



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DEL ESTADO DE HIDALGO



IV

Encuentro de
Investigación del
Área Académica de
Ciencias de la Tierra
y Materiales

Del 24 al 26 de agosto del 2017

MEMORIAS

EDITORES:

- ANA MARÍA BOLARÍN MIRÓ
- FELIX SÁNCHEZ DE JESÚS
- LETICIA E. HERNÁNDEZ CRUZ
- FELIPE LEGORRETA GARCÍA

ISBN: 978-607-482-173-4



USO DE TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS PARA LA REMOCIÓN DE ÓXIDOS DE HIERRO PRESENTES EN ARCILLAS DE CAOLÍN.

J. C. Flores Segura, V.E. Reyes Cruz, F. Legorreta García, M.A. Veloz Rodríguez.

AACTyM, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

*E-mail Contacto: carlosflores.segura@gmail.com

194

En este trabajo, se realizó un estudio electroquímico de dos tipos de arcillas de caolín que se comercializan en la zona de Pachuca, Hidalgo, las cuales contienen impurezas como óxidos de hierro y titanio, entre otras. Con el fin de identificar su respuesta electroquímica ante diversas condiciones energéticas, se prepararon en solución y se estudiaron por voltamperometría, cronopotenciometría y cronoamperometría. Los resultados obtenidos se compararon con una arcilla de caolín de alta pureza. En general las arcillas mostraron procesos catódicos atribuidos a la reducción del hierro presente en el caolín y se logró establecer los parámetros donde es posible remover los óxidos de hierro que contienen. Los estudios de cronopotenciometría, sugiere que bajo ciertas condiciones energéticas existe la reducción de una especie en la solución que no se agota. El mineral de partida y los productos obtenidos fueron caracterizados por Análisis químico con plasma acoplado (ICP) y difracción de rayos X (DRX).



INTRODUCCIÓN

El caolín es una arcilla producto de la descomposición de rocas feldespáticas, un silicato de aluminio hidratado cuyo componente principal es la caolinita. Éste mineral es muy versátil y tiene un gran número de aplicaciones en la industria [1-3]. En México, como en otros países, existe gran consumo de productos que requieren del caolín como materia prima, por lo que su demanda va en aumento. Sin embargo, el caolín que existe en abundancia es impuro. El beneficio del caolín ha sido un reto para los especialistas y se han realizado diversos estudios por diferentes técnicas como: separación magnética de alta intensidad, flotación, floculación selectiva, lixiviación, etc.[1] y aunque éstos métodos pueden ser efectivos, su aplicación representa un alto costo de inversión por lo que el procesamiento del mineral no es fácilmente aplicable en países en vías de desarrollo como es el caso de México, en donde a pesar de poseer yacimientos de este mineral, se tiene que recurrir a la importación para satisfacer la demanda. Esto se ve reflejado en la balanza del caolín mexicano en el 2009 fue de \$620,983.00 dólares en exportaciones mientras que en importaciones fue de \$48,046,055.00 dólares [4]; lo que indica que se compró casi 78 veces el valor del caolín que se exportó. El caolín que se extrae de yacimientos mexicanos, como el de Agua Blanca de Iturbide, Hidalgo, no es sometido a ningún tratamiento que aumente su pureza. Su procesamiento consiste únicamente en la extracción y molienda; en donde su clasificación se realiza de acuerdo a su coloración y se comercializado a granel.

Por otra parte, las técnicas electroquímicas han sido una herramienta muy importante en la industria de la extracción de metales como plata, oro, etc. Es por ello que en el presente trabajo se realiza un estudio electroquímico para llevar a cabo la purificación del caolín proveniente del municipio de Agua Blanca de Iturbide, Hidalgo; en el que se estudia la respuesta electroquímica de soluciones de caolín para determinar las condiciones energéticas donde es posible su blanqueo y purificación.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio voltamperométrico, cronopotenciométrico, cronoamperométrico de tres tipos de caolín BG (caolín beige), BL (caolín blanco) y CF (caolín de alta pureza) en solución con el fin de conocer su comportamiento y determinar las condiciones en las que es posible la remoción de impurezas, específicamente óxidos de hierro. Los estudios se realizaron en un reactor tipo Batch con arreglo típico de tres



electrodos acoplados a un potenciostato-galvanostato PAR263A, y se caracterizaron por análisis químico por plasma acoplado ICP. La difracción de rayos X fue realizada con el difractómetro de rayos X Inel, modelo EQUINOX 2000 con fuente de radiación Cu K α .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los difractogramas de las arcillas de caolín analizadas se muestran en la figura 1.

