

CARACTERIZACIÓN DE KAOLINITE EN MUESTRAS NATURALES SEDIMENTARIAS DE LA REGIÓN DEL TEQUENDAMA

A.C. García-Bonilla⁽¹⁾; D.A. Landinez Tellez⁽¹⁾; J.Roa-Rojas⁽¹⁾; Andrés Tangarife-Escobar⁽²⁾; Daniel R. Delgado⁽³⁾; Javier E. García C⁽³⁾.

Departamento de Física⁽¹⁾, Departamento de Geociencias⁽²⁾, Departamento de Farmacia⁽³⁾.

Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá

KR 30 N 45-03 Edificio 405 Piso 2, Of. 218. Bogotá D.C. Colombia. dalandinezt@unal.edu.co

RESUMEN

Los materiales arcillosos son la materia prima en la elaboración de refractarios y otros productos manufacturados a partir de materiales cerámicos. Una de las arcillas con las que se produce cerámica fina es la Caolinita ó Kaolinite, y esta ha sido encontrada en depósitos naturales en varios países. Aquí presentamos la caracterización de sedimentos extraídos de la Región del Tequendama sobre la Cordillera Oriental de los Andes, Colombia. Las muestras pulverizadas, fueron tratadas térmicamente y estudiadas con las técnicas de difracción de rayos X y espectroscopia en el infrarrojo. Para la caracterización se usaron los principios del protocolo para la identificación de Arcillas Minerales de la Sociedad USGS, a partir de la difracción de rayos X, y la forma de las bandas de la vibración del grupo OH en el espectro infrarrojo de las muestras. Encontramos que las fases mayoritarias en los sedimentos corresponden a Kaolinite y Dickite.

Palabras Clave: Caolinita, Infrarrojo (IR), Difracción de Rayos X (XRD), sedimentos

INTRODUCCIÓN

El estudio de las arcillas presentes en sedimentos tiene aplicaciones prácticas tanto en la agricultura, como en la ingeniería y la industria ⁽¹⁾. En la industria las arcillas son la materia prima para la elaboración de refractarios y otros productos manufacturados a partir de materiales cerámicos. El material arcilloso principal usado es la Caolinita ó *Kaolinite*, ya que debido a su estructura y tamaño de grano permite la formación de Cerámica Fina ⁽²⁾.

Este material arcilloso ha sido extraído de depósitos naturales en muchos lugares, inicialmente en China, Alemania y EEUU ⁽³⁾ y más recientemente en Rusia, y Ucrania ⁽²⁾. Inclusive se han encontrado depósitos naturales en países suramericanos como Brasil ⁽⁴⁾.

La *Kaolinite* recibe su nombre del chino kao-ling (alta-colina), lugar desde donde se extrajeron los primeros granos de esta arcilla para uso cotidiano. La forma básica de este tipo de arcillas tiene fórmula química $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ y estructura cristalina unitaria 1:1. La primera de las subcapas está formada por tetraedros, en cuyos vértices se sitúan los oxígenos y en el centro un átomo de silicio; mientras que la otra subcapa está formada por octaedros, en cuyos vértices está el grupo OH y el oxígeno, y en el centro el átomo de aluminio. El grupo de las Caolinitas ó *Kaolinites* lo conforman, tres polimorfismos bien-cristalizados llamados *Kaolinite*, *Dickite* y *Nacrite*, y el parcialmente disociado mineral *Halloysite*. Todos estos son cristales no-centrosimétricos dentro del grupo de puntos triclinico 1 ó monoclinico m, y no todas las propiedades de estos han sido observadas debido al pequeño tamaño cristalino de estas rocas. ⁽⁵⁾ y ⁽⁶⁾

En este escrito se presentan brevemente las técnicas usadas para la caracterización de muestras sedimentarias en busca de *Kaolinite*, así como también las observaciones hechas y los resultados obtenidos durante el estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

De la zona correspondiente a las coordenadas geográficas $x=976558$, $y=997070$, con proyección magna Bogotá-Colombia, del Municipio de Soacha, se extrajeron muestras de sedimento a diferentes profundidades del suelo de una montaña. Esta zona está ubicada 700m antes del Salto del Tequendama del río Bogotá, es conocida como la Región del Tequendama localizada sobre la Cordillera Oriental de los Andes, Colombia.

Se eligieron dos de estas muestras⁽⁷⁾ y se recibieron en polvo fino. El número de cada muestra está relacionado con la profundidad de la capa de suelo extraída en el sedimento, tomando el número menor como el número más cercano a la superficie terrestre. Las muestras fueron trituradas y pulverizadas usando un molino eléctrico de tipo Agatha.

