

Estudio para el mejoramiento de la fusión de calcinas con el uso de carbonato de calcio en la carga fundente

Marcelo Lozada y María Iza

Departamento de Metalurgia Extractiva (DEMEX)

marcelo.lozada@epn.edu.ec

Resumen

Con el desarrollo de este proyecto se pretende principalmente reemplazar, en la carga fundente, un componente de uso restringido, como es el CO_3Na_2 ; por el CO_3Ca , que no tiene problemas en su utilización y además es barato y así mismo adquirir destreza en la fusión de calcinas obtenidas por flotación de menas provenientes de algunos centros mineros del país como son: Pacto, Pachijal, Bucay y el Virón. En este caso, la fusión se refiere a aquella que se usa para fundir menas y/o concentrados, en los ensayos al fuego para determinar metales preciosos. Se considera como hipótesis de trabajo al hecho de que en la fusión de una mena y/o concentrado, siempre encontraremos componentes que controlan la temperatura de fusión; por supuesto estos componentes están conformando la carga total para la fusión. En este caso se considera que los componentes que controlan la fusión y la temperatura de la misma son: SiO_2 , CO_3Na_2 , CO_3Na , Bórax; cada componente constituye una variable, el conjunto de las mismas serán estudiadas detenidamente, hasta encontrar las que dan los mejores resultados. Como resultado principal se llega a determinar una carga fundente en la cual se puede incluir hasta un 18% de carbonato de calcio, sustituyendo al carbonato de sodio.

Palabras claves: Fusión de calcinas, uso del carbonato de calcio.

Abstract

With the development of this project is mainly intended to replace, in loading flux, a component of restricted use, such as CO_3Na_2 ; by CO_3Ca , which has no problems in its use and it is cheap and also acquire skill in the merger calcination obtained by flotation of ores from some mining centers of the country such as: Compact, Pachijal, Bucay and Viron. In this case, the merger means that which is used to melt ore and / or concentrates, in fire tests to determine precious metals. It is considered as a working hypothesis the fact that in the fusion of an ore and / or concentrate and always find components that control the temperature of melting, of course, these components are shaping the total charge for the merger. In this case it is considered that the components that control the melting temperature and the same are: SiO_2 , CO_3Na_2 , CO_3Na , Borax, each component is a variable; all of them will be studied carefully to find ones that work best results. As the main load comes to determining a flux which may include up to 18% calcium carbonate, sodium carbonate replacing.

1 Introducción

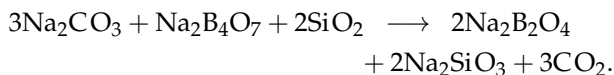
Los metalurgistas de la actualidad consideran que en el mundo se viene trabajando con la pirometalurgia desde hace miles de años. Comenzando con la extracción de oro, plata, cobre, hierro, plomo, mercurio, hasta llegar a la actualidad, en la que se benefician a casi todos los elementos de la tabla periódica. Esto quiere decir que hay una muy buena experiencia en pirometalurgia, especialmente en algunos países desarrollados; en nuestro medio se están dando los primeros pasos, tanto en la extracción de metales preciosos (Au, Ag, Pt, Pd, Rh), y en la siderurgia a partir de su respectiva chatarra.

En estas circunstancias, es necesario emprender en el estudio de todas las materias involucradas en los procesos extractivos de metales, en especial de: Físico-Química,

Termodinámica, Transferencias de Masa y Calor, y Cinética de las reacciones que ocurren en las operaciones metalúrgicas; y, por supuesto en una muy abundante experimentación con los materiales que se encuentran en el país [1][6][8].

Siguiendo esta tónica, se plantea una experimentación, en la fusión de menas y/o concentrados, para los ensayos al fuego, en la cual se pueda incluir en la carga fundente al CO_3Ca , reemplazando parcialmente al CO_3Na_2 , con lo cual se espera: aumentar el punto de fusión de la operación, escorificar al cobre, obtener recuperaciones de metales preciosos muy similares a los datos referenciales y, disminuir costos, tanto en la compra de compuestos químicos, como en el consumo de energía.