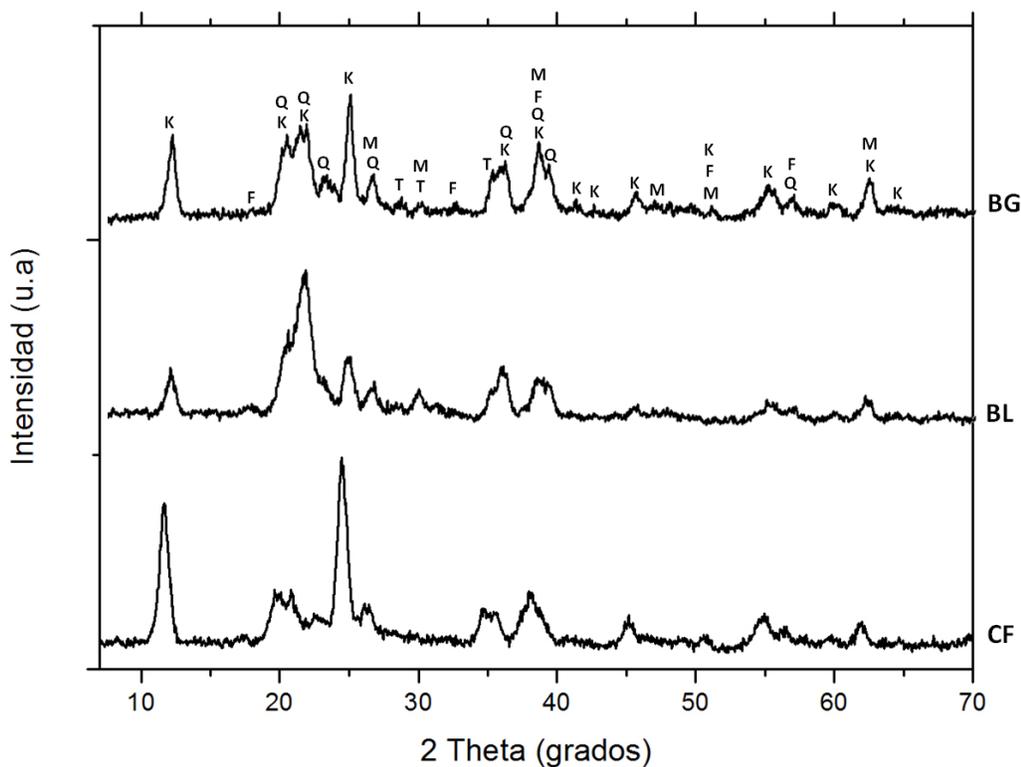


Figura 1. Difractogramas de rayos X de las muestras MGB, MBL, ABL y BK respectivamente (K=Caolinita; Q=Cuarzo; M=Maghemita; T=Óxidos de titanio; y F=Óxidos de hierro).

En la figura 1 es posible observar que la muestra BG presenta un importante contenido de impurezas, representadas principalmente por óxidos de hierro y titanio, además de cuarzo y maghemita. La muestra BL también presenta las mismas impurezas aun que se presentan en menor medida los óxidos de hierro y maghemita, su fase mayoritaria es cuarzo. La muestra CF que es una muestra de alta pureza apta para uso



farmacéutico y alimentario, si presenta algunas impurezas que pueden ser óxidos de hierro o hierro metálico.

En general todas las muestras presentan un alto contenido de caolinita y, en menor proporción, cuarzo, a excepción de la muestra BL que es la que tiene un menor contenido de caolinita debido a que la intensidad y definición de los picos alrededor de 12 y 24.5°, son menores que en las demás muestras. La muestra BG es la que presenta un mayor contenido de impurezas.

La tabla 1 muestra los resultados del análisis químico de las muestras de caolín BG, BL y CF.

Tabla 1. Composición química de los caolines BG, BL y CF.

<i>Muestra</i>	% en peso	
	Fe₂O₃	TiO₂
BG	2.09	2.57
BL	1.25	2.39
CF	1.13	1.44

Como puede observarse en la tabla 1, la muestra BG es la que presenta un mayor contenido de óxidos de hierro y titanio, lo que causa que ésta posea una coloración beige en comparación con las muestras BL y CF. Por otra parte se observa que las muestras BL y CF presentan una cantidad de óxido de hierro similar. Sin embargo, la muestra BL contiene mayor cantidad de óxidos de titanio que de óxidos de hierro.