TRATAMIENTO TÉRMICO DE LAS MUESTRAS

Al incrementar la temperatura de los materiales arcillosos, según ⁽¹⁾, ⁽⁶⁾ y ⁽⁸⁾, las moléculas de agua sobre las capas estructurales comienzan a liberarse. En el caso de las *Kaolinites*, con un cambio de temperatura menor a 200K es posible observar el cambio de fase entre arcillas

de este mismo grupo. A altas temperaturas se pueden destruir también las moléculas de agua cristalinas y observar cambios estructurales a simple vista.

En el estudio térmico aquí presentado, se utilizó el equipo del laboratorio de “Física de Nuevos Materiales”, de la Universidad. Este es un horno mufla Digital de marca *EquiFar*, modelo HMD03 de la empresa Ingeniería Ltda. El voltaje de entrada necesario para su funcionamiento es de 110V-AC y el tiempo aproximado en subir cada 100K es de una hora, aunque este varía con el tipo de material a tratar.

Para la deposición de las muestras durante el tratamiento térmico se usó un tubo del mismo material con el que se elaboran los hornos, de manera que a diferentes temperaturas conserva su estructura y no altera la muestra. Las temperaturas estudiadas fueron: 393K (temperatura ambiente aprox. en el laboratorio en Bogotá D.C.-Colombia), 443K, 673K, 823K y 1273K. Cada muestra se mantuvo durante 20 minutos a la temperatura establecida, tomando de medio a dos gramos de muestra original cada vez.

DIFRACCIÓN DE RAYOS X DE LAS MUESTRAS

En este estudio se usó la técnica de difracción de rayos X sobre un Poli-cristal. Con esta técnica se mide la distancia entre planos a nivel cristalino, debido a que los electrones de los átomos presentes en la muestra comienzan a oscilar con la misma frecuencia de los rayos X que llegan, produciendo cierta radiación que luego es medida. Como este proceso activa los electrones a la frecuencia del rayo incidente, una rejilla de difracción está presente entre la fuente de rayos X y la muestra, ó entre la muestra y el detector, para asegurar que sólo cierta frecuencia sea analizada a la vez. El pico de reflexión ó la reflexión en el difractograma es formado por la interferencia constructiva entre los rayos X difractados por los planos de átomos paralelos en la molécula. La intensidad de las líneas observadas en los difractogramas, está determinada por el arreglo de los átomos en el cristal. ⁽⁸⁾

Para la toma de los difractogramas se usó la configuración (*Transmission Spiner*) tal que sigue la geometría Bragg-Brentano, en la cual el haz incide a un ángulo Θ , al mismo tiempo que el detector se localiza a un ángulo de 2Θ . El ángulo varía según el rango determinado durante el experimento, de manera que ambos, el haz incidente y el detector, se mueven al mismo tiempo. A su vez cada ángulo, según la llamada “Ley de Bragg”, relaciona la longitud de onda con la que la luz deja la muestra y la diferencia de camino entre la luz incidente y la observada, la cual corresponderá con la distancia entre los planos vecinos del cristal.

El equipo usado es el XPERT-Pro de Panalytical, del “Laboratorio de Difracción de Rayos X” del Departamento de Física de la Universidad. Este consta de un tubo de radio 240mm para

el haz incidente en donde los rayos X son producidos a partir de una lámpara de Cobre con voltaje de 45 KV y corriente de 40 mA. El haz incidente es focalizado con diferentes colimadores, mientras que el haz reflejado, de la muestra, es difractado con una rendija de Soller de una apertura de 0.04rad, y luego filtrado con níquel (Ni) de 0.020mm de ancho. La señal final es determinada con un detector tipo PIXcel.

La preparación de las muestras consistió en la formación, por compactación simple de las muestras pulverizadas, de una pastilla de 2 a 5cm de diámetro sobre una base de vidrio ó de metal, esto es sin usar ningún tipo de sistema de presión. Los difractogramas son obtenidos usando de software del difractómetro X-PERT. Este procedimiento fue desarrollado por el técnico encargado del equipo.

ESPECTROSCOPIA EN EL INFRARROJO DE LAS MUESTRAS

En el rango del infrarrojo se estudia principalmente el movimiento vibracional de los átomos, es decir, tomando el átomo como un conjunto único (formado por el núcleo y los electrones) se determina su interacción con los otros átomos del compuesto. El número de vibraciones para una molécula Poliatómica de n átomos está dado por el número de sus modos normales, que en total son $3n-6$; si la molécula es lineal hay una reducción en el número de grados de libertad teniéndose entonces $3n-5$ modos normales únicamente. Cualquier vibración se puede expresar como una combinación lineal de los modos normales, y en el espectro (IR) las bandas que se presentan corresponden con los modos normales de acuerdo al valor de energía para cada uno. La intensidad de las líneas espectrales está relacionada con la diferencia de energía entre dos estados de vibración de la molécula.

En el caso de las caolinitas, la vibración del grupo OH en la capa triclinica ó monoclinica hace que la huella sobre el espectro infrarrojo sea diferente, por la cercanía a diferentes tipos de átomos. Las configuraciones correspondientes se pueden consultar en ⁽⁸⁾ y ⁽⁹⁾.

