

Caracterización y propiedades de las bentonitas de Amotape (Región Grau-Perú)

J. L. VEGA FARFAN*, L. VERDEJA GONZALEZ**, J. SANCHO MARTINEZ**, J. GARCIA IGLESIAS

* Departamento de Ingeniería de Minas. Univ. Nacional de Piura (Perú)

** Dpto. de Ciencias de los Materiales e Ing. Metalúrgica. Univ. de Oviedo.

*** Dpto. de Explotación y Prospección de Minas. Univ. de Oviedo.

RESUMEN: Caracterización y propiedades de las Bentonitas de Amotape (Región Grau-Perú).

Las bentonitas son uno de los recursos minerales no metálicos más abundantes en la Región Grau (Perú). En el presente trabajo se evalúan en forma sistemática las características físico-químicas y mineralógicas del mineral procedente de cinco yacimientos de la zona de Amotape, cuyas reservas estimadas en una primera evaluación ascienden a 1.7 millones de TM.

Los resultados de los análisis químicos y mineralógicos, nos determinan que las bentonitas son del tipo Wyoming.

Las posibles aplicaciones pueden concretarse en la preparación de lodos de perforación, arenas de fundición y peletización en menas de Hierro.

PALABRAS CLAVE: Bentonita, Clinoptilolita, cristobalita, minerales autigenos.

ABSTRACT:

Bentonites are one of the non-metallic mineral resources more abundant in Grau Region (Peru). The physico-chemical and mineralogical characteristics of ore from five deposits in the Amotape Zone are systematically evaluated in the present paper. Ore reserve are estimated in 1.7 million tonnes.

By chemical and mineralogical analyses the bentonites can be assimilated to Wyoming type.

Possible applications for these bentonites may be the preparation of drilling muds, foundry sands and iron ore pelletising.

KEY WORKS: Bentonite, clinoptilolite, cristobalite, autogenetic minerals.

1. INTRODUCCION

En la región Grau, al Nor-Oeste del Perú, se han evidenciado 40 especies no metálicas, entre las cuales destaca la Bentonita con ingentes reservas potenciales. Sólo en la zona de confluencia de las provincias de Paita, Sullana y Talara, al Norte del río Chira, se han señalado 55 yacimientos que no han sido estudiados suficientemente y que sólo son objeto de una explotación parcial.

Las bentonitas constituyen una roca de especial interés por cuanto sus características físico-químicas las convierten en un material plenamente adecuado para una gran variedad de aplicaciones.

Knight (1898) propuso el término bentonita para un material arcilloso peculiar que poseía una gran plasticidad, altamente coloidal y que procedía de la Formación Benton Shale, en el Cretácico de Wyoming (USA). Este mineral tiene la propiedad de hinchar y aumentar varias veces su volumen cuando se pone en contacto con agua, y además formar geles tixotrópicos cuando se añade en pequeñas cantidades al agua.

Actualmente la definición más aceptada para la bentonita es la dada por Ralph E. Grim en la Internacional Clay Conference realizada en Madrid durante 1972:

«Bentonita es una arcilla compuesta esencialmente por minerales del grupo de las esmectitas, con independencia de su génesis y modo de ocurrencia».

Desde los inicios de la utilización industrial de las bentonitas, tres han sido los mercados que han absorbido la mayor parte de la producción: Lodos de perforación, arenas de moldeo y peletización de menas de hie-

rro. La cercanía de los yacimientos a la zona petrolera de Talara, Negritos y Máncora, así como la presencia en la región Grau de fábricas oleoginosas, permiten un mercado interior para estas sustancias no metálicas, que podría verse ampliado con salida a los mercados internacionales, especialmente del continente americano.

Actualmente, se está realizando un amplio estudio de las bentonitas de los Amotapes, con el objeto de conocer la variabilidad de su composición química, considerando además aspectos mineralógicos y genéticos principalmente, de ahí que el presente trabajo es un primer aporte al conocimiento de sus propiedades físicas-químicas y mineralógicas más importantes, de cara a su posible aplicación.

