

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"APLICACION DE ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL
PARA EL ESTUDIO DE LAS ARCILLAS CAOLINITA Y
MONTMORILLONITA, Y GIBBSITA DEL EDO. DE MEXICO,
CON FINES CERAMICOS".

312

T E S I S
Que para obtener el titulo de:
Q U I M I C O
p r e s e n t a
MARIA DEL CARMEN MONROY NIEVA

México, D. F.

1976



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

T. AS. Tesi

NO. 1776

FECHA 17-76

REC. 47

303



QUIMICA

A mis padres:

Jesús Monroy D. y
María Nieva de Monroy
que con su gran amor y
esfuerzo, hicieron po-
sible la realización de
mis estudios.

A mi hermana:

Srita. Ma. de Jesus Monroy N.
que con su cariño y apoyo me
impulsó para continuar mis
estudios.

Con cariño a :

Reinhard, Leora,
Lienhard y Bernie

Con afecto y agradecimien-
to a mi Asesor Técnico:

Físico: Alberto Díaz G.

Quiero hacer patente mi agradecimiento a la Comisión de Fomento Minero, Unidad Tecamachalco, por las facilidades - brindadas para la realización de esta tesis; y en especial a la Srta. I.Q. Raquel Ríos y al I.Q. Luis de León.

A mi inolvidable amiga
Srta. Concertista;

Rosa Clara Rodríguez G.
y a su apreciable familia.

Con gran afecto y agradecimiento a la Srta. secretaria:

Ma. de los Angeles García C.

A mis maestros y compañeros.

PRESIDENTE Liberto de Pablo Galán

Jurado asignado originalmente según el tema.

VOCAL Alberto Obregón Pérez

SECRETARIO Renán Pérez Priego

1er. SUPLENTE Irma Aguilera Ortiz

2do. SUPLENTE Elvia Martínez Izaquirre

Sitio donde se desarrolló el tema: Centro de Investigación de Materiales, Ciudad Universitaria.

Nombre completo y firma del sustentante:

María del Carmen Monroy Nieva

Nombre completo y firma del asesor del tema:

Q.M. Renán Pérez Priego

Nombre completo y firma del supervisor técnico

Alberto Díaz González
Físico: Alberto Díaz González

I N D I C E

- I) INTRODUCCION
- II) DESCRIPCION DE LAS ARCILLAS CAOLINITA Y MONTMORILLONITA, Y GIBBSITA
- III) OTROS METODOS DE ANALISIS
- IV) PROPIEDADES FISICAS
- V) ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL. DESCRIPCION DE MUESTRAS SELECCIONADAS.
- VI) METODOS DE BENEFICIO UTILIZADOS
- VII) CONCLUSIONES
- VIII) BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

El análisis térmico diferencial se basa en la observación o medida de cambios de energía que ocurren cuando un material sufre alteraciones físicas o químicas, cuando es calentado a una determinada temperatura. Todas las reacciones involucran un cambio de energía, el cual se manifiesta como un efecto térmico. Estos cambios pueden ser ocasionados por: deshidratación, fusión, ebullición, vaporización, polimerización, reducción, oxidación y formas de transición en la estructura cristalina de la muestra problema.

En el caso de minerales arcillosos, el análisis térmico diferencial, muestra reacciones exotérmicas, esto es, indican desprendimiento de calor, debido a la formación de nuevas fases, oxidaciones a elevada temperatura.

Las reacciones endotérmicas ocurren cuando hay deshidratación y cambios de estructura cristalina.

Este principio ha sido conocido por muchos años y es un

medio reconocido en el estudio de estos tipos de cambios, los cuales tienen lugar en sistemas metálicos, cerámicos, polímeros, etc., a diferentes temperaturas.]

La técnica de análisis térmico diferencial se aplicó primero en arcillas en 1887, cuando H. Le Chatelier estudió las características térmicas de alúmino-silicatos y se intentó clasificarlos por este medio. Semejantes trabajos se hicieron por H. Wallach¹ en 1913, quien indicó cómo ciertos materiales podrían ser identificados por su comportamiento térmico. S. Satoh² también usó el método para la investigación de varios caolines; mientras tanto, J.W. Mellor³ en un estudio acerca de las reacciones que tienen lugar cuando las arcillas son calentadas, demostró los efectos característicos exotérmicos y endotérmicos de caolinita y otros materiales arcillosos.

[Entre los primeros investigadores que aplicaron el método A.T.D., se encuentran J.W. Cobb⁴ y H.S. Houldsworth⁵,

¹Wallach, H., Comptes Rendue, 157, 48, 1913.

²Satoh, S., P. Amer. Ceram. Soc., 4, 182, 1921.

