

OBTENCIÓN DE SULFURO DE BARIO A PARTIR DE BARITINA

L. Valderrama ⁽¹⁾, M. Urqueta ⁽²⁾, M. Santander ⁽¹⁾, M. Guevara ⁽¹⁾ D. Guzmán ⁽¹⁾ y O. Pavez ⁽¹⁾

(1) Departamento de Metalurgia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Atacama

(2) Centro Regional de Investigaciones y Desarrollo Sustentable de Atacama - Universidad de Atacama

E-mail (autor de contacto): luis.valderrama@uda.cl

RESUMEN

La minería nacional necesita diversificarse y no depender exclusivamente de la minería tradicional, una alternativa válida sería la obtención de sales de bario a partir de baritina, sobretodo teniendo en cuenta que la Región de Atacama posee las mayores reservas de este mineral del país. Actualmente en Sudamérica, Brasil es el único productor de sales de bario y por esta razón nuestro país tiene que importar estos productos químicos para su uso interno. Por este motivo surge la inquietud de obtener sales de bario o sulfato de bario precipitado a partir de baritina. En este trabajo son presentados resultados del estudio de la calcinación de la baritina con carbón vegetal en un horno rotatorio para la obtención de sulfuro de bario, el cual constituye la base para la obtención de sales de bario o sulfato de bario precipitado. La muestra de baritina fue molida a una granulometría de 100% - 150 mallas y el carbón de 100% - 100 mallas Tyler. La baritina se mezcló con el carbón, antes de ser alimentada al horno de tostación. El horno tenía una inclinación de 6,4° y el tubo de reacción giraba para introducir la mezcla al interior del horno y así tener un íntimo contacto entre la baritina y el carbón. El tiempo de residencia de la muestra al interior del horno es variable de acuerdo a las condiciones de trabajo. Las variables estudiadas en la tostación fueron temperatura, cantidad de carbón presente en la mezcla y tiempo de calcinación. El producto calcinado fue disuelto en agua caliente para la separación de las impurezas por filtración. La solución clarificada contiene bario en solución y un residuo en el cual se encuentran las impurezas, tales como hierro y sílice, a esta solución se le adicionó un exceso de ácido sulfúrico y se obtuvo un precipitado de BaSO₄. Los resultados muestran que trabajando con un 400% en exceso de carbón y a una temperatura de 800 °C se alcanza un rendimiento de 71,1% en sulfuro de bario.

Palabras clave: Baritina, calcinación, temperatura, sulfuro de bario.

1. INTRODUCCIÓN

En la naturaleza, el bario se presenta en los minerales de baritina, benstonita, sanbornita y witherita. La baritina, o sulfato de bario natural, es realmente un mineral industrial pesado, esta característica, combinada con su carácter químico inerte, suavidad y su bajo costo, hacen de la baritina sea utilizada en lodos de pozos profundos de perforación por métodos de rotación. La baritina representa el 40% de los constituyentes de estos lodos. Los usos se extienden, además, a los adhesivos, bolas de tenis, materiales de fricción, pinturas, plásticos, caucho, papel, vidrio, como absorbente de la radiación gamma en los complejos nucleares, cerámicos y electrónica [1,2]. Las impurezas más comunes que afectan su peso específico y su color son: sulfato de calcio, carbonato de calcio, sílice y óxido de hierro, en contenidos menores estroncio, calcio y fluorita que le confieren tonalidades rosáceas y verdosas [2,3].

En el año 2008 la baritina fue producida por 43 países y alcanzó a una producción de 7.770.000 toneladas, siendo China el mayor productor (56,6%) baritina seguida de India (12,9%), Estados Unidos (7,9%), Marrueco (6,4%) y otros (16,2%) [4,5].

Los principales depósitos de baritina en Chile se ubican entre la Región de Atacama y de Coquimbo. Las leyes varían entre 69,2% y 81,8%, aunque la mayoría de ellos se encuentran paralizados. La producción ha presentado un importante descenso a través de los años, que se explica por la gran producción de China e India, que presentan mejores leyes y precios que va en detrimento de la baritina chilena, razón por la cual la producción chilena en el último tiempo es prácticamente nula. La máxima producción chilena de baritina se alcanzó en el

año 1982 con un total de 292.000 t, a partir de este año se produce un descenso en la producción hasta el año 2007 con una producción de 77 t [6].

