el baño metálico formando un anillo. El bórax hace un papel importante entonces, contribuyendo á que la escoria se licúe para que pueda ser arrojada á un lado al mismo tiempo que se forma, permitiendo así la oxidación del plomo. Si no se añade el bórax y la mena contiene mucha matriz que no sea muy fusible, la escoria flotará en pelotas sobre el plomo impidiendo su oxidación.

3.º Una vez terminada la fusión se modera la temperatura hasta que el anillo de la escoria que continuamente se empequeñece, se cierra totalmente cubriendo al plomo. Entonces se vuelve á aumentar el calor hasta derretir la escoria para que permita que se asiente el plomo, después de lo cual se retira la escorificatoria del hornillo, y se vacía su contenido en un molde, ó se le deja enfriar. El botón se martilla como de costumbre. En todo el ensaye se emplean de treinta y cinco á cuarenta minutos. No se debe poner demasiado bórax al principio; es preferible mezclar primero una porción con la carga, y agregar el resto según se va necesitando, durante la operación, envuelto en un pedazo de papel.

EL BOTÓN DE PLOMO. — El botón de plomo debe ser

maleable para copelarse y de un tamaño proporcionado.

Una buena copela absorberá su propio peso de litargirio, pero es mejor usar una que pese como una tercera parte más que el botón. Las copelas que se usan ordinariamente pesan como unos 18 gramos. Si el botón fuere demasíadamente grande se puede reducir su tamaño escorificándolo por segunda vez; hay menos pérdida en esta operación que en la de copelarlo. Un botón quebradizo indica la presencia de arsénico, antimonio, zinc ó litargirio, y debe escorificarse antes de copelarlo, añadiendo si fuere necesario; si el botón contiene cobre deberá escorificarse hasta que no aparezca este metal al golpear aquél con el martillo.

Si hay níquel metálico en el botón, no se podrá copelar; esto sin embargo, ocurre muy rara vez.

COPELACIÓN. — Esta operación se diferencia de la de escorificar, en que la escoria que se forma se absorbe en la copela, dejando un pallón limpio compuesto de los metales preciosos.

Así es como nos desembarazamos de algunas cantidades insignificantes de cobre, hierro, etc., que pudiera contener el botón.

Solamente la práctica podrá indicar la cantidad de plomo necesaria para arrastrar todas las impurezas, puesto que varía según las circunstancias.

La operación de copelar se practica como sigue: Se limpia una copela cuidadosamente con los dedos, colocándola en seguida en la mufla y calentándola hasta que se pone de la misma temperatura de ésta; entonces se coloca con mucho tiento el botón en la copela por medio de las pinzas. Se cierra en seguida la mufla con la puerta de que está provista ó con un carbón encendido para derretir más fácilmente el plomo. Cuando ya se ha conseguido esto, se abre la puerta y el botón que al principio se pone brillante,