³Mellor, J.W. and Holdcroft, A.D., Trans. Eng. Ceram. Soc., 10, 94, 1911.

^{4,5}Cobb, J.W. and Houldsworth, H.S. Trans. Eng. Ceram. Soc., 22, 111, 1923.

en el cual la temperatura del material a prueba es medido relativo a un inerte. Un termopar colocado en el material a prueba y otro en el inerte son conectados de tal forma que la fuerza electromotriz generada durante el calentamiento resulta de la pérdida o absorción de energía en el material a prueba. Esta técnica forma la base del método moderno de A.T.D. J

Desde 1935 el método térmico diferencial ha obtenido aceptación y empezó a incrementar su aplicación a estudios mineralógicos de arcillas y silicatos relacionados por J. Orcel y S. Callieri¹ en sus investigaciones sobre minerales de montmorillonita. J. Orcel sobre arcillas, lateritas y bauxitas; en minerales de caolín por H. Insley y R.H. Ewell² y colaboradores; y sobre pirofilita por E. Thilo y H. Schumermann.³ El trabajo de F.H. Norton en 1939 mostró las posibilidades de un método mejorado para identificar y estimar minerales arcillosos, el cual fue después extensamente empleado por mineralogistas y químicos de suelos.

Con grandes refinamientos en procedimiento y la estandarización de equipo, el análisis térmico diferencial ha llegado a ser un método aceptable, no sólo en la identificación de minerales en mezclas complejas, sino también como una medida cuantitativa del contenido de mineral en muchos casos.

¹Orcel J. and Cailleri, S., Comptes Rendue, 197, 774, 1933.

²Insley, H. and Ewell, R.H., F. Res. Nat. Bur. Stand., 40, 615, 1935.

³Thilo, E., and Schumermann, H., Z. anorg. Allgem. Chem., 230, 321, 1937.

DESCRIPCION DE LAS ARCILLAS CAOLINITA Y MONTMORILLONITA,
Y GIBBSITA

CAOLINITA - $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$

Sistema cristalino: Triclinico.

Hábito: Usualmente en agregados terrosos y también en cristales aplanados pseudo hexagonales, a veces distinguibles al microscopio.

Color: Blanco, a menudo teñido en pardo o gris por impurezas.

Brillo: Perlado si los cristales son gruesos, pero en general mate y terroso.

Composición química: Corresponde estrechamente a la fórmula, no existiendo substitución atómica o bien en grado muy pequeño. La caolinita es el más abundante de los cuatro polimorfos (los otros son dickita, nacrita y halloisita). Estos polimorfos difieren entre sí por el modo de apilarse las unidades básicas estructurales (las capas de caolinita formadas por una lámina tetraédrica unida a otra gibbsitoide. En la caolinita, dicki-

ta y nacrita se encuentran, respectivamente, secuencias constituidas por una, dos y seis capas de caolinita.

Yacimientos: La caolinita se origina al descomponerse otros alúmino-silicatos, en especial los feldespatos, - por actividades meteóricas o hidrotermales. La alteración hidrotermal de los feldespatos contenidos en granitos y pegmatitas graníticas ha originado extensos depósitos. En otros lugares se han formado algunos yacimientos por erosión de granitos caolinizados y redeposición de la caolinita.

Producción y usos: Es un importante mineral industrial para dar consistencia al papel y como materia prima en la manufactura de cerámica artesanal.

MONTMORILLONITA - $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \times \text{H}_2\text{O}$

Sistema cristalino: Monoclínico.

Hábito: Siempre en masas terrosas; no se distinguen los cristales ni siquiera con microscopio electrónico.

Color: Usualmente gris, o gris verdoso, pero a veces es blanco, amarillo verde amarillento, rosa o pardo.

Brillo: Graso o mate.

Composición Química: El nombre de montmorillonita se aplica al mineral cuya composición es aproximadamente la indicada antes, y también a un grupo de minerales de estructura y propiedades similares que se derivan de él por sustitución atómica. La composición de la montmorillonita se deduce, pues, siempre de la ideal mediante la sustitución del silicio por aluminio y de éste por el magnesio, lo que conduce a una carga negativa neta - en las capas, compensada por cationes tales como: Ca^{2+} , Na^{1+} y H_3O^+ ($\text{H}^{1+} + \text{H}_2\text{O}$) absorbidos entre dichas capas. Esto explica el proceso de aumento de volúmen que sufre la montmorillonita al sumergirla en agua; así como su capacidad de intercambiar cationes.

La montmorillonita, en cuanto a especie mineral, es la forma rica en aluminio dentro de la fórmula aproximada antes indicada.

Caracteres para la determinación: Lo son su aspecto de arcilla, el ser untuosa y el hincharse y gelatinarse en el agua.