Los precios de la baritina para pintura y para lodos de perforación petrolífera han permanecido estables en un precio de 49 US\$/t en el año 2008. Los precios de las sales de bario en el año 2008 [8], como cloruros fue de US\$/t 1216, óxido, hidróxidos y peróxido US\$/t 1550, carbonato US\$/t 721 y nitratos de US\$/t 1216 [4,5].

Este trabajo tiene como objetivo transformar la baritina a sulfuro de bario para obtener las diferentes sales de bario tales como: sulfato, hidróxido, nitratos y carbonato de bario. Para obtener el sulfuro de bario es indispensable que el sulfato de bario se encuentre en íntimo contacto con carbón a temperaturas que fluctúan entre 600 °C y 800 °C para que ocurra reacción [7,8].

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La muestra de baritina fue reducida de tamaño a una granulometría de 100% -12 mallas Tyler. A esta granulometría se homogeniza y se preparan diversos paquetes con el fin de realizar la caracterización química, mineralógica y densidad del mineral, y para efectuar las diferentes experiencias de reducción.

El análisis químico de la muestra fue determinado a través de técnicas gravimétricas y volumétricas. El peso específico fue determinado a través del método de matraz de Le Chatelier. El análisis mineralógico fue realizado en un microscopio óptico marca Carl Zeiss.

En las condiciones operacionales de las pruebas realizadas para reducción de la baritina con carbón para obtener sulfuro de bario, estos materiales fueron reducidos de tamaño a granulometría de 100% bajo la malla 150 para la baritina y el carbón 100% bajo la malla 100 Tyler, con el objetivo de tener una mezcla más íntima entre ellos.

Fue programada una serie de pruebas para analizar el efecto en conjunto que tiene la variación de carbón y temperatura en la transformación de sulfato de bario a sulfuro de bario.

El horno usado en las pruebas fue un reactor cilíndrico, marca HERAEUS, con un potenciómetro y un controlador de temperatura. En el interior del reactor fueron adaptados dos tubos, un tubo de sacrificio de acero inoxidable el cual tiene como objetivo proteger al tubo reactor de material cerámico en donde se lleva a cabo el proceso de reducción de sulfato de bario a sulfuro de bario. Además el tubo de acero inoxidable constituye el eje que da la rotación a todo el sistema, el objetivo de esta rotación es de mezclar la muestra alimentada al interior del horno para así tener un íntimo contacto entre la baritina y el carbón. La superficie sobre la cual se encontraba el reactor cilíndrico tenía una inclinación de 6,4° para asegurar por gravedad la descarga del producto final. El tiempo de residencia de la muestra al interior del horno es variable de acuerdo a las condiciones de trabajo.

En el proceso de reducción, se varía en forma conjunta las cantidades de carbón y la temperatura de trabajo, manteniendo constante la cantidad de baritina. En el horno rotatorio se produce el sulfuro de bario; compuesto soluble en agua que constituye la base para la obtención de sulfato de bario precipitado. El sulfuro de bario, obtenido se somete a una disolución con agua caliente a una temperatura de 80°C, y a agitación durante 30 min.

Posteriormente la disolución es filtrada, produciéndose dos productos: un residuo el cual contiene las impurezas que tiene el mineral y un líquido clarificado en donde se encuentra el bario en solución (Ba^{+2}). El bario en solución es precipitado con un exceso de ácido sulfúrico, obteniéndose de esta manera el producto final. .

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis químico de la muestra de baritina con la que se realizaron las diferentes pruebas de reducción es mostrada en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis químico del mineral de baritina

BaSO ₄ (%)	Fe _T (%)	SiO ₂ (%)
92,07	0,18	4,62

El peso específico de la muestra usando una granulometría de -12 mallas Tyler, presentó un valor promedio de 4.254 kg/m³. El análisis mineralógico indicó la presencia de baritina, limonita, cuarzo y roca arenisca. La baritina es el mineral predominante en la muestra; en su gran mayoría lo hace en partículas liberadas libres. El cuarzo se encuentra en forma cristalizada y amorfa. La limonita se aprecia relleno de fisuras entre los cristales

de baritina o cubriéndolos. En la roca arenisca se observaron algunas partículas aisladas y otras entrelazadas con la baritina.