La preparación de las muestras para el análisis en el Infrarrojo, incluye el hecho de crear una base en la que el material pueda vibrar. Los resultados aquí presentados fueron obtenidos con una matriz de Bromuro de Potasio (KBr). Para su formación el primer paso, es conservar las muestras a una temperatura de 353K por 24 horas. El segundo paso inmediato, es la formación de una pastilla cristalina, a presión de 10 Toneladas. En este estudio la relación utilizada entre la muestra y el KBr fue de 1mg/100mg. También el siguiente paso es inmediato y es colocar la pastilla en el soporte del espectrómetro para la toma de datos. De ahí en adelante es seguir el procedimiento dado por el espectrómetro.

El equipo utilizado es del laboratorio “Investigaciones en Análisis Instrumental” del Departamento de Farmacia de la Universidad y bajo sus Protocolos preestablecidos. El espectrómetro es el ATI Mattson Genesis Series FTIR con el software *WinFirst* para la toma de espectros. El rango de registro es de 7500 a 370cm⁻¹, y según las especificaciones técnicas generales, este equipo usa un divisor de Haz de multicapas, preparado para el Bromuro de Potasio y el interferómetro que contiene es mecánico con un alineamiento ROCKSOLID. En el laboratorio este equipo se mantiene a una temperatura entre 300-302K, y una humedad relativa del 28%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación presentamos los resultados obtenidos junto con el análisis correspondiente, luego de aplicar las técnicas y los procedimientos descritos en la sección anterior.

Por simplicidad en el manejo de las muestras, usamos la siguiente notación:

1. las dos muestras a 293K, se denominan: *Mteq05_01*, *Mteq13_01*
2. las dos muestras a 443K, se denominan: *Mteq05_02*, *Mteq13_02*
3. las dos muestras a 673K, se denominan: *Mteq05_03*, *Mteq13_03*
4. las dos muestras a 823K, se denominan: *Mteq05_04*, *Mteq13_04*
5. las dos muestras a 1273K, se denominan: *Mteq05_05*, *Mteq13_05*

Cabe aclarar que para aplicar el protocolo de la sociedad USGS⁽¹¹⁾, en la identificación de los compuestos minerales arcillosos usando la técnica de difracción de rayos X, es necesario producir los agregados orientados y hacer las solvaciones correspondientes. Sin embargo decidimos probar si el procedimiento era aplicable para las muestras sedimentarias totales y pulverizadas. Observamos que de esta manera también es efectiva la identificación.

Una vez se ha aplicado el tratamiento térmico en las muestras, descrito en la sección anterior, no se observó ningún cambio estructural a simple vista. Los colores observados cambian muy levemente. La muestra *Mteq05* toma un tono ligeramente más oscuro a una temperatura a 673K, pero después vuelve a su tono original. Para *Mteq13* se observa que cambia de tono a uno más claro pasados los 673K. Puede ser que la cantidad de arcillas en las muestras no sea suficiente para observar los cambios estructurales.

Los difractogramas de rayos X obtenidos para la muestra *Mteq05* a diferentes temperaturas, con la configuración descrita en la sección anterior, se presentan en la figura 1. Estas gráficas fueron producidas a partir del archivo de columnas .ASC que se obtiene del software del difractómetro, para cada muestra independientemente.

La muestra *Mteq05* tratada a temperaturas de 293K y 443K no presenta diferencia entre la amplitud de las reflexiones, de manera que no hay un cambio estructural drástico con este cambio de temperatura aunque si hay un ligero desplazamiento del pico. Los colapsos (extinciones de los picos de reflexión) a temperatura mayor a 1200K indican una estructura de defecto de espinela de aluminio y silicio, referida como estructura $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$.