Yacimientos: Se trata de un mineral arcilloso que suele formarse al alterarse las capas de cenizas volcánicas.

La bentonita es una roca formada principalmente por montmorillonita.

Producción y usos: Las propiedades físicas de la montmorillonita hacen de ella un mineral industrialmente importante. Se utiliza mucho en la perforación de lodos, debido a la suspensión gelatinosa que forma en el agua. Una cantidad pequeña comunica plasticidad a una gran cantidad de material inerte; de aquí que se emplee como unitivo y plastificante en los modelos de arena para fundiciones. Su cualidad de hincharse, tan útil industrialmente, origina con frecuencia serias complicaciones en los trabajos de ingeniería civil cuando se cortan materiales montmorilloníticos durante excavaciones.

GIBBSITA - (Hidrargillita), $Al(OH)_3$

sistema cristalino: Monoclínico.

Hábito: Estalactites e incrustantes con superficies lisas y compacto terroso.

Estructura cristalina: Posee una estructura en capas - similar en algunos aspectos a la de la brucita. Se compone de láminas de grupos de OH con un empaquetamiento hexagonal muy compacto. Los átomos de aluminio yacen entre ambas láminas, cada uno combinado octaédricamente con seis hidróxidos, pero sólo los dos tercios de las posiciones octaédricas posibles están ocupadas, al contrario que en la brucita, donde lo están todos.

Color: Blanco, grisáceo, verdoso o blanco rojizo.

Brillo: Perlado en las superficies de exfoliación vítreo en las demás.

Grado de opacidad: Transparente.

Caracteres para determinación: Da un fuerte olor a tierra mojada cuando se le sopla. Cristalizado es más blando que la diáspora, y en forma microgranulada no se distingue de la boehmita.

Yacimientos: Es otro de los constituyentes minerales - más importantes de la bauxita; se presente con la boehmita y la diáspora en las bauxitas terrosas, colíticas o pisolíticas, siendo en algunos yacimientos el mineral -

principal. Se halla a veces, en venas hidrotermales de temperatura baja o en cavidades de las rocas ígneas aluminicas y alcalinas.

La gibbsita pertenece a los filosilicatos cuyo rango estructural básico es la presencia de tetraedros SiO_4^{+4} que se enlazan compartiendo tres de sus cuatro oxígenos, de donde resultan capas formadas por redes pseudo-hexagonales. Consecuencia de ello es que estas capas están constituidas por unidades $(\text{Si}_4\text{O}_{10})^{+4}$, en las cuales el aluminio puede substituir hasta la mitad del silicio, originando las integradas por unidades $(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})^{-5}$ y $(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10})^{-6}$. Tales hojas estructurales reciben indirectamente los nombres de capas y hojas de sílice o "capas tetraédricas".

En todos los filosilicatos, con excepción de la spofilita, cada capa tetraédrica se asocia con otra agrupación también laminar de cationes (usualmente de aluminio, magnesio o hierro) en coordinación séxtuple con aniones oxígeno e hidróxido. Esta coordinación binaria indica que los aniones se agrupan en torno a los cationes, ocupando los vértices de un octaedro en cuyo centro se halla

el catión. Mediante la compartición de aniones entre los octaedros contiguos se origina una red plana, a menudo - llamada "capa octaédrica" siempre teniendo en cuenta que esta denominación se refiere a la distribución de los - aniones y no a un número. Los minerales de gibbsita, - $\text{Al}(\text{OH})_3$ y brucita, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ poseen una distribución dioctaédrica, es decir, con dos cationes para cada seis aniones OH, mientras que los brucitoides son trioctaédricos, o sea con tres cationes por cada dos aniones.

OTROS METODOS DE ANALISIS

Debido a las características de las arcillas como lo es un pequeño tamaño de partícula, se hace difícil su identificación y se recurre a todos los medios existentes - para ello. A continuación se enumeran y describen brevemente los más importantes:

a) Método Petrográfico

Implica el uso del microscopio petrográfico solamente en los casos en los cuales el cristal de la arcilla es lo suficientemente grande que abarca el límite del microscopio y así elucidadas pueden ser estudiadas las propiedades ópticas.

El método está limitado a unas cuantas arcillas.

