

IMPORTANCIA DEL BROMOFORMO EN CIERTAS INVESTIGACIONES METALURGICAS

Por EDUARDO SCHMITTER

Trabajo presentado en la Sesión Ordinaria de la Sociedad Geológica Mexicana, el 3 de abril de 1936.

Bien conocido es en los estudios de petrografía sedimentaria el uso del bromoformo, pues por su fácil manejo, recuperación y su acción casi nula sobre los distintos constituyentes mineralógicos de un sedimento, es inmejorable para separar minerales con densidades mayores y menores de 2.9 cuando se le utiliza puro.

Isómero del cloroformo, se deriva del metano por sustitución de tres átomos de hidrógeno con los correspondientes de bromo, constituyéndose en tri-bromo-metano o bromoformo.

Su densidad es de 2.90350 a 15°C. en relación con la del agua a 4°C.

Su punto de ebullición a presión normal es de 149.55°C. (1).

Diluido en las debidas proporciones con benzeno o tetracloruro de carbono proporciona una serie de "líquidos pesados" cuyas densidades tienen por límite inferior las de los compuestos indicados, expresados a continuación:

Benzeno.—Densidad a 25°C. en relación con la del agua a 4°C. = .87369. Punto de ebullición a presión normal = 80.122°C.

(1) Datos tomados de "Chemical Engineer's Handbook" de H. Perry, 1a. ed. p. 281, 1934.

Tetracloruro de carbono.—Densidad a 25°C. en relación con la del agua a 4°C. = 1.5844. Punto de ebullición a presión normal=76.75°C. (2).

Teniendo en cuenta que una gran parte de los problemas metalúrgicos se relacionan con el beneficio de menas metálicas pobres, he creído de alguna utilidad recomendar el uso del bromoformo en los estudios preliminares de laboratorio, cuando de aquellas se trate.

Su aplicación en este caso se encuentra en íntima relación con el análisis mecánico de los minerales y su objeto es la concentración prácticamente cuantitativa de los que tienen densidades mayores de 2.9. Esto se logra fácilmente si se tiene en cuenta que las "matrices" más comunes constituidas por cuarzo, feldespatos, calcita, dolomita, etc., tienen sus densidades menores de 2.9.

El proceso general que se sigue en el laboratorio para estudiar una mena después de un muestreo bien hecho, se continúa con examen preliminar al microscopio para determinar la constitución mineralógica, las relaciones genéticas de los minerales, su estado de alteración, el tamaño y forma de los granos, la textura de la mena, etc. Hechas tales determinaciones, se obtienen un conjunto de datos, en parte definitivos y en parte requiriendo la contribución de las siguientes etapas del proceso de investigación.

En seguida una parte de la muestra molida en condiciones prácticas, se somete a una clasificación por tamices que permitirá la separación por tamaños de las partículas.

En este punto una conveniente separación con bromoformo de minerales "ligeros" y "pesados" en cada tamaño, nos indicará el grado de molienda a que deberá llegarse para poner en libertad la mayor parte de las partículas de minerales por concentrar.

Si los metales por beneficiar fueran entre otros el oro y la plata, procede practicar en 3 porciones de la parte ligera: gruesa, media y fina, un ensaye por los mismos metales pa-

(2). Igual referencia que en la nota (1).

ra determinar si la matriz lleva una parte de éstos en partículas tan pequeñas que no fueron suficientes para influenciar notablemente la densidad de las partículas "ligeras", en cuyo caso tales valores resultarían difícilmente recuperables por concentración. Con las porciones correspondientes a los minerales "pesados" se preparan briquetas de baquelita, las que una vez pulidas, se someterán al examen microscópico para determinar un segundo grado de molienda si se hiciera necesaria la flotación selectiva de 2 o más minerales "pesados", que estuvieran mezclados íntimamente.

Una vez alcanzada esta etapa en la investigación con la contribución indispensable del análisis químico, el resto de la muestra se encuentra en condiciones de ser tratada en las máquinas concentradoras, teniendo en cuenta todos los datos anteriores.

Si la molienda recomendada por la primera clasificación no fué suficiente para poner en libertad los minerales por concentrar, es necesario practicar una segunda clasificación por tamices, seguida de un tratamiento con bromoformo como queda indicado, en una porción de las "colas" procedentes de las máquinas concentradoras.