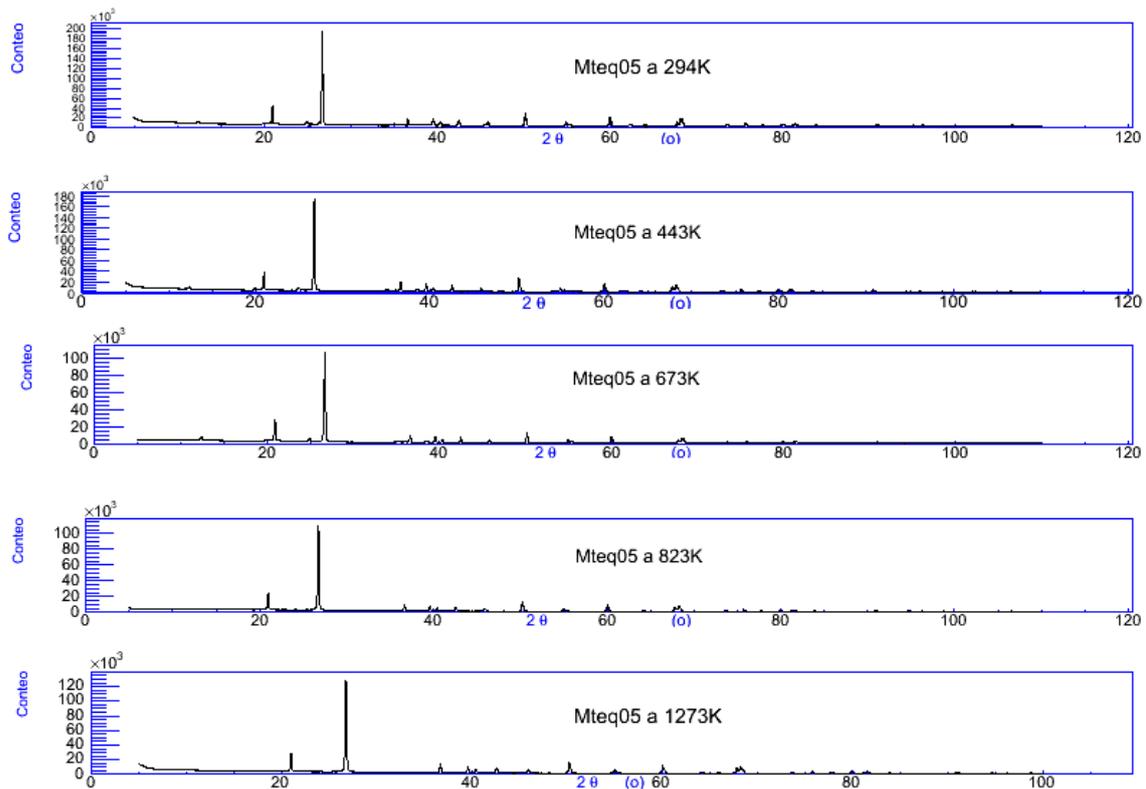


Figura 1. Difractogramas de Rayos X para *Mteq05*, con previo Tratamiento Térmico. Conteo vs Ángulo [°]

Un comportamiento similar tienen los difractogramas para la muestra *Mteq13*, que se presentan en la figura 2, en donde no se observan mayores cambios con respecto a la muestra anterior. Esto contrasta con los resultados de granulometría obtenidos por A. Tangerine en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en las mismas muestras. El porcentaje de arcilla en *Mteq05_01* es de 52.53% comparado con el apenas 9.67% de la muestra *Mteq13_01*. Estructuralmente en estos mismos resultados las muestras son clasificadas como Arcilla y Franco-Arenosa, respectivamente.

De acuerdo a la posición de las reflexiones de Bragg, se elaboró la Tabla 1, en donde se resume los resultados obtenidos siguiendo el diagrama de flujo de la USGS⁽¹¹⁾, como si las muestras pulverizadas fueran también los agregados orientados. Cada columna desde la segunda corresponde a la característica buscada en el difractograma para cada una de las muestras nombradas en la primera columna según la notación establecida.