A continuación se da una tabla de propiedades ópticas, - cristalográficas y térmicas de los minerales estudiados:

<u>Propiedades</u>	<u>Caolinita</u>	<u>Montmorillonita</u>	<u>Gibbsite</u>
Np	1.560	1.532	1.567
Ng	1.566	1.557	1.589
Efecto Endotérmico	450°C	100, 600, 850°C	250°C
Exotérmico	980°C	700 - 800°C	--
Gravedad Especifica	2 - 2.5	2 - 2.5	2.3 - 2.4

Notaciones:

N_p = Índice de refracción mínimo

N_g = Índice de refracción máximo

b) Microscopía Electrónica

Tiene aplicación para partículas pequeñas; no se determinan propiedades ópticas, sino la forma que en algunos casos es característica.

c) Rayos X

Este método es particularmente adecuado para el estudio de minerales arcillosos en cristales pequeños. El aparato registra los diferentes planos de los cristales y de este modo se obtienen una serie de bandas características para cada sustancia. La altura de estas bandas da una idea de la cantidad de mineral presente y con la ayuda de tablas, se llega a un resultado de identificación correcta.

Existen otros métodos menos importantes como lo son la determinación de pérdida de peso por calentamiento, capacidad de intercambio de base y absorción infrarroja. }

PROPIEDADES FISICAS

Se lleva a cabo un estudio preliminar cuyos resultados indican las propiedades de las arcillas y su aplicabilidad para diversos fines. Algunas de estas propiedades se reportan en forma cuantitativa y otras en forma cualitativa. Este conjunto de datos permiten contar con amplia información para la utilización de las arcillas.

Las propiedades son:

- 1) No. de Atterberg
- 2) Plasticidad
- 3) Trabajabilidad
- 4) Compacidad
- 5) Arenosidad
- 6) Tersura
- 7) Tixotropía
- 8) Pegajosidad
- 9) Contracción al secado
- 10) Hinchamiento
- 11) Sinterización

Propiedades físicas...

- 12) Fracturas
- 13) Color
- 14) Dureza
- 15) Efluorescencia
- 16) Deformaciones
- 17) Contracción al quemado
- 18) Peso seco
- 19) Peso saturado
- 20) Peso suspendido
- 21) Peso específico aparente

(Ver apéndice No. 1)

ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL. DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS
SELECCIONADAS.

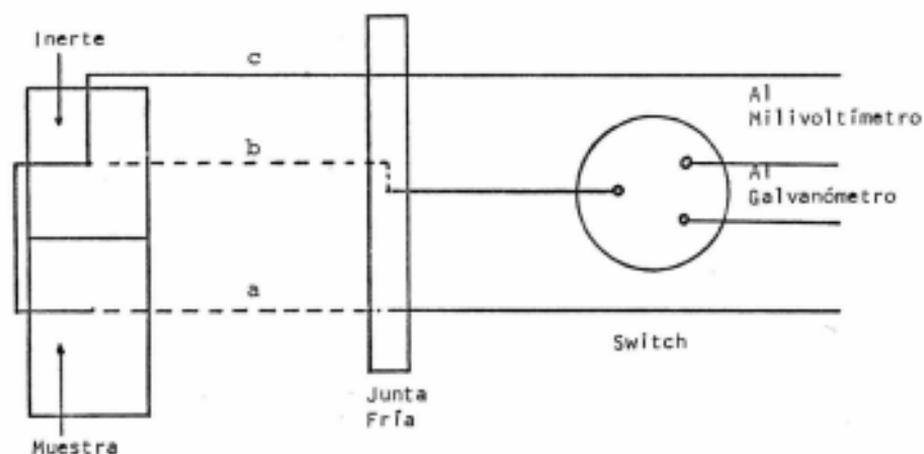
Generalidades: El análisis térmico diferencial es una técnica en la cual los efectos caloríficos asociados con los cambios físicos y químicos de arcillas y otros materiales alterables por la temperatura, se grafican en función de la misma o del tiempo, a medida que la muestra se calienta a una velocidad que puede ser uniforme.

La temperatura de la substancia problema es comparada con el material de referencia o inerte que generalmente es α -alúmina. Cuando se lleva a cabo una reacción térmica en la muestra, en el circuito del aparato, se genera una fuerza electromotriz, en una u otra dirección dependiendo si es una reacción exotérmica o endotérmica, entonces la temperatura será más alta o más baja que la del inerte o material de referencia.

El calentamiento se lleva a cabo en un horno, con termopares idénticos en donde se colocan la muestra a determinar y en la otra el material de referencia. Los termopa-

res están conectados a un sistema de detección que capta las diferencias de temperatura entre ambos materiales.

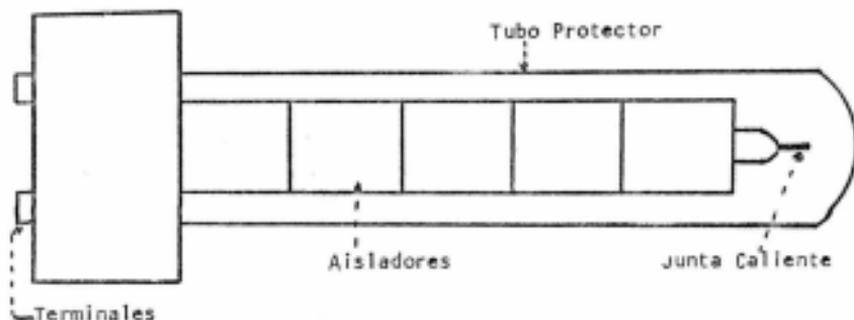
Todas las muestras se determinaron con la ayuda de un aparato portátil de Eberbach & Sons, Co., de sencilla manipulación y mantenimiento.