2. AREA DE ESTUDIO

2.1. Situación Geográfica y Geomorfología

Los yacimientos de bentonita se encuentran localizados al Nor-Oeste del Perú, a 8 Km. de la Villa de Amotape, provincia de Paita en la región Grau. (fig. 1)

Las coordenadas que fijan su posición son: longitud Oeste 81° 02' 00" y latitud sur 4.° 47' 30". Las cotas del terreno se encuentran comprendidas entre 23 y 900 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

Los rasgos más importantes de la zona son las siguientes (1):

- Cordillera de la Costa: Constituida por una serie de macizos alineados que corren paralelos a la Costa, siendo los cerros Amotapes los de mayor elevación, alcanzando alturas hasta de 900 m.s.n.m. Este macizo se encuentra cortado por la quebrada Fernández; en el lado oriental las quebradas secas se pierden en el desierto o forman parte de los afluentes del río Chira.

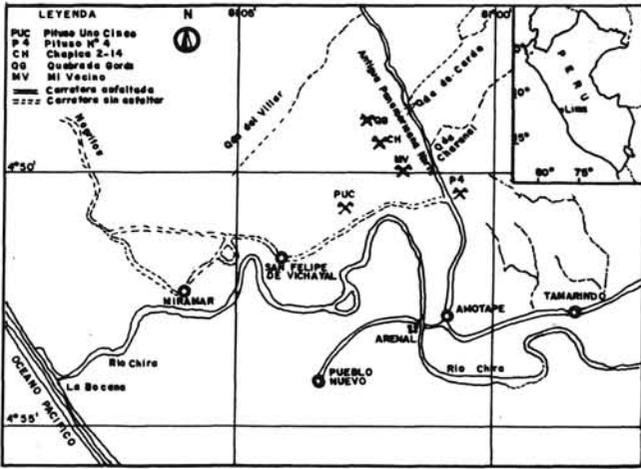


Fig. 1. Localización geográfica de los yacimientos muestreados.

- Repisa costanera: La arquitectura geológica es de naturaleza sedimentaria (Cretáceo-Terciario). Las terrazas marinas, conocidas como Tablazos, que son superficies escalonadas subhorizontales, constituidas por arenas semicompactas, conglomerados y margas con restos de lamelibranchios y braquiópodos. Se encuentran ubicadas el Oeste de la zona.

- Depresión Para-andina: Al este de la zona, marcada por los valles del río Chira. El relieve es ondulado, está constituido por lomas suaves y quebradas poco profundas; la vegetación es rica en arbustos resistentes a la sequía (algarrobos, zapotes, etc.).

2.2. Geología

Las rocas aflorantes -ver fig. 2- varían en edad desde el Paleozoico hasta el Cuaternario reciente (2) y (3).

Las rocas más antiguas, de edad Devoniana, están ubicadas al norte de la zona, en las montañas Amotape. Litológicamente consisten en esquistos, cuarcitas oscuras y pizarra.

El Permo-Carbonífero aflora al Nor-Oeste de la zona, conteniendo calizas, areniscas cuarcíticas y lutitas (Formación Amotape).

El Cretácico Superior, que comprende las formaciones Redondo y Petacas-Ancha, está constituido por un conjunto de lutitas, areniscas, conglomerados y calizas.

El Terciario comprende los sedimentos marinos del Eoceno y Mioceno. El Eoceno Medio a Superior está constituido por una sucesión de areniscas gruesas a conglomeráticas en la base, a la que sigue por encima una alternancia de lutitas y areniscas finas a gruesas. Dentro de estos horizontes finos, se encuentran varias capas de bentonita cuya potencia varía desde 1 m hasta 3 m.