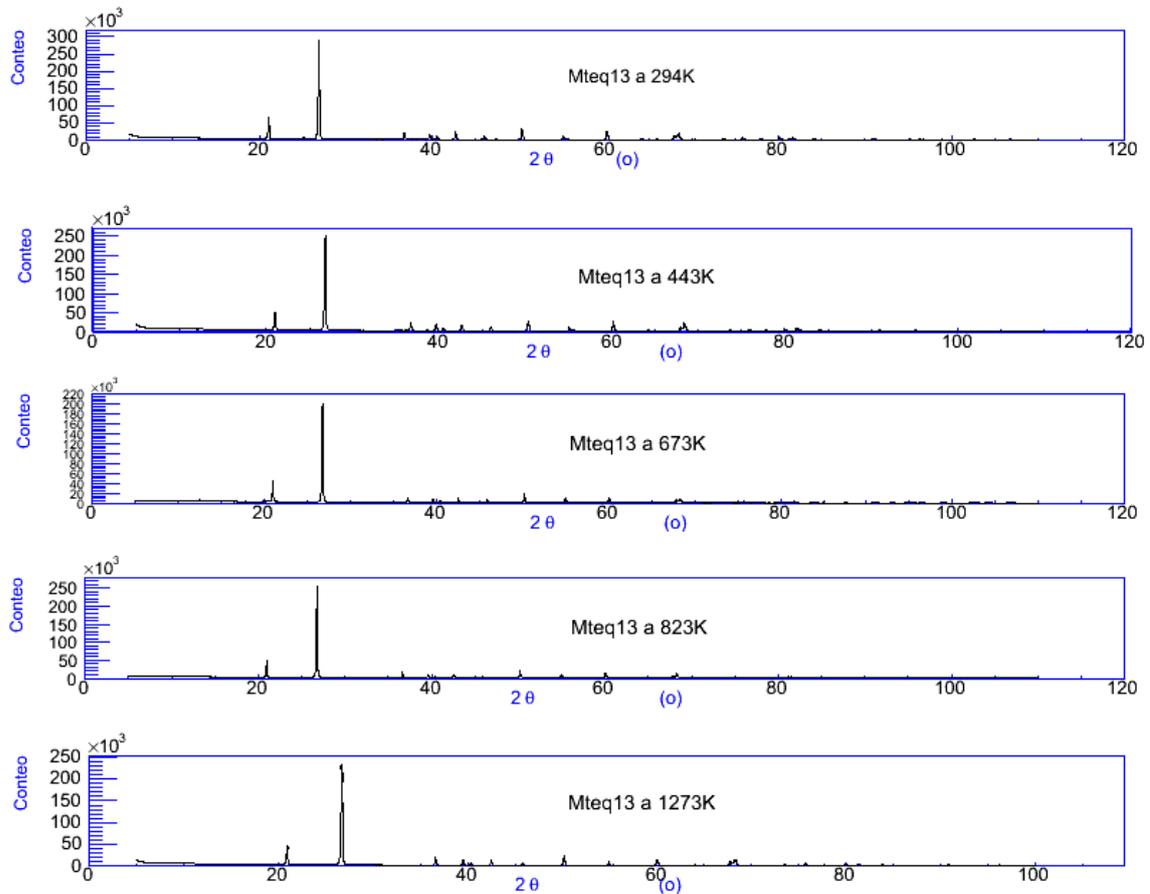


Figura 2. Difractogramas de Rayos X para *Mteq13*, con previo Tratamiento Térmico. Conteo vs $\text{Ángulo } [^\circ]$

En la tabla usamos las siguientes convenciones: SI, cuando se observa la reflexión enunciada en la columna de la tabla, NO, cuando no la hay, I, cuando la reflexión observada es leve amplitud, A, cuando la línea observada para la reflexión es ancha, R, cuando no se puede determinar con claridad si la línea está bien definida y puede ser ruido, D, cuando la línea es doble, y E, cuando no está disponible en el difractograma.

Para la caracterización de la presencia de Kaolinite en las muestras, la reflexión principal es la de 7Å correspondiente con $2\Theta=12.4^\circ$, seguida de la reflexión cercana a 1.49Å ($59.2^\circ < 2\Theta < 62.2^\circ$). De acuerdo a los resultados obtenidos se descartan varios materiales arcillosos, quedando por identificar únicamente las líneas ya mencionadas de las *Kaolinites* y en el caso de *Mteq05*, también las reflexiones en los rangos de $6.268^\circ < 2\Theta < 8.8^\circ$ ($10\text{-}14\text{Å}$) y 2Θ de $7.07^\circ\text{-}7.31^\circ$ ($12\text{-}12.5\text{Å}$).

Para ambas muestras, como la reflexión para $2\Theta = 12.4^\circ$ colapsa a los 823K, se descarta la presencia de *Chrysolite* y *Antigorite*, dejando únicamente la familia de las *Kaolinites* y las *Clhorites* para descartar. Como no hay una reflexión en $2\Theta = 61.743^\circ$ (1.50Å) se descarta la

Dioctehedral Chlorite. También se descarta la presencia de *halloysite* en los sedimentos estudiados debido a que no hay un colapso de la reflexión principal $2\theta = 12.4^\circ$ a 673K.

Tabla 1. Tabla de Resultados al aplicar los principios del Protocolo de USGS

Reflex. Muestra	$2\theta = 12.4^\circ$	$59.2^\circ < 2\theta < 62.2^\circ$	$2\theta = 8.8^\circ$	$2\theta = 8.39^\circ$	$2\theta \sim 7.07^\circ - 7.31^\circ$	$6.268^\circ < 2\theta < 8.8^\circ$	$2\theta = 6.35^\circ$	$5.9^\circ < 2\theta < 7.3^\circ$ a 550°C
<i>Mteq05_01</i>	SI	60.08	NO	NO	R	R	R	
<i>Mteq13_01</i>	SI - I	60.15	NO	NO	R - I	R - I	R - I	
<i>Mteq05_02</i>	SI	SI - D	NO	NO	A	NO	NO	
<i>Mteq13_02</i>	SI - I	SI - D	NO	NO	NO	NO	NO	
<i>Mteq05_03</i>	SI	SI - D	NO	NO	NO	NO	NO	
<i>Mteq13_03</i>	SI - I	SI - D	NO	NO	NO	NO	NO	
<i>Mteq05_04</i>	NO	SI - D	NO	NO	NO	R	NO	NO
<i>Mteq13_04</i>	NO	SI - D	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<i>Mteq05_05</i>	NO	SI - D	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<i>Mteq13_05</i>	NO	SI - D	NO	NO	NO	NO	NO	NO

En la muestra *Mteq05* se determina la presencia de *Sepiolite* (2θ entre 6.268° y 8.8°) al igual que las combinaciones de *Illite* (2θ en el rango $7.07^\circ - 7.31^\circ$). Esto es de esperar dado que a simple vista la muestra *Mteq05* es más blanca que la *Mteq13*.