Estudios Voltamperométricos

La respuesta voltamperométrica de la solución del caolín BG (figura 2) presenta un proceso de reducción en el intervalo (a) el cual es atribuido a la reducción de óxidos de Fe.

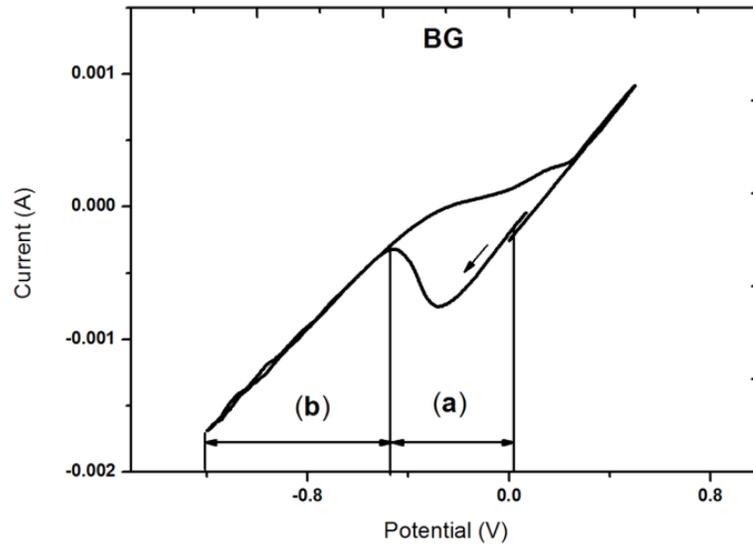


Figura 2. Voltamperogramas obtenido en la solución de caolín BG a una velocidad de barrido de 25 mv /s cuando se inicia el barrido en dirección catódica.

En la figura 2 también se aprecia otro proceso catódico en el intervalo (b), el cual es atribuido a la reducción del medio.

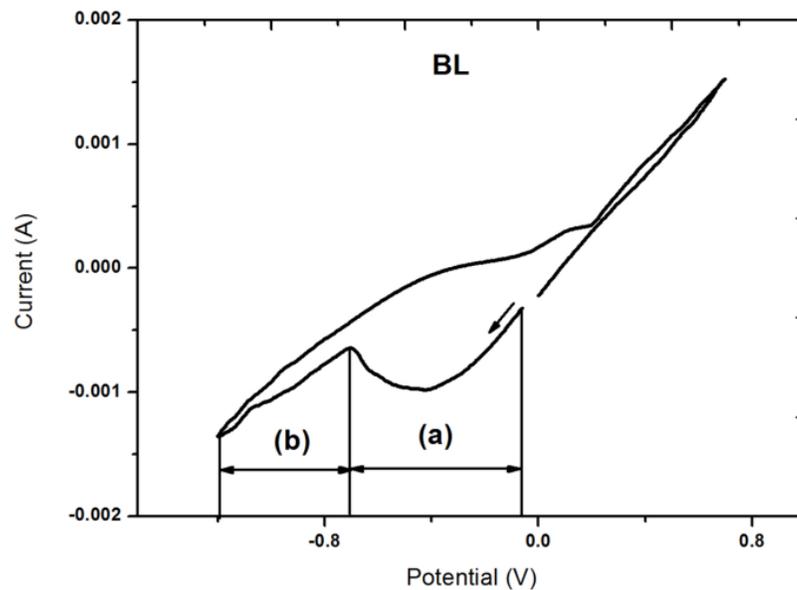


Figura 3. Voltamperogramas obtenidos en las soluciones de caolín BG y caolín BL respectivamente, a una velocidad de barrido de 25 mv /s cuando se inicia el barrido en dirección catódica.



En la figura 3 es posible observar también los dos procesos de reducción uno en el intervalo (a) y otro en el intervalo (b); atribuidos a la reducción de las especies de hierro y a la reducción del medio respectivamente. También se aprecia que en la muestra BL, el proceso (a) presenta una mayor corriente máxima de reducción $-9.7E-04$ A respecto a $-7.3E-04$ A de la muestra BG. Este comportamiento puede ser atribuido a que la presencia de Ti modifica la respuesta de reducción de los óxidos de Fe.