Trabajando sobre la hipótesis de que cuatro componentes de la carga fundente controlan la fusión, los cuales son: SiO₂, CO₃Na₂, CO₃Na, Bórax. Hipótesis sustentada en la siguiente ecuación[2][5]:



2 Material

Para este trabajo se han seleccionado muestras de los siguientes centros mineros de país: Pacto, Pachijal, Bucay y el Virón; un promedio de 50 kg, de mena en roca , por

cada muestra.

3 Métodos

3.1 Reducción del tamaño de los minerales

En primer lugar las muestras fueron sometidas a operaciones de reducción de tamaño, hasta obtener un material seco a malla -16, 100 %; lo cual incluye: trituración primaria (trituradora de mandíbulas), trituración secundaria (trituradora de cono) y molienda en seco (molino de rodillos). Por divisiones sucesivas en divisores Jones, se obtuvo una muestra de 2 kg, de material , para cada muestra, con la cual se realiza la caracterización de los minerales.

Tabla 1.

Mineral de Pacto		Mineral de Pachijal		Mineral de Bucay		Mineral del Virón	
Compuesto	(%)	Compuesto	(%)	Compuesto	(%)	Compuesto	(%)
Cuarzo	83	Cuarzo	85	Cuarzo	80	Cuarzo	66
Plagioclasa	5	—		—		—	
Moscovita	5	—		—		—	
Caolinita	4	Caolinita	5	Caolinita	6	—	
Calcopirita	1	Calcopirita	8	Calcopirita	2	Calcopirita	10
Galena	1	—		Galena	4	Galena	6
Pirita	1	Pirita	2	Pirita	2	Pirita	6
—		—		Arsenopirita	2	Arsenopiri	7
—		—		Esfalerita	4	Esfalerita	5
Total	100		100		100		100

Tabla 2.

Mineral de Pacto	Mineral de Pachijal	Mineral de Bucay	Mineral de bucal
Elemento	Elemento	Elemento	Elemento
Au 20 g/TM	Au 10 g/TM	Au 150 g/TM	Au 30 g/TM
Ag 100 g/TM	Ag 3 g/TM	Ag 180 g/TM	Ag 93 g/TM
Cu 0.3 %	Cu 1.5 %	Cu 0.4 %	Cu 2.5 %
Fe 1.5 %	Fe 2.5 %	Fe 1.7 %	Fe 5 %

3.2 Caracterización de los minerales de trabajo

Las cuatro muestras de menas, fueron sometidas a los siguientes análisis, con el fin de conocer algunas características propias de cada una de ellas.

3.3 Análisis mineralógicos

Para conocer las principales especies mineralógicas que las están conformando; con los resultados de la tabla 1.

3.4 Análisis Químicos

De igual forma, se trabajó con las cuatro muestras, se aplicó los métodos de: Ensayos al fuego, para los metales preciosos y absorción atómica para los otros elemen-

tos, como Pb, Fe, Cu, etc. Se obtuvieron los siguientes resultados [5].

Estos análisis químicos, también constituyen los puntos de referencia, para la pruebas de sustitución del CO₃Na₂ por el CO₃Ca, ya que en cada una de ellas se terminará determinando oro y plata; y luego por supuesto se comparan los resultados.

4 Ensayos de sustitución

4.1 Operando con las muestras de mena (Pacto, Pachijal, Bucay , El Virón)

Los ensayos al fuego referenciales, para determinar metales preciosos (Au , Ag) se los ha realizado con la siguiente carga total (muestra + carga fundente). Para las cuatro muestras, la mena fue tostada previamente,

en una mufla eléctrica, desde la temperatura ambiente hasta los 800°C, por el lapso de 2 h.

Tabla 3.