El Cuaternario reciente está formado por depósitos aluviales, y eólicos, aprovechados mediante canteras de áridos.

El Nor-Este de la zona, aflora la unidad granítica del Paleozoico.

2.3. Descripción de los yacimientos y muestras estudiadas

Para sistematizar el estudio, se han muestreado 5 yacimientos cuya distribución geográfica se pone de manifiesto en la fig. 1.

A continuación se realiza una descripción detallada de los yacimientos.

a) *Mi Vecino*: (MV). Se encuentra ubicado al NO de la Villa de Amotape y comprende dos zonas. En la zona I se observa una secuencia vertical de 2 mantos subhorizontales de bentonita con rumbo N 36° E. El manto inferior tiene una longitud expuesta de 150 m y una potencia promedio de 2 m. El manto superior tiene una potencia media de 1 m y está separado del manto inferior por un paquete de lutitas y conglomerados de 5 m de espesor. Su longitud expuesta es de 120 m. Suprayaciendo a este manto se encuentra una capa de lutitas y areniscas de 8 m de espesor. La zona II, que es continuación por el Este de la zona I, presenta como la anterior 2 capas de bentonita. El manto inferior de potencia 2.25 m, con rumbo N 63° E y buzamiento casi horizontal, tiene una longitud expuesta de 90 m. La bentonita de este manto es de color crema. El manto superior de 0.85 m. de potencia está constituido por bentonita blanca a crema, separándola del inferior una capa de lutitas y conglomerados de 7 m. de espesor. Suprayaciendo a este manto se encuentra una capa de lutitas y areniscas de 6 m. de espesor.

En este yacimiento se tomaron las muestras 9, 10, 11 y 12 respectivamente.

b) *Pitiso Uno Cinco* (P.U.C.): Se halla ubicado al Sur-Este de Pitiso N.º 4 (P4), a una distancia aproximada de 600 m. Se observa un sólo manto de bentonita de 2.35 m de potencia y 170 m. de longitud aflorante, cuyo rumbo es N 53° E y buzamiento 5° SE. En las proximidades de la estación E-1 se ha encontrado una falla directa de escaso salto. El recubrimiento está constituido por areniscas finas y lutitas, cuyo espesor es de 30 m. Las muestras 13, 14, 15 y 16 se han tomado en este yacimiento aprovechando algunas labores de prospección.

c) *Chapica 2-14*. (CH): Se encuentra ubicado al Nor-Oeste de Mi Vecino (MV) La capa de bentonita tiene un rumbo N 60° E y buza 4° SE, con una potencia de 2.50 m, siendo la bentonita de color amarillenta. Esta capa aflora en una longitud de 250 m.

Subyaciendo a esta capa se encuentra lutitas y areniscas de grano intermedio de color marrón. Suprayaciendo a la misma, se encuentra una secuencia alternante de lutitas fuertemente abirragadas, areniscas de grano fino y bentonitas

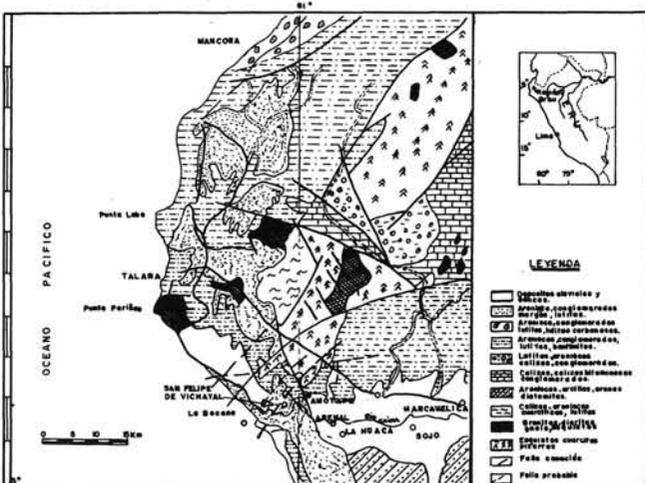


Fig. 2. Plano geológico.

impuras de 0.1 a 0.30 m de potencia. En conjunto, la potencia del recubrimiento de la capa de bentonita es de 30 m.