Al igual que en las muestras BG y BL (figuras 2 y 3) en la respuesta voltamperométrica del Caolín CF (figura 4) también se presentan los procesos de reducción a y b. Sin embargo, el proceso (a) para la solución CF presenta una corriente máxima de reducción menor ($-4.5E-04$ A) a la del BG ($-7.3E-04$ A), figuras 2 y 4 respectivamente. Este comportamiento puede ser atribuido a que al tener una menor cantidad de Ti en CF se tiene una menor interferencia en la respuesta de la reducción de los óxidos de Fe.

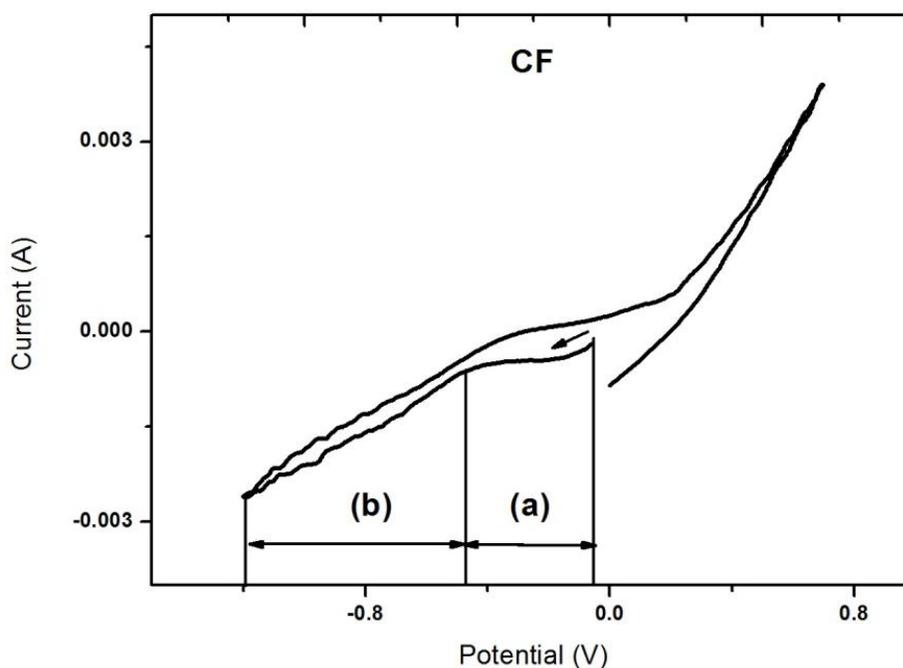


Figura 4. Voltamperograma obtenido en la solución de caolín CF a una velocidad de barrido de 25 mv/s cuando se inicia el barrido en dirección catódica.

Los resultados de los estudios voltamperométricos indican que la reducción de los óxidos de Fe en la muestra BG se lleva a cabo en el intervalo de potencial 0.01 a -0.47V y en el intervalo de corriente de $-2.15E-04\text{A}$ a $-7.3E-04\text{A}$, dicha muestra es de



mayor interés debido a que contiene la mayor cantidad de óxidos de hierro y su coloración es beige.

Con la finalidad de identificar si el proceso (a) es la reducción de los óxidos de hierro se realiza un estudio cronopotenciométrico utilizando una corriente de $-7E-04A$ en la solución de caolín BG con un arreglo de dos electrodos.

Estudio Cronopotenciométrico de la solución BG (caolín beige)

200

En la figura 5 se muestra el transitorio cronopotenciométrico de la solución de caolín BG donde se observa una disminución considerable del potencial de celda hasta -3.25 V en el intervalo de tiempo de 0 a 20 s. A tiempos mayores de 20 s se presenta un potencial casi constante para el resto el tiempo de electrolisis. Este comportamiento indica que se está reduciendo una sola especie y que esta no se agota en la solución; en este caso la especie atribuida al óxido de hierro.