El modo de operar con el bromoformo es el siguiente: cada porción procedente de la clasificación por tamices, se va colocando en el aparato separador (fig. 1), que consiste simplemente de un embudo fijo en soporte de fierro con capacidad suficiente para contener la porción y seis veces su volumen de bromoformo. Dicho embudo obturado previamente por la parte interior con un tapón de corcho de la forma indicada en la (fig. 1), y manejable por un mango de vidrio suficientemente largo, incrustado en dicho tapón. (3).

En tales condiciones se vierte el bromoformo en el embudo, llenando la capacidad restante, se agita lenta y constantemente durante unos 10 minutos, al cabo de los cuales

(3). Henry B. Milner en su tratado de petrografía sedimentaria, 2a. edición, de 1929, pág. 43, ilustra el mismo aparato pero con obturación en el pico del embudo, mediante un pequeño tubo de hule cerrado con una pinza de Mohr. Este arreglo no me parece conveniente, en vista de que el bromoformo puede actuar como disolvente del hule.

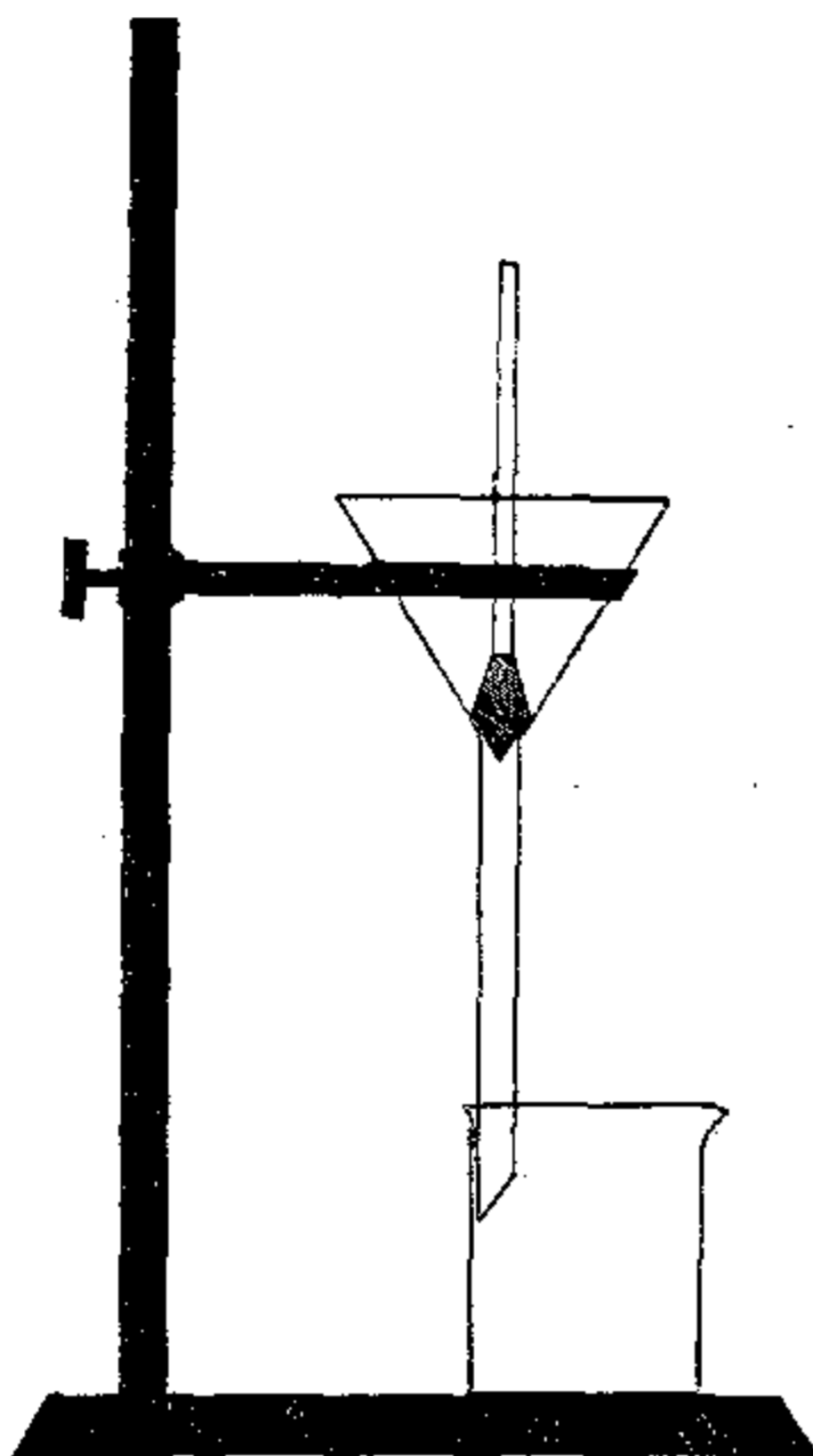


Figura Núm. 1.

se suspende la agitación. Entonces los minerales con densidad mayor de 2.9 quedarán en el fondo del embudo perfectamente separados de los ligeros, que flotarán en la superficie del líquido.