En la figura 1 se muestra la variación del porcentaje de transformación de sulfato de bario a sulfuro de bario a medida que se aumenta la temperatura y se mantiene constante la cantidad de carbón (carbón teórico). De la figura 1 es posible apreciar que a medida que se aumenta la temperatura de tostación, manteniendo constante la cantidad de carbón, existe un incremento en la transformación de sulfato de bario en sulfuro de bario, alcanzándose su valor máximo de 27,4 % a los 900°C

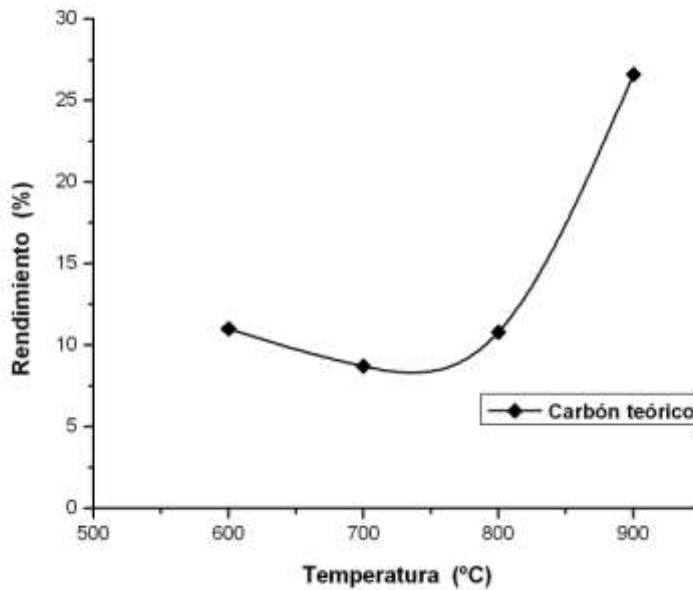


Figura1. Transformación de baritina en función de la temperatura utilizando carbón teórico

En la figura 2 se muestra la variación del porcentaje de transformación de sulfato de bario a sulfuro de bario, variando la temperatura de tostación e incrementando en un 50% la cantidad de carbón teórico.

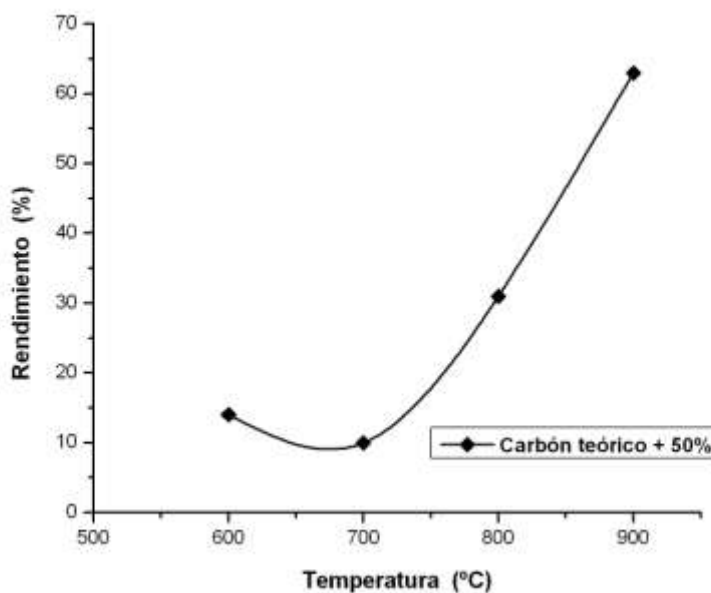


Figura 2. Transformación de baritina en función de la temperatura usando 50% en exceso del carbón teórico

En la figura se puede apreciar lo siguiente: Que al igual como en el caso anterior a medida que se incrementa la temperatura existe un aumento en el porcentaje de transformación de sulfuro de bario. Este ascenso está directamente relacionado con el aumento en la cantidad de carbón, el cual fue de un 50% más con respecto a la cantidad de carbón calculada teóricamente. De igual forma es posible apreciar que se alcanza un valor máximo de transformación a la temperatura de 900 °C, con un 63,3% de transformación.

Como los resultados obtenidos en las pruebas de transformar la baritina a sulfuro de bario usando el carbón teórico a la temperatura de 600°C, se obtiene un bajo rendimiento, al incrementar la cantidad de carbón en un 50 % sobre el teórico y mantener constante la temperatura se produce un pequeño aumento en el rendimiento.