Aparato de A.T.D. arreglo muestra termopar.

b = Alambre de cromel

c = Alambre de alumel



TERMOELEMENTOS

Los pares termoeléctricos son los elementos termoeléctricos más importantes para medir tanto temperaturas elevadas como las muy inferiores a la ambiente y las comprendidas entre límites moderados. Un par termoeléctrico consiste en dos alambres metálicos de distintos materiales - unidos por un extremo, al que se llama junta caliente. - Cuando cambia la temperatura de la junta soldada, mien- - tras los extremos libres o terminales se mantienen a una temperatura conocida, se genera un potencial eléctrico en el sistema que se manifiesta en los terminales. Este po- - tencial se mide por un milivoltímetro graduado en grados centígrados. Este efecto termoeléctrico se atribuye a - dos causas: la fuerza electromotriz de Thomson y la fuer- - za electromotriz de Peltier. La f.e.m. de Peltier, es la parte de la f.e.m. total originada por la diferencia de - potencial en unión de los dos alambres diferentes. La - f.e.m. de Thomson es la parte de la f.e.m. debida al gra- - diente de temperatura en una sola sección de alambre ho- - mogéneo cuando sus extremos están a diferentes temperatu- ras.

Es importante conocer la temperatura de la junta de referencia, ya que la f.e.m. desarrollada depende de la diferencia entre las temperaturas de la junta caliente y la de referencia. La f.e.m. generada es directamente proporcional a la diferencia de temperatura entre ambas junta.

En este caso, se usaron termopares de cromel-alumel, cuya composición y rango de temperaturas son las siguientes:

Positivo:

Cromel (90% Ni, 10% Cr)

Negativo:

Alumel (95% Ni, 2% Al, 3% Mn, 1% Si)

Dichos termopares tienen un comportamiento casi lineal entre 10° y 1230°C.

PREPARACION DE LA MUESTRA

La preparación de la muestra no requiere cuidados especiales, solamente que la misma, no se encuentra húmeda.

Entre los materiales inertes empleados comúnmente como -

referencia son:

Alfa-alúmina:	Hasta 1200°C
Cuarzo:	Hasta 576°C
Cloruro de Sodio:	Hasta 801°C

Las principales influencias en la aplicación de A.T.D. -
son:

- 1) Diseño del aparato.
- 2) Posición de los termopares.
- 3) Compactación de la muestra.
- 4) Diferencias en la conductividad térmica.
- 5) Atmósfera del horno.
- 6) Velocidad de calentamiento.

La principal dificultad encontrada en el análisis térmico diferencial puede ocurrir durante la prueba, la cual no es debida a la pérdida o absorción de calor en la muestra y es la desviación de la línea base o cero. Esta fluctuación puede ser por: a) Localización no simétrica del porta-muestra en el "block", o el "block" mismo en el horno.

La profundidad de inmersión de un par termoeléctrico en

un proceso determina la relación entre la temperatura real del proceso y la temperatura alcanzada por el par termoeléctrico.

La conductividad y difusión térmicos de una muestra, se deben a los diferentes grados de compactación a que ésta se sujeta durante el A.T.D. El efecto de compactación es más pronunciado en las zonas de baja temperatura en donde la transferencia de calor se lleva a cabo por conducción.

Otra fluctuación que es difícil de eliminar consiste en el coeficiente de conductividad térmica tanto de la muestra como del inerte. No solamente pueden ser diferentes al empezar el calentamiento, pero pueden variar en cuanto sube la temperatura y no necesariamente a la misma velocidad.

La composición de la atmósfera del horno afecta en forma considerable el principio y curso de las reacciones. La atmósfera de un proceso es oxidante o reductora. Una atmósfera oxidante es la que contiene oxígeno libre que tiende a combinarse con algunos materiales, produciendo costros, cascarillas, etc. Por otro lado, en

una atmósfera reductora, existe una deficiencia de oxígeno que tiende a cambiar la composición de ciertos materiales cuando están expuestos a ellas.

VELOCIDAD DE CALENTAMIENTO

Se requiere un control de calentamiento. Esto es, generalmente no debe ser violento ni muy lento porque no se obtienen resultados reproducibles.

Un cambio en la velocidad de calentamiento produce un desplazamiento en la curva.