Colocando un vaso de precipitados de suficiente capacidad abajo del embudo, se procede a levantar el tapón durante un instante con un movimiento violento, para dejar pasar todas las partículas de minerales "pesados", después de lo cual se procede a la obturación con igual impulso.

Hecha la operación, los minerales "pesados" contenidos en el fondo del vaso, se separan de la cantidad de bromoformo que salió junto con ellos, por decantación.

En el embudo que contiene la mayor parte del bromoformo con los minerales "ligeros", se levanta el tapón de manera que sólo pase el bromoformo lo más violento posible a otro vaso previamente colocado debajo del embudo. Una vez libres las dos porciones de bromoformo, se guardan en su frasco que deberá ser de vidrio color ámbar y con tapón esmerilado. En vista de la pérdida sensible de bromoformo por volatilización, y de su posible combinación con algunas partículas minerales, es necesario separarlo de las mismas y guardarlo lo más pronto posible.

Los minerales que aún se encuentran mojados con bromoformo y reteniendo una parte de éste, se lavan a continuación un suficiente número de veces con benzeno o tetracloruro de carbono.

Todas las porciones de lavado se guardan en un frasco para efectuar en su oportunidad, la recuperación del bromoformo por destilación fraccionada, mediante un aparato como el indicado en la figura número 2.