Con los resultados anteriores fue programada una serie de pruebas para analizar el efecto del incremento de carbón en la transformación de la baritina. La figura 3 muestra el efecto que presenta el aumento de la cantidad de carbón en el rendimiento a una temperatura de tostación constante de 700°C. Se aprecia que a medida que se aumenta la cantidad de carbón desde el carbón calculado en forma teórica hasta un 400% en exceso de carbón se produce un considerable aumento en el rendimiento. En los niveles más altos de carbón (300 y 400% en exceso) tanto el porcentaje de transformación como el rendimiento adquieren un comportamiento constante.

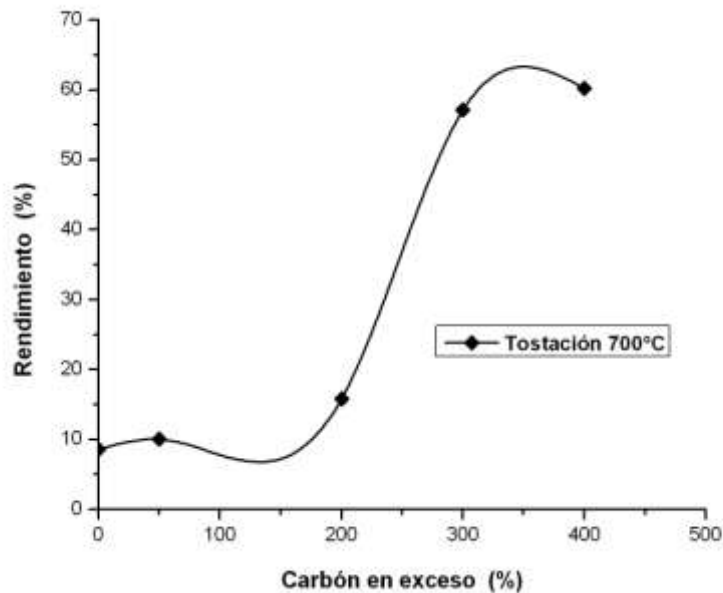


Figura 3. Rendimiento en función de la cantidad de carbón en exceso a 700 °C

De acuerdo a la figura a esta temperatura resulta fácil apreciar que un aumento sostenido en la cantidad de carbón tiene un efecto directo en el rendimiento, mientras mayor es la cantidad de carbón que interviene en el proceso mayor es el valor del rendimiento, alcanzando un valor de 60,3 % con un 400% de exceso de carbón.

La figura 4 muestra el efecto que tiene el aumento de la cantidad de carbón sobre el rendimiento a una temperatura de transformación constante de 800°C.

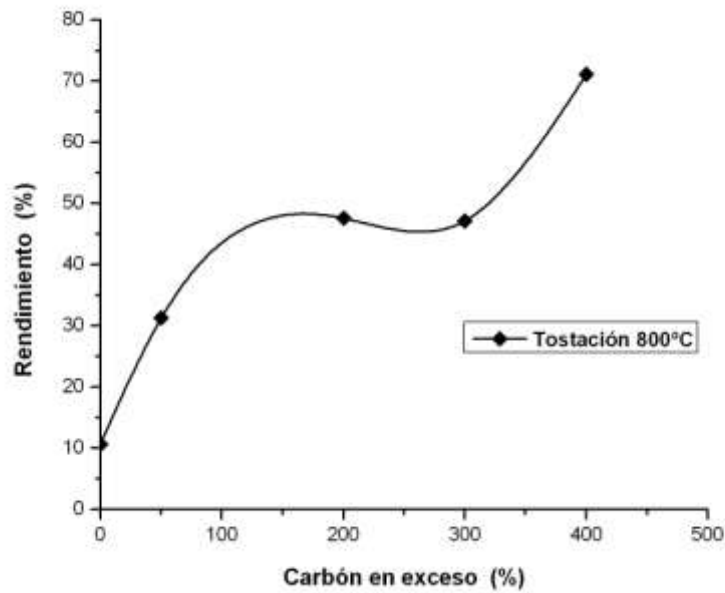


Figura 4. Rendimiento en función de la cantidad de carbón en exceso a 800 °C

En la figura anterior es posible observar la misma tendencia que se produce a la temperatura de 700°C, con la salvedad de que a la temperatura de 800°C, existe un mayor rendimiento alcanzando un valor máximo de 71,1% con la utilización de un 400% en exceso de carbón.