MUESTRAS SELECCIONADAS. OBTENCION DE SUS RESPECTIVAS
GRAFICAS Y SU INTERPRETACION.

Esta clasificación sólo toma en cuenta a los materiales, es decir, sin mezclas ni agregados.

MUESTRA No. 1

Localización: Vecindad de Mextepec.

Corresponde a un material arcilloso de color gris, con algunas tonalidades amarillas producto de la alteración de una roca.

Microscópicamente se observó que está constituida principalmente por arcilla, mezclada con cantidades menores de limonita y cuarzo.

INTERPRETACION DEL TERMOGRAMA:

Reacciones exotérmicas:

- 960°C - Pico característico para caolinita.
- 150 y 260°C - Posible materia orgánica.

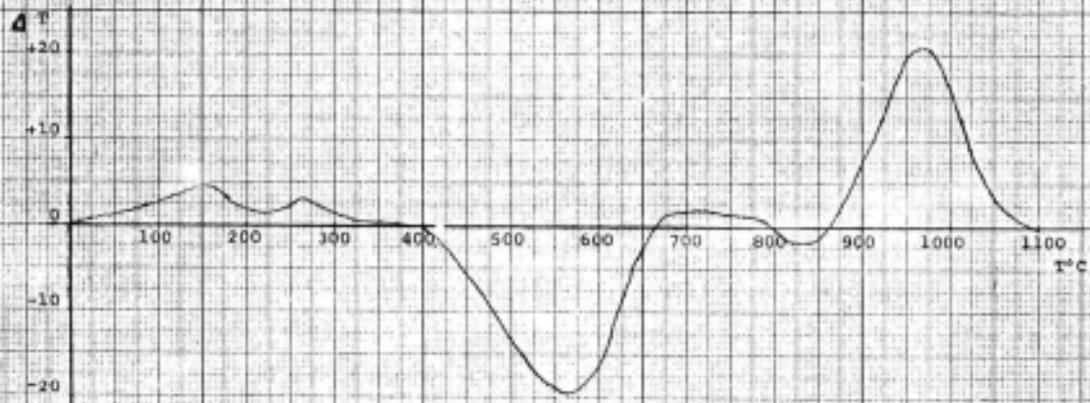
Reacciones endotérmicas:

- 550°C - Pico característico para caolinita.

MUESTRA (1)

Procedencia: Mexitepec.

ZONA EXOTERMICA



ZONA ENDOTERMICA

Reacciones endotérmicas...

840°C - Escasa senicita o hidromica.

El A.T.D. mostró que a los 550°C presenta la máxima reacción endotérmica y a los 960°C la máxima exotérmica, por lo que se concluye que es un material caolinitico.

La forma de la curva endotérmica principal de los minerales del grupo del caolín, se encuentra relacionada con el grado de perfección cristalina.

Las pruebas físicas mostraron que este material puede ser utilizado para usos cerámicos estructurales y artesanales.

Resultados:

T (*) Óptima de quemado:	1000°C
Color:	Crema
Contracción total:	10 %
Absorción:	19.35 %
Molienda:	-35 mallas

MUESTRA No. 2

Localización: Vecindad de Tecomatepec.

La muestra fue sometida a análisis por Rayos X^(*) y los resultados permiten llegar a la siguiente composición mineralógica aproximada:

Montmorillonita:	70 %
Cuarzo:	10 %
Illita:	5 %
Muscovita:	5 %
Al-clorita:	5 %

INTERPRETACION DEL TERMOGRAMA:

Reacciones endotérmicas:

- 145; 700° y 900°C - Montmorillonita.
- 290° y 310°C - Posible agua fuertemente retenida por la montmorillonita o hidróxidos de Fe ó Al.