Las muestras que se tomaron son las 5, 6, 7 y 8.

d) *Pituso N° 4 (P4)*: Está ubicado aproximadamente a 400 m del puente viejo Charanal, en dirección Nor-Este. Se ha cartografiado un solo manto de bentonita de 160 m de longitud y 1.65 m de potencia, en promedio. El rumbo de la capa es de N 55° E y su buzamiento es casi horizontal.

Tiene un recubrimiento de 20 m, constituido por lutitas y areniscas de grano fino. Subyaciendo a la capa de bentonita se encuentran lutitas, areniscas y conglomerados.

El muestreo se ha efectuado aprovechando algunas labores de prospección, y corresponden a las muestras 17, 18, 19 y 20.

e) *Quebrada Gorda (QG)*: Se encuentra a 800 m al NO del yacimiento Chapica 2-14 (CH). Consta de un manto que aflora a lo largo de 500 m, siendo su potencia a 1.50 m.

El buzamiento es prácticamente horizontal y su rumbo N 60° E. La secuencia estratigráfica es parecida a los demás yacimientos.

Las muestras correspondientes a este yacimiento son las 1, 2, 3 y 4.

2.4. Reservas estimadas

Debido principalmente a que las capas de bentonita afloran en superficie, la realización de pequeños cateos y trabajos de prospección, con la finalidad de determinar la continuidad y homogeneidad horizontal de estas capas, nos ha permitido realizar ciertas estimaciones preliminares de las reservas de estos yacimientos (4), al como se observa en la tabla I.

TABLA I

RESERVAS ESTIMADAS DE LOS YACIMIENTOS ESTUDIADOS

| Yacimiento | R. Pruebas Probables (Milt.) | Reservas Potenciales (Milt) |
|------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Mi Vecino | 144.84 | 145.08 |
| Pituso Uno-Cinco | 207.74 | 450.00 |
| Chapica 2-14 | 151.08 | 340.00 |
| Pitso N° 4 | 137.28 | 520.00 |
| Quebrada Gorda | 1,070.00 | 1,179.00 |
| TOTAL | 1,710.94 | 2,634.08 |

3. CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y MINERALOGICAS

3.1. Propiedades Físicas

Se ha efectuado para las distintas muestras, la determinación de la densidad real mediante la Normas UNE 61.032-75; densidad global según Norma UNE 61.034-75; porosidad total y superficie específica, ésta última mediante el uso del BET. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla II. Los histogramas de frecuencias

de distintos valores de los parámetros físicos determinados se representan en la fig. 3.

El valor medio más alto de la densidad real corresponde al yacimiento Chapica 2-14 (2.57 gr/cm³), y el más

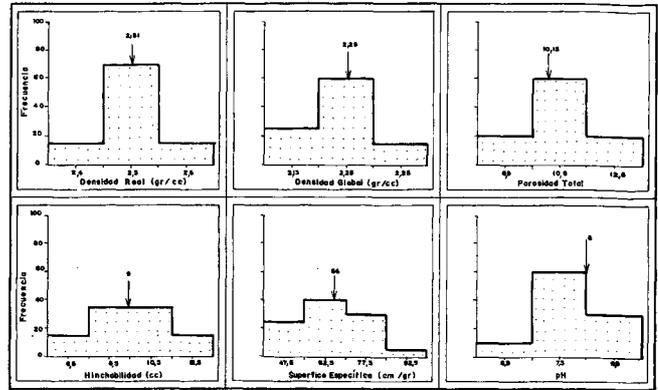


Fig. 3. Histogramas de las distintas propiedades físicas analizadas en las bentonitas.

bajo a Quebrada Gorda (2.41 gr/cm³), notándose en este último yacimiento un mayor margen de variación con respecto a los demás yacimientos.