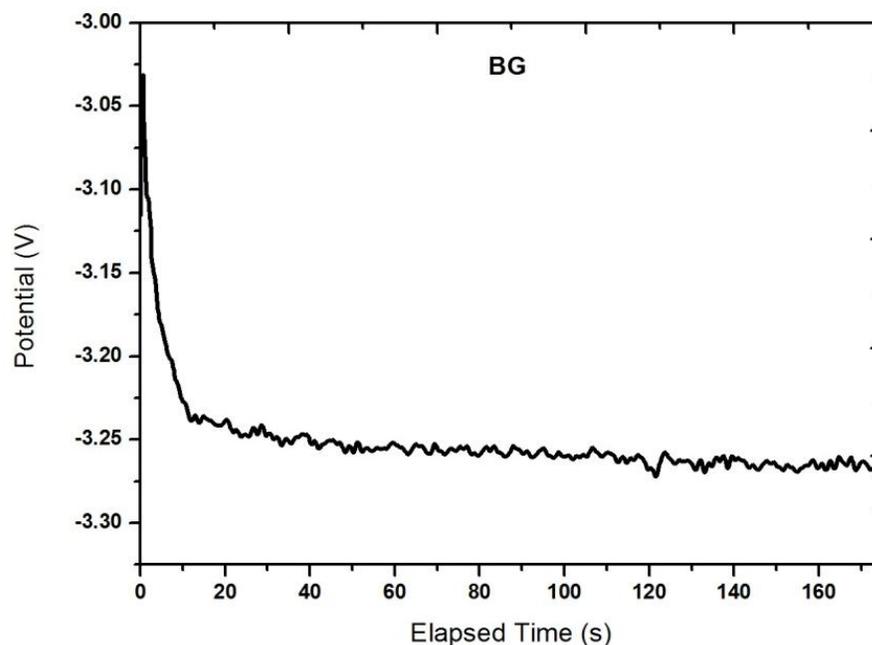


Figura 5. Transitorio cronopotenciométrico de la muestra de caolín BG, se llevo a cabo durante 180 segundos utilizando un arreglo de 2 electrodos con una corriente de $-7.0E-04A$ obtenida en los estudios voltamperométricos.



Con la finalidad de verificar la disminución de los óxidos de Fe se realiza un estudio cronoamperométrico utilizando el potencial de celda de 3.25V impuesto durante 24 h.

Estudio Cronoamperométrico

El resultado obtenido después de someter la muestra durante 24 horas a un potencial de 3.25V, fue la disminución del contenido de óxido de hierro cuyo resultado se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Composición química del caolín BG antes y después del estudio cronoamperométrico.

<i>Muestra</i>	% en peso	
	Fe_2O_3	TiO_2
BG(original)	2.09	2.42
BG(después del proceso)	1.85	2.32

Los resultados indican que se logró remover 11.48% del contenido de óxidos de hierro con respecto a la muestra original. Por otra parte, respecto al contenido de óxidos de titanio, no hubo un cambio significativo, lo cual indica que el proceso es específico y actúa sobre los óxidos de hierro.

CONCLUSIONES

Los estudios de difracción de rayos X revelaron que las arcillas de caolín estudiadas contienen caolinita en mayor proporción, además de impurezas tales como óxidos de hierro, óxidos de titanio y cuarzo.



Los estudios voltamperométricos indicaron que los intervalos de potencial y corriente donde se puede llevar a cabo la purificación del caolín beige son entre 0.01 a -0.47V y -2.15E-04A a -7.3E-04A respectivamente.

El estudio cronopotenciométrico indica que se tiene la reducción de una sola especie en la muestra BG cuando se impone una corriente de -7.0E-04A, atribuida a los óxidos de Fe.

El estudio cronoamperométrico verifico la reducción de óxidos de Fe bajo las condiciones encontradas en el estudio cronopotenciométrico.

Las técnicas electroquímicas pueden ayudar en el proceso de purificación del caolín contaminado ayudando a aumentar su blancura y con ello su valor agregado.

REFERENCIAS

- [1] H. H. Murray. *Applied Clay Mineralogy. Occurrences, Processing And Application Of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite, And Common Clays*. p. 67-76. Elsevier. Países Bajos (2007).
- [2] H. H. Murray. *Traditional and new applications for kaolin, smectite, and palygorskite: a general overview*, Applied Clay Science, Vol. 17, pp. 207-221 Países Bajos (2000).
- [3] Siddiquia, M. A., Ahmeda, Z. A., Saleemi, A., *Evaluation of Swat kaolin deposits of Pakistan for industrial uses*, Applied Clay Science, Vol. 29, pp. 55-72 Arabia Saudita(2005).
- [4] Departamento de Estadística Minera. *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada 2009*. Servicio Geológico Mexicano, pp 208-209, México, 2010.