Carga total	Peso (g)	(%) peso
Muestra	30	18.40
Bórax	30	18.40
Carbonato de sodio	50	30.67
Carbón	3	1.84
Nitrato de potasio	5	3.07
TOTAL	163	99.99

Los ensayos de sustitución del CO_3Na_2 por el CO_3Ca , se realizan de la siguiente forma:

Tabla 4.

CO_3Na_2 (inicial)(g)	CO_3Na_2 (sustituido)(g)	CO_3Ca (sustituto)(g)
50	45	5
50	40	10
50	35	15
50	30	20
50	25	25
50	20	30
50	15	35
50	10	40

En cada prueba se hace la determinación de oro y plata; y los resultados se comparan con los valores referenciales. Operando hasta 1.000°C

Tabla 5.

Prueba No.	Au (g/TM) Ref.	Ag (g/TM) Ref.	Au (g/TM)	Ag (g/TM)
1. Pacto	20.0	100.0	199.3	96.8
2. Pachijal	10.0	3.0	9.2	2.6
3. Bucay	150.0	180.0	155.0	188.0
4. El Virón	30.0	93.0	32.0	95.6

Considerando que, para cada tipo de mena se hicieron al menos ocho ensayos.

4.2 Operando con los concentrados obtenidos por flotación de sus respectivas (Pacto, Pachijal, Bucay, el virón)

Para la concentración por flotación, se hacen pruebas con dos kilogramos de muestra de mena, la misma que es sometida a molienda en húmedo, hasta obtener un producto correspondiente a un $D_{80} = 104\mu$; con lo cual se consigue liberar a los sulfuros de la roca encajante. Enseguida se pasa a la flotación colectiva de todos los sulfuros y los metales preciosos, empleando para ello los siguientes reactivos de flotación. Amilxantato de potasio, aerofloat 208, aceite de pino. Se obtienen como productos cuatro concentrados colectivos sulfurados.

Estos concentrados son sometidos a una tostación oxidante en mufla, desde la temperatura ambiente hasta los 800°C, por el lapso de dos horas, luego se llevarán a cabo ensayos al fuego para determinar oro y plata, en cada una de las cuatro muestras, ensayos que serán considerados como referenciales, con la siguiente carga total (muestra + carga fundente)[3][6].

Tabla 6.

Carga total (g)	Peso (g)	(%) peso
Muestra	30.0	15.8
Bórax	30.0	15.8
Carbonato de sodio	20.0	26.3
Sílice	50.0	10.5
Litargirio	0.0	26.3
Carbón	3.0	1.6
Nitrato de potasio	7.0	3.7
TOTAL	190.0	100.0

Ensayos para la sustitución de CO_3Na_2 por CO_3Ca , en cada una de las muestras de concentrado.

Tabla 7.

CO_3Na_2 (inicial)(g)	CO_3Na_2 (sustituido)(g)	CO_3Ca (sustituto)(g)
50.0	45.0	5.0
50.0	40.0	10.0
50.0	35.0	15.0
50.0	30.0	20.0
50.0	25.0	25.0
50.0	20.0	30.0
50.0	15.0	35.0
50.0	10.0	40.0
50.0	5.0	45.5
50.0	0.0	50.0

En los cinco primeros ensayos (hasta que se reemplaza 25 g de CO_2Na_2 por 25 g de CO_3Na), la fusión no tiene dificultades, en lo sucesivo ya comienza a presentarse fusiones incompletas operando hasta 1.000°C de temperatura.

Para cada una de las muestras se completa el ensayo al fuego y, se determinan los tenores de oro y plata, y se comparan con los valores referenciales.

Análisis químicos (Au, Ag) de los concentrados, que pasan a constituir los análisis referenciales.

Tabla 8.