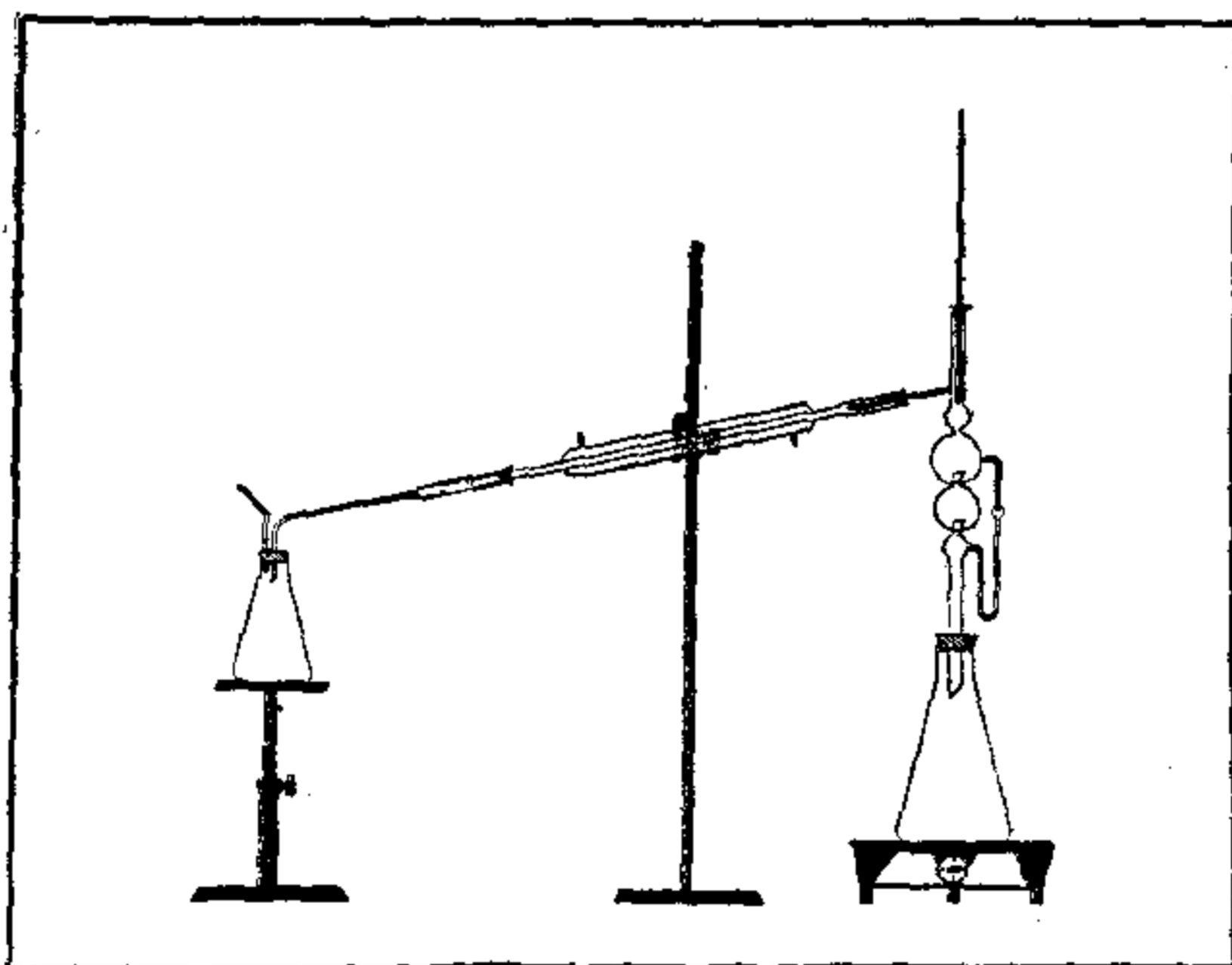


Fig. Núm. 2.

Este consta en sus partes esenciales de un matraz de destilación, un rectificador, un termómetro con escala de 200°C., un refrigerante y un matraz para recibir los productos de la destilación. Las obturaciones se hacen con tapones de corcho y todo el aparato se fija en un soporte de fierro mediante pinzas "universales". La instalación se completa con un elemento eléctrico de 3 calores para el calentamiento del matraz.

A continuación cito algunos de los problemas prácticos en los que utilicé con éxito el método indicado:

1.—En una muestra de arenas auríferas se trataba de averiguar cuantitativamente el tamaño, aspecto y la forma de las partículas de oro con el objeto de recomendar un método apropiado de beneficio. Como el dato debía ser cuantitativo tuve que desechar el método de "tentadura" y aplicar el del bromoformo con examen al microscopio.

La muestra estaba formada por los minerales siguientes en orden aproximado de abundancia: pirita, cuarzo, feldespatos, magnetita, minerales pesados no magnéticos y oro libre. Separado cada tipo de mineral después de la clasificación por tamices, por medio del bromoformo, un imán, ataque químico y nitrato de talio, se anotaron las cantidades en por ciento que de cada uno había y se expresaron en gráfica, cuya interpretación, indicó la derivación de las partículas de oro en compañía de las de pirita, dato complementario de cierta importancia para localizar en el arroyo la presencia de los valores, en los puntos en donde se notara concentración de aquel sulfuro que en este caso particular, se presentó en la forma de pequeños piritoedros de tamaños uniformes entre cortos límites de fineza. Separado el oro se pudo examinar fácilmente al microscopio para completar la investigación.

2.—Estudiando la posibilidad de concentrar los valores en oro de una muestra de jales cuya composición mineralógica principal, consistía de cuarzo, hematita y oro, se trató de averiguar el tamaño de las partículas y con cual de los dos minerales se encontraba asociado. No habiendo podido preparar briquetas para examinarlas al microscopio, se tra-

tó la muestra con bromoformo después de la consabida clasificación. Practicados los ensayos en cada porción de los minerales "ligeros" y "pesados", la ley de 14 gramos por tonelada fué sensiblemente la misma para todos, comprobando con ésto, que el oro se encontraba en partículas muy pequeñas y con igual distribución en los minerales indicados. Por tanto, no se pudo recomendar ningún método de concentración.