En la figura 5 se muestra el efecto del incremento de la cantidad de carbón sobre el rendimiento a una temperatura de transformación constante de 900°C.

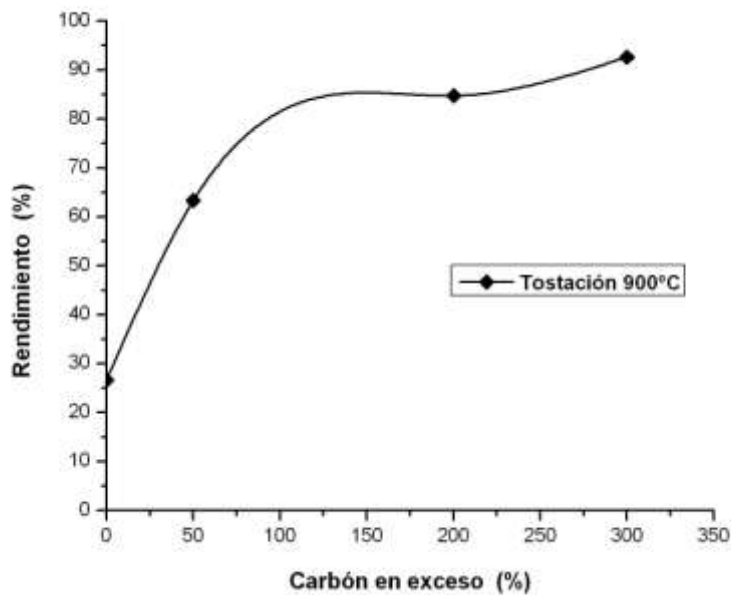


Figura 5. Rendimiento en función de la cantidad de carbón 900°C

En la figura anterior es posible observar que al aumentar la cantidad de carbón en un 50% con respecto al carbón teórico se produce un aumento considerable en el rendimiento y éste continúa incrementándose a medida que se aumenta el porcentaje de carbón.

Comparando las tres figuras anteriores es posible apreciar claramente que se alcanza un mejor porcentaje de transformación de sulfato de bario a sulfuro de bario cuando se produce un incremento en la cantidad de carbón de 400%, como también el máximo rendimiento se obtiene a la temperatura de 900°C donde se alcanza un rendimiento de 92,7%.

4. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en forma experimental, es posible obtener las siguientes conclusiones:

- Se determinó que resulta factible la utilización de baritina de la región de Atacama para la obtención de sulfuro de bario, materia base para la fabricación de sales de bario.
- El porcentaje de transformación de sulfato de bario a sulfuro de bario aumenta al producirse un ascenso en la temperatura manteniendo constante la cantidad de carbón en cada prueba.
- En relación al aumento de la cantidad de carbón manteniendo constante la temperatura de transformación, ésta presenta un efecto positivo en el porcentaje de transformación ya que éste aumenta en todos los niveles de carbón, alcanzándose un máximo con 400% de exceso de carbón.

REFERENCIAS

1. R. Arnés, Eliminación de impurezas a una mena de baritina para la obtención de un sulfato de bario comercial. Trabajo de titulación para obtener el Título de Ingeniero de Ejecución en Metalurgia, Departamento de Metalurgia, Universidad de Atacama, 1993.
2. L. Valderrama, Apuntes de rocas y minerales industriales, p. 40-62. Departamento de Metalurgia, Universidad de Atacama, 2002
3. O. Quesada, J. C. Llópiz, E. Martínez, K. Otero, R. M. Acosta, W. Ricardo. Caracterización de barita cubana y su reducción carbotérmica en horno de microondas. Revista de Metalurgia, Vol 43, N° 6, 2007, p 458-463.
4. http://www.indexmundi.com/en/commodities/minerals/barite/barite_t5.html
5. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/barite/>
6. Servicio Nacional de Geología y Minería “Anuario de la minería Chilena año 2009”
7. A. Salem and Y. Tavakkoli Osgouei. The effect of particle size distribution on barite reduction. Materials Research Bulletin. Vol. 44, Issue 7, July 2009, p 1489-1493.
8. M. Urqueta, Obtención de Sulfato de bario precipitado a partir de Baritina de la Región de Atacama. Trabajo de titulación para obtener el Título de Ingeniero Civil En Metalurgia, Departamento de Metalurgia, Universidad de Atacama, 2008.