Para confirmar la presencia de *Kaolinite* en las muestras queda entonces descartar *Chlorite*.

Como esta arcilla a su vez tiene una reflexión en $2\theta = 6.27^\circ$ (14 \AA) y de acuerdo con los resultados de la tabla esta reflexión no aparece, se determina entonces que el sedimento *Mteq13_01* tiene *Kaolinite*, *Nacrite* ó *Dickite*, mientras que *Mteq05* puede que tenga un poco de *Chlorite*, sin embargo la reflexión no está bien definida en el difractograma de modo que la fase mayoritaria de arcilla en el sedimento *Mteq05_01* es *Kaolinite*, *Nacrite* ó *Dickite*.

Teniendo en cuenta estos resultados, se procede a identificar el tipo de *Kaolinite* presente en los sedimentos, según el espectro en el infrarrojo de las muestras. En la figura 3 presentamos el espectro IR para la muestra *Mteq05* a temperatura ambiente.

Se observa la presencia, en general, de minerales en el espectro. Esto es, las bandas características presentes son: región cercana a los 3700cm^{-1} correspondiente con la vibración del grupo OH, cerca de 1000cm^{-1} la vibración de los enlaces tetraédricos de Si,

cerca de 800cm^{-1} los enlaces tetraédricos de Al y 500cm^{-1} para el movimiento del enlace para Si del tetraedro en el enlace Si-O-Si. ⁽¹⁰⁾.

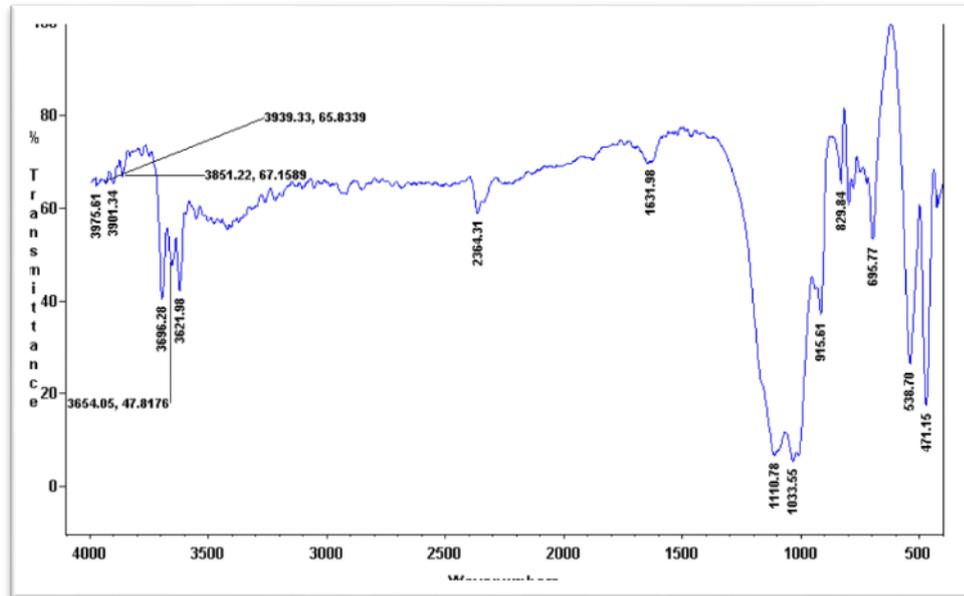


Figura 3. Espectro Infrarrojo para *Mteq05_01*

La región de interés para establecer el tipo de *Kaolinite*, según la posición y la intensidad de las franjas ó bandas espectrales, es la zona de vibración del grupo OH como ya se ha mencionado. Al hacer un acercamiento al patrón de las tres líneas cercanas a los 3700cm^{-1} , reconocemos que el espectro corresponde al de *Kaolinite*, en donde la banda de la izquierda tiene una mayor profundidad que la de la derecha (diferencia de $\sim 4\%$ en transmitancia).

Esta caracterización se ratifica con el espectro de *Mteq05_02*, haciendo un acercamiento al rango de la vibración del grupo OH. La figura 4 muestra los patrones observados, en donde se observa que el sedimento *Mteq05* cambia de fase de *Kaolinite* a *Dickite* con el cambio de temperatura de 293K a 443K, como es de esperarse ⁽⁶⁾, ⁽⁸⁾ y ⁽⁵⁾. Esto también se comprobó con la base de datos de XPERT para la muestra *Mteq05_02* en donde no se encontró presencia de *Kaolinite*, únicamente de *Dickite* con las cartas 010760632, 010771060 y 010741382 (*dickite, silicon oxide, muscovite*) ó con las cartas 010750936, 010750632 Y 010771060 (*kaolinite-monoclinic, dickite, silicon oxide*).