3.—Con objeto de ensayar un método de análisis por berilium en una muestra de cuarzo con berilo procedente de la Sierra de la Madera en Sonora, separé fácilmente los dos minerales mediante una molienda relativamente gruesa, seguida de tratamiento con bromoformo en tetracloruro de carbono, solución con los constituyentes en tales proporciones, que dió una densidad de 2.67. El cuarzo flotó quedando el berilo en el fondo del embudo.

4.—Tratando de averiguar las posibilidades de concentración por flotación en una muestra compuesta en su mayor parte de hematita, cuarzo y limonita con muy pequeña proporción de piritita y calcopiritita, con ley de 180 y 28 gramos por tonelada de plata, y oro respectivamente, se practicó la investigación con el muestreo y examen microscópico seguidos de una clasificación por tamices, ensayándose por oro y plata, parte de cada una de las proporciones, anotando gráficamente los resultados.

A continuación se tomaron los sobrantes de la clasificación, se pesó una cantidad igual de cada porción y se trató con bromoformo. Calculados los porcentajes de minerales "pesados" contenidos en cada porción de la muestra clasificada, se anotaron gráficamente. Entonces al estudiar las curvas se notó (fig. 3), que la correspondiente a las leyes de oro y la de los % indicados resultaron muy semejantes, y diferentes notablemente de la curva correspondiente a las leyes de plata.

Esto demostró la íntima relación de la hematita con el oro, que indudablemente se encontraba en partículas pequeñas, uniformemente repartidas dentro de aquélla y sensiblemente de igual tamaño. Por tanto, al efectuar las prue-