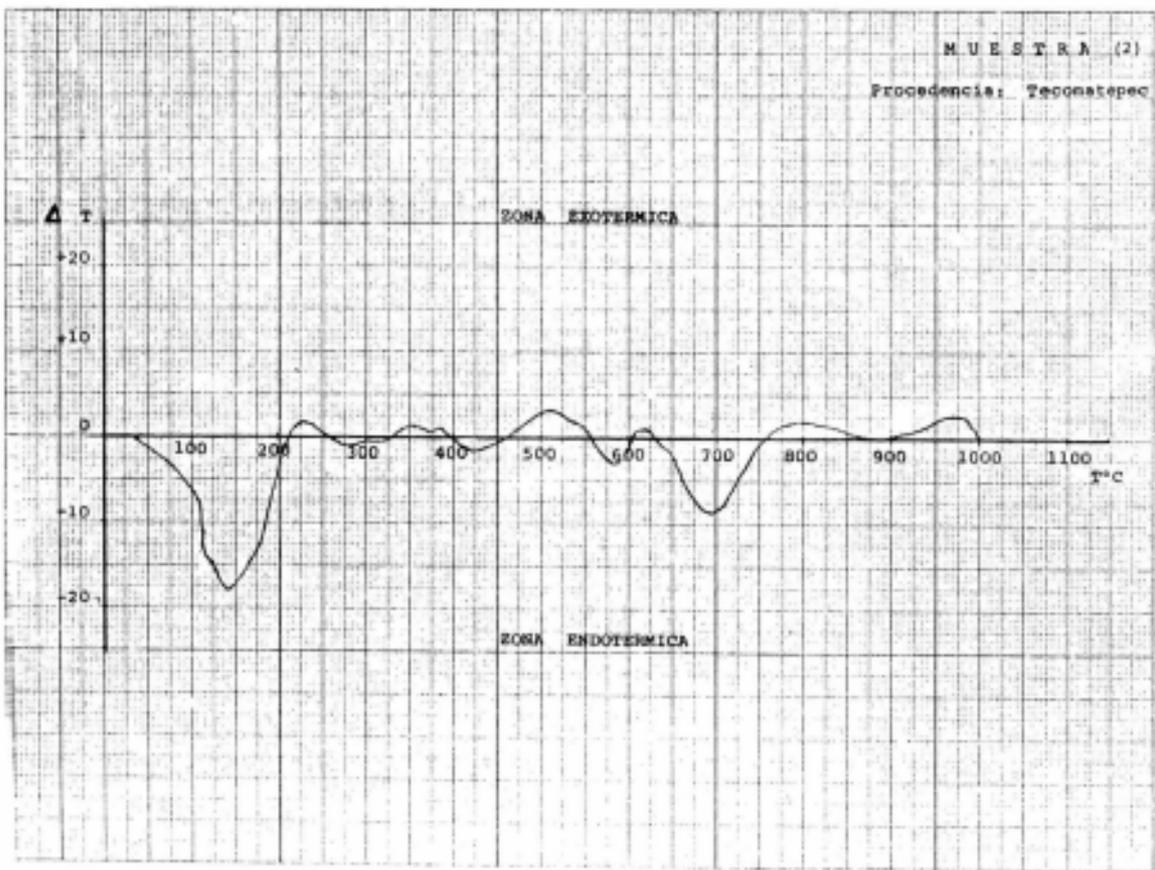
590°C
Y
exoterna
a 970°C

escasa caolinita

(*) El espectro no se incluye por haber sido sólo un auxiliar para la identificación definitiva.

MUESTRA (2)

Procedencia: Tecomanatepec



El A.T.D. identifica al material como una arcilla montmorillonítica.

Los resultados de las pruebas físicas enmarcan a este mineral dentro de los materiales de uso cerámico artesanal.

Resultados:

T (°) óptima de quemado:	1100°C
Color:	Café
Contracción total:	10 %
Absorción:	12.91 %
Molienda:	-35 mallas.

MUESTRA No. 3

Localización: Vecindad de San Juanico.

Este material corresponde a un material arcilloso de color marfil.

De acuerdo a los resultados de A.T.D., podemos concluir que corresponde a caolinita con gibbsita.

Sus propiedades físicas la enmarcan dentro de los mate-

MUESTRA (3)

Procedencia: San Juanico.

ZONA EXOTERMICA

ΔT

+20

+10

0

-10

-20

100

200

300

400

500

600

700

800

900

1000

1100

$^{\circ}\text{C}$

ZONA ENDOTERMICA

riales de uso cerámico artesanal.

Resultados:

T (°) óptima de quemado:	1100°C
Color:	Café claro
Contracción total:	18.3 %
Absorción:	2.73 %
Molienda	-35 mallas.

INTERPRETACION DEL TERMOGRAMA:

Reacciones exotérmicas:

370°C	- Materia orgánica u oxidación de sulfuros.
945°C	- Caolinita

Reacciones endotérmicas:

290°C	- Hidratos de Fe ó Al
840°C	- Sericita o hidromica
530°C	- Caolinita

MÉTODOS DE BENEFICIO UTILIZADOS

El Gobierno del Estado de México ha puesto especial interés en mejorar las condiciones de vida y trabajo de todos los alfareros, llevando a cabo un proyecto para este fin; instalando un centro piloto de cerámica artesanal, en donde han recibido un entrenamiento adecuado y en donde se hacen pruebas y estudios de las arcillas para un mejor provecho.

APENDICE I

DESCRIPCION DE LAS PROPIEDADES FISICAS.