Para los espectros con las muestras preparadas a una temperatura más alta, el patrón de interés es casi suprimido, como se presenta en la figura 5, en donde se encuentra que el espectro para la muestra *Mteq05* tratada a una temperatura de 823K. En este caso, se observa como las líneas estructurales características del grupo OH, comienzan a formar parte del ruido del espectro.

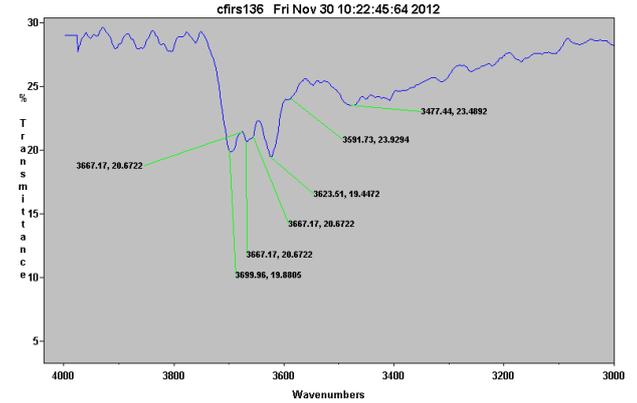
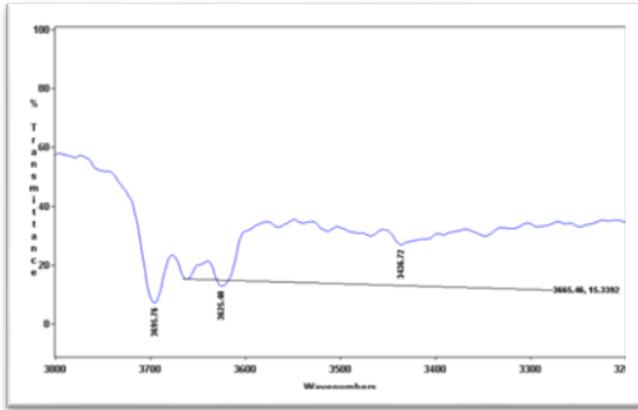


Figura 4. Acercamiento Espectros Infrarrojos para *Mteq05_01* (izquierda) y *Mteq05_02* (derecha)

El programa para obtener los espectros hace la corrección de *background* en cada uno de estos automáticamente, y adicionalmente usando las funciones *smooth* y *baseline*, el ruido se puede eliminar y muchos de los picos en la zona de vibración del grupo OH, para una temperatura de 823K, desaparecen.

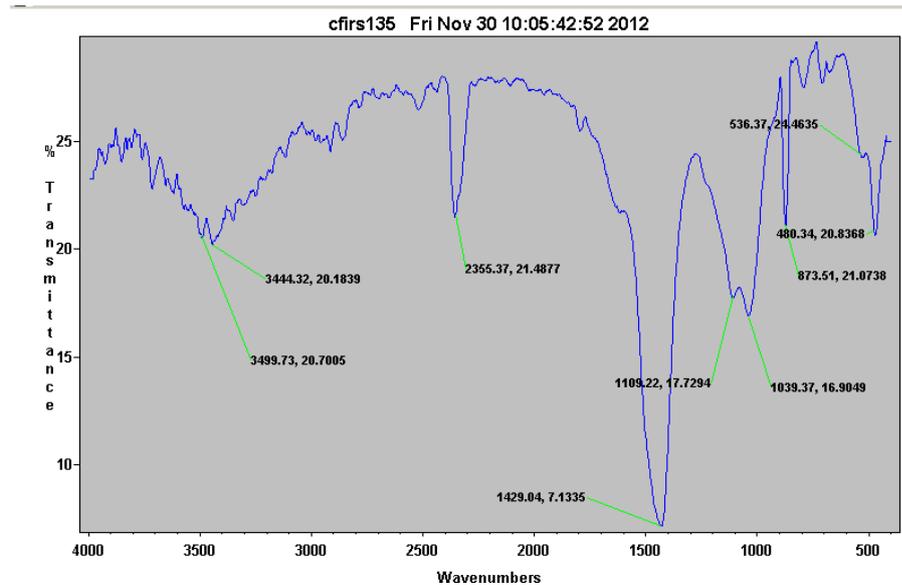


Figura 5. Espectro Infrarrojo para *Mteq05_04*

Para la muestra *Mteq13_02*, obtuvimos el espectro en el infrarrojo y se observa que las bandas de los extremos en el rango de la vibración del OH, son aproximadamente de la misma intensidad, de manera que no es posible determinar una forma comparable con los tipos individuales de *Kaolinite* (diferencia en transmitancia es de menos del 3%). De manera que deducimos que el espectro corresponde con una mezcla de tipo *Kaolinite* y *Dickite*, casi que en la misma proporción. La presencia de *Nacrite* es descartada.