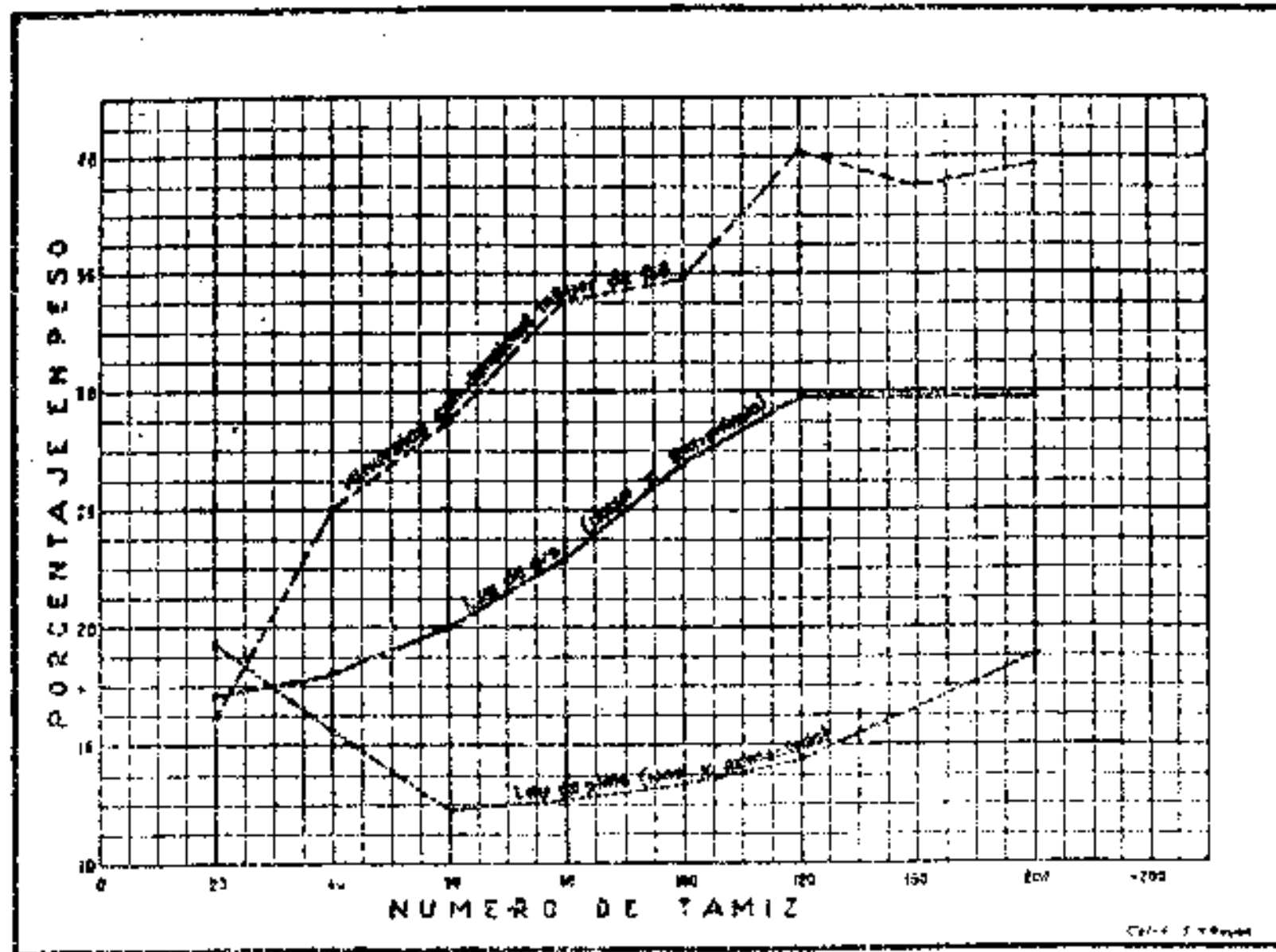


Fig. Núm. 3.

bas de flotación, no se obtuvo una extracción en oro arriba del 76% a causa de la interferencia presentada por la hematita.

Por otra parte, la diferencia de las dos primeras con la de las leyes de plata, nos indicó la falta de asociación de ésta con el oro.

5.—Un kilogramo de arena de río fué tratado para investigar su contenido de casiterita y la posible concentración de dicho mineral.

Se practicó una clasificación por tamices que no se pudo interpretar, por no indicar el análisis químico más que huellas probables de estaño. En seguida se dividió la muestra en dos porciones mediante un tamiz número 20. La porción más gruesa se trató en máquina pulsante para efectuar la concentración de los valores y la más fina, se trató en mesa concentradora con el mismo objeto.

Examinados al microscopio cada uno de los productos obtenidos, "concentrados", "medios" y "colas", se encontró

una composición mineralógica más o menos constante, con ligera variación en las partículas más finas.

Una vez anotados los pesos obtenidos de cada porción, y en vista del mal resultado que había tenido la primera clasificación por tamices y la concentración en las máquinas, se procedió a tratar cada producto con bromoformo, encontrando que la mesa había efectuado la mejor concentración de minerales "pesados". Una vez anotados los pesos de minerales "ligeros" y "pesados" para calcular la concentración y rendimiento obtenidos, se juntaron todas las porciones de "ligeros" y "pesados" por separado, practicando a continuación una nueva clasificación por tamices con cada una de las dos porciones resultantes.