- 1) No. de Atterberg. Es el porcentaje de agua en masa para llevar 100 gramos de arcilla seca y tamizada a -35 mallas hasta el punto plástico.
- 2) Plasticidad. Capacidad de deformación de las arcillas sin que se produzcan fracturas en el cuerpo de la pasta.
- 3) Trabajabilidad. Capacidad de modelado de la arcilla.
- 4) Compacidad. Es una medida de la fuerza de cohesión entre las partículas de arcilla en estado plástico, esto se reflejará en el acabado de las piezas, sobre todo en el grado con que queden definidos los bordes angulosos.
- 5) Arenosidad. ES una medida del grado de pureza de la arcilla; refleja la cantidad de arena contenida en la pasta que puede tener granos finos o gruesos. La arenosidad es un factor importante que influye,

disminuyendo la tersura de las piezas, la plasticidad y trabajabilidad. Asimismo, disminuye la compacidad.

- 6) Tersura. Denota qué tan rugosa es la superficie de una pieza después del quemado.
- 7) Tixotropía. Es la capacidad de la pasta para desalojar agua por sí misma al contacto con una superficie. (Vidrio en este caso).
- 8) Pegajosidad. Nos indica qué tan adherible es la pasta a una superficie pulida. Afecta directamente el proceso de extrusión, ya que si ésta es alta, puede producirse una deformación de las piezas, o bien, dificultar el trabajo con la pasta.
- 9) Contracción al secado. Nos indica el porcentaje de contracción lineal de una pieza cuando ésta se seca ya moldeada en estado plástico. Es importante considerar este factor conjuntamente con la contracción al quemado, para obtener correctamente las dimensiones deseadas de una pieza.
- 10) Hinchamiento. Indica si existen protuberancias no

deseadas que deformen la pieza en el quemado.

- 11) Sinterización. Nos indica hasta qué temperatura es conveniente quemar una pasta antes de que ésta se funda.
- 12) Fracturas. Indica si se forman agrietamientos o ruptura de la pieza durante el quemado.
- 13) Color. Indica de qué color se obtienen las piezas quemadas a diferentes temperaturas.
- 14) Dureza. La dureza se midió tomando como referencia la dureza del acero. Nos indica la dureza de la pasta cuando se ha quemado a diferentes temperaturas.
- 15) Efluorescencia. Esta característica se encuentra en forma de puntos o manchas en las piezas, originadas por la presencia de carbonatos y sales solubles. La pasta se quema a diferentes temperaturas.
- 16) Deformaciones. Esta prueba consiste en observar si después del quemado de las piezas se produjeron deformaciones.

- 17) Contracción al quemado. Es una medida de la contracción lineal que sufren las piezas al someterlas al proceso de quemado. Este factor es importante cuando se producen piezas esmaltadas ya que con el efecto de evitar el craqueado del esmalte, éste debe tener el mismo coeficiente de contracción que la pasta.
- 18) Peso seco. Representa el peso en gramos de las piezas quemadas a diferentes temperaturas y en estado seco.
- 19) Peso saturado. Representa el peso de las piezas quemadas a diferentes temperaturas y después de someterlas a un proceso de máxima absorción de agua.
- 20) Peso suspendido. Es el peso de las piezas quemadas sumergidas en agua. Este peso será siempre menor que el peso seco, debido al empuje ascendente del agua.
- 21) Peso específico aparente. Representa el porcentaje máximo de agua que pueden absorber las piezas -

quemadas a diferentes temperaturas; es un indicador de la porosidad de la pieza y se calcula:

$$\% \text{ absorción} = \frac{\text{P. saturado} - \text{P. seco} \times 100}{\text{P. seco}}$$

CONCLUSIONES

La aplicación del A.T.D. para la identificación de minerales arcillosos, proporciona resultados bastante aceptables y dignos de confianza, aunque no se recomienda su uso solo, sino auxiliándose con otros métodos de análisis para comprobación de resultados.

La finalidad de este estudio muestra además, que el material seleccionado presenta características adecuadas para ser utilizado en la fabricación de objetos de cerámica. Con los datos obtenidos, partiendo básicamente de las pruebas físicas, se delucidaron condiciones óptimas de trabajo para cada arcilla y de este modo su utilización en una mejor medida obteniendo productos de mejor calidad, tanto de fabricación como de acabado.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Grim, R.E.
Clay Mineralogy
Mc Graw-Hill Book Co.
New York (1968)

- 2) Chandler Maurice
Ceramics in the Modern World
Doubleday & Co., Inc.
Garden City, N.Y. (1968)

- 3) Lee, P. William
Ceramics
Reinhold, Publishing, Corp.
New York, (1961)

- 4) Norton, F.H.
Elements of Ceramics
Addison Wesley, Mass. (1957)

- 5) Rich, C.I.
Soil day Mineralogy
Chapel Hill (1964)