Muestra	Au (g/TM)	Ag (g/TM)
Pacto	495.0	2460.0
Pachijal	55.0	16.0
Bucay	3000.0	3610.0
El Virón	90.0	270.0

Análisis químicos (Au, Ag) de los concentrados, con las sustituciones de CO_3Na_2 , por CO_3Ca ; en la carga fundente. Cada resultado es un promedio de al menos seis pruebas. Considerando a las calcinas de las cuatro muestras (Pacto, Pachijal, Bucay, El Virón), tomadas en cuenta en este proyecto. Operando hasta 1.000°C .

Tabla 9.

Prueba N 1	Au (g/TM) ref.	Ag (g/TM) ref.	Au (g/TM)	Ag (g/TM)
1. Pacto	495.0	2460.0	483.0	2447.0
2. Pachijal	55.0	16.0	56.0	18.0
3. Bucay	3000.0	3610.0	2987.0	3560.0
4. El virón	90.0	270.0	93.0	275.0

5 Análisis de resultados

Los análisis químicos y mineralógicos, llevados a cabo con las cuatro muestras de minerales consideradas en el presente proyecto, han permitido conocer a las especies mineralógicas que están conformando cada una de las menas. Lo cual efectivamente ha facilitado la determinación de las cargas fundentes requeridas para fundir las muestras, en la secuencia del ensayo al fuego.

Así mismo las determinaciones referenciales, de metales preciosos, se han hecho sin dificultad, con fusiones nítidas y copelaciones con régulos de alrededor de 25 g cada uno.

Operando con las muestras de mena, en las cargas fundentes para las fusiones, considerando el reemplazo del CO_3Na_2 por el CO_3Ca . Las fusiones son normales hasta que la cantidad de CO_3Ca llegan a ser un 18 % de la carga total para fusión. luego de lo cual la fusión se hace dificultosa o simplemente no se funde la carga.

6 Conclusiones

1. En la carga fundente se puede reemplazar al CO_3Na_2 , hasta en un 18.64 % de CO_3Ca , sin que se produzcan cambios sensibles en los resultados.
2. La presencia de CO_3Ca en la carga fundente, también permite escorificar a los óxidos de cobre, lo cual favorece para obtener escorias más fluidas, sin que se

forme una fase mata, en la cual se pueden disolver metales preciosos.

3. Luego de la fusión, al completar los ensayos al fuego, se obtienen resultados de los tenores de oro y plata, en las menas y en las calcinas, muy parecidos a los análisis referenciales.
4. El uso del CO_3Ca , reemplazando al CO_3Na_2 , sobre todo en la fusión de calcinas, permite incursionar en operaciones con mayor cantidad de muestra, sobre todo con materiales refractarios con altos tenores de metales preciosos; en los cuales se puede aplicar la copelación industrial, para recuperarlos.

Referencias

- [1] Kubascheusky, Alcock. *Metallurgical Thermochemistry*. 5th Edition, Pergamon Press, I. The Theoretical Basis, Great Britain, 1979.
- [2] Lucien Coudurier, Igor Wilcomirski. *Fundamentos de los Procesos Metalúrgicos*. Universidad de Concepción, Chile. 1982.
- [3] Abelardo Rovira Pereira. *Metalurgia General*. Segunda Edición, Cap. 5, Editorial Dossat, S.A., España, 1969.
- [4] J.D. Gilchrist. *Extraction Metallurgy*. Tercera edición, Cap. 6 - 7, Thermodynamics, theory and applications, Great Britain, 1989.
- [5] Lenaham W. C. *Assay and Analytical Practice in the South African Mining*. Tomo 1 y 2, The South African Institute of Mining and Metallurgy, Monograph Series M6, Chapter 4, SA, 1989.
- [6] C.W. Ammen. *Recovery and Refining of Precious Metals*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 12. Fire Assaying, USA, 1984.
- [7] George J. Gajda. *Gold Refining*. Segunda Edición, Publicada por el autor, Chapter One, Propiedades Químicas del Oro, USA, 1982.
- [8] Savitskii E.M. *Hand Book of Precious Metals*. Hemisphere Publishing Corporation, Chapte 1, Principal Ores and Minerals Principal Deposits, USA, 1989.