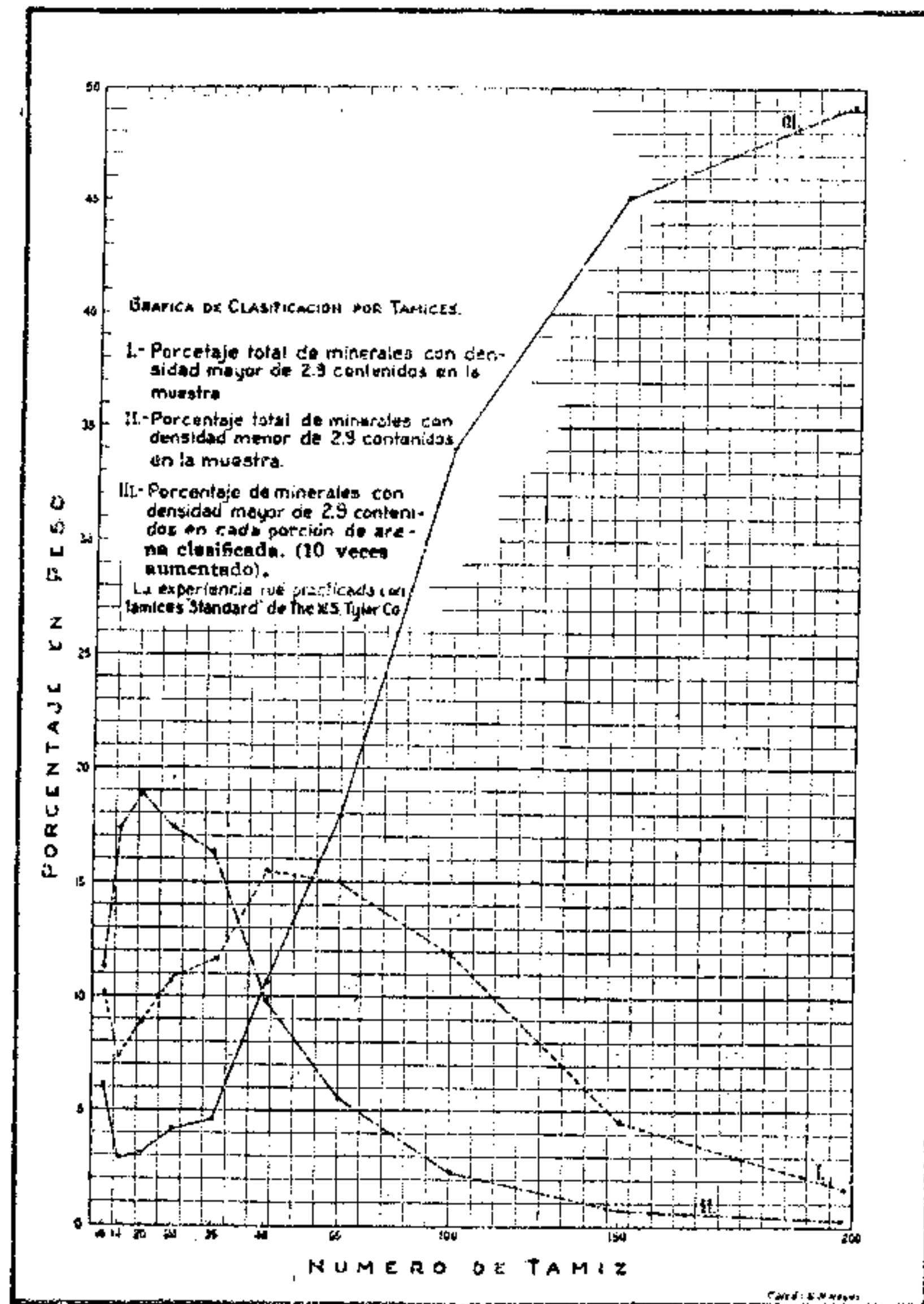
Se calculó entonces el porcentaje total de los dos tipos de minerales y el porcentaje de "pesados", contenidos en cada porción de los "ligeros"; se anotaron los resultados gráficamente y de la interpretación de las 3 curvas se dedujo lo siguiente: (fig. 4).

1o.—Los diámetros de partículas comprendidos entre .104 y .295 mm., resultaron ser los límites más prácticos de fineza para beneficiar las arenas.

2o.—En cuanto a las condiciones de acarreo que prevalecieron corriente arriba del punto en donde se tomó la muestra, puede decirse que sólo las partículas de minerales "ligeros" y "pesados" que tuvieron diámetros aproximados entre .295 y .074 mm. (límite de fineza experimentada), estuvieron en condiciones de movimiento simultáneo para dar oportunidad a las partículas "pesadas", de concentrarse en el lugar muestreado.

Por otra parte, hecho el ensaye de estaño sobre .5 gramos del total de minerales "pesados" y el de oro y plata sobre 5 gramos, después de practicar las operaciones anteriores, los resultados fueron los siguientes:

Sn = .006%
 Au = .041 gramos por tonelada.
 Ag = .39 " " "



Leyes de oro y plata que para obtenerse por ensaye ordinario, hubiera sido indispensable practicar alrededor de 100 fusiones de 10 gramos cada una, y el mismo número de determinaciones por Sn suponiendo que en cada determinación se hubieran atacado 5 gramos de muestra.

Es claro que con semejantes resultados el estudio de la muestra fué inútil para aplicarse al beneficio de los metales ensayados; pero no hubiera sido así, en el caso de haber tenido que investigar platino, elementos radioactivos o elementos raros en general, cuya localización es de bastante importancia; por eso cité este último caso en el que como en los anteriores, la contribución del bromoformo ayudó a la resolución del problema.

México, D. F., a 3 de abril de 1936.

Eduardo SCHMITTER.