CONCLUSIONES

Del análisis de la difracción de Rayos X en las muestras, se determina que la fracción de arcilla de los sedimentos contiene principalmente las fases de *Kaolinite* (triclínica), *Dickite* (monoclínica) y *Nacrite* (monoclínica), descartándose la presencia de *Halloysite* (desordenada) y de otras arcillas. De la espectroscopia en el infrarrojo, se determina que la fase principal para *Mteq05* es de *Kaolinite* mientras que para *Mteq13_02* deducimos que es una mezcla de *Kaolinite* y *Dickite*. Esta caracterización del tipo de *Kaolinite* en *Mteq05* es ratificada por el cambio de fase observado de *Kaolinite* a *Dickite*, al cambiar la temperatura de la muestra original, y confirmado con la base de datos de la difracción de rayos X obtenida para *Mteq05_02*.

Con el procedimiento presentado se demostró que no es necesario preparar los agregados orientados de la fracción arcilla, para hacer el análisis del tipo de *Kaolinite* presente en las muestras sedimentarias. Refinamientos de carácter cuantitativo se pueden implementar en este procedimiento para analizar muestras naturales de interés.

AGRADECIMIENTOS

Para el desarrollo de este estudio se contó con la ayuda de diferentes laboratorios de la Universidad. El autor A.C. García-Bonilla, agradece a los estudiantes y técnicos con quienes conversó, en los departamentos de Física –fis, Química -qui, Farmacia -far: Mauricio Martínez –fis, Carlos Sjogreen–fis, Julieth Cifuentes -fis, Johon Pavas -fis, Edgar -qui, Rigoberto -far. Gracias al prof. S. Gaviria por la colaboración con las muestras.

REFERENCIAS

- (1) B. VELDE. Introduction to Clay Minerals: Chemistry, origins, use and environmental significance, Chapman & Hall, 1992, pag 174
- (2) G. N. MASLENNIKOVA, N.F. SOLODKII, M.N. SOLODKAYA AND A.S. SHAMRIKOV. Use of Kaolins from Different Deposits in the Production of Fine Ceramics. Glass and Ceramics. Vol. 61, Nos. 7-8, 2004.
- (3) T.W. PARKER. A Classification of Kaolinites by Infrared Spectroscopy. Clay Minerals 8, 135. 1969.
- (4) A. DE ARAÚJO S. AND D. DE FÁTIMA R. Origin of the Rio Capim Kaolin based on optical (petrographic and Sem) data. Journal of South American Earth Sciences. 26 (2008) 329-341
- (5) MURIEL GARGAUS. Encyclopedia of Astrobiology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2011. Kaolin Group Minerals.

- (6) ELTON A. S. CASTRO AND JOAO MARTINS. Theoretical Study of Kaolinite, International Journal of Quantum Chemistry, 2005, vol. 103, pages = 550-556
- (7) TANGARIFE-ESCOBAR, A. Caracterización mineralógica y ambiental de sedimentos del Miembro Tequendama de la Formación Tilatá en el Salto del Tequendama, Tesis de grado Geólogo, Universidad Nacional de Colombia. 2012
- (8) B. A. GOODMAN ET. AL. Clay Mineralogy: Spectroscopic and Chemical Determinative Methods. Chapman & Hall. 1995.
- RALPH E. GRIM. Clay Mineralogy. McGraw-Hill, Inc., 1968 2nd edition. pag. 436
- (9) H.W. VAN DER MAREL AND P. KROHMER. O-H Stretching Vibrations in Kaolinite, and Related Minerals. Contr. Mineral. and Petrol. 22 pages. 73-82, 1969.
- (10) PREETI SAGAR N. AND B.K. SINGH. Instrumental characterization of clay by XRF, XRD and FTIR. Bull. Mater. Sci. 2007. 30-3 pages 235-238
- (11) L.J. POPPE, V.F. PASKEVICH, J.C. HATHAWAY, AND D.S. BLACKWOOD. Clay Mineral Identification Flow Diagram section on, A laboratory manual for x-ray powder diffraction. USGS, U.S. Geological Survey, 2001.

KAOLINITE CHARACTERISATION IN NATURAL SEDIMENTAL SAMPLES FROM THE TEQUENDAMA REGION

ABSTRACT

The clay minerals are the source material in the production of refractories and other products manufactured from ceramic materials. One of the clay used to obtain fine ceramics is the Kaolinite, and it has been found in natural deposits in several countries. Here we present the characterization of sediments extracted from “la Region Tequendama” located on the Eastern Main Mountain called “Cordillera de los Andes”, in Colombia. Such powdered samples were treated at different temperatures, and studied by the techniques of X-ray diffraction and infrared spectroscopy. For the characterization we used the principles of the protocol from the USGS Society to identify Mineral Clays, using the X-ray diffraction, as well as the shape of the vibration bands for the OH group in the infrared spectra of the sediments. We found that the majority phases presented in the sediments correspond to Kaolinite and Dickite.

Key Words: Kaolinite, IR, XRD, sediments