Los valores de los límites de Atterberg para algunas muestras estudiadas se dan en la tabla III.

3.2. Composición química de las bentonitas

Los resultados de los análisis químicos de las bentonitas estudiadas se resumen en la tabla IV. Los histogramas de distribución de frecuencias de los distintos óxidos para la totalidad de muestras, se representan en la fig. 4.

Como se puede observar no se encuentran mayores diferencias en los valores de sílice dentro de un mismo yacimiento, con la excepción del de Quebrada Gorda. El valor medio más alto corresponde al yacimiento de Quebrada Gorda (68.69%) y el más bajo a Mi Vecino (64.30%).

El yacimiento de Quebrada Gorda, presenta bentonitas más cálcicas que el resto de yacimientos. Así mismo se observa que en este yacimiento el contenido medio de K₂O y P₂O₅ es más alto -0.84% y 0.14% respectivamente- que en los demás yacimientos.

El yacimiento Pituso Uno -Cinco, presenta bentonitas con mayor contenido de Al₂O₃ que el resto. En general podemos decir que las bentonitas son fundamentales sódicas y con contenidos escasos de calcio.

El análisis químico medio de las bentonitas del área de los Amotapes es:

| | | |
|--------------------------------|-------|---|
| SiO ₂ | 66.00 | % |
| Al ₂ O ₃ | 12.51 | " |
| Fe ₂ O ₃ | 2.86 | " |
| Na ₂ O | 1.84 | " |
| CaO | 0.43 | " |
| MgO | 1.93 | " |
| K ₂ O | 0.37 | " |
| Ti ₂ O | 0.17 | " |
| P ₂ O ₅ | 0.04 | " |
| LOI | 14.02 | " |

TABLA II

CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS BENTONITAS DE AMOTAPES

| N.º de Muestra | Densidad Real (g/c.c.) | Densidad Global (g/c.c.) | Porosidad Total | Hinchabilidad (c.c.) | Superf. Especifica (m2/g) | pH | |
|----------------|------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|---------------------------|-------|-----|
| QG | 1 | 2,369 | 2,138 | 9,73 | 9 | 43,32 | 8,7 |
| | 2 | 2,396 | 2,160 | 9,84 | 8 | 51,98 | 8,7 |
| | 3 | 2,358 | 2,129 | 9,68 | 11 | 59,94 | 8,9 |
| | 4 | 2,528 | 2,281 | 9,77 | 10 | 54,36 | 8,9 |
| CH | 5 | 2,646 | 2,376 | 10,20 | 13 | 42,31 | 7,2 |
| | 6 | 2,548 | 2,297 | 9,84 | 12 | 82,52 | 7,3 |
| | 7 | 2,525 | 2,277 | 9,80 | 11 | 91,63 | 6,9 |
| | 8 | 2,538 | 2,289 | 9,81 | 10 | 82,84 | 7,1 |
| MV | 9 | 2,505 | 2,262 | 9,72 | 10 | 58,57 | 7,1 |
| | 10 | 2,543 | 2,299 | 9,56 | 78 | 78,22 | 7,5 |
| | 11 | 2,567 | 2,346 | 8,62 | 9 | 66,29 | 7,2 |
| | 12 | 2,533 | 2,318 | 8,49 | 8 | 72,35 | 7,0 |
| PUC | 13 | 2,530 | 2,292 | 9,42 | 9 | 84,37 | 7,2 |
| | 14 | 2,516 | 2,279 | 9,38 | 10 | 63,65 | 7,2 |
| | 15 | 2,508 | 2,251 | 10,24 | 12 | 62,18 | 7,4 |
| | 16 | 2,504 | 2,250 | 10,13 | 10 | 65,44 | 7,6 |
| P4 | 17 | 2,510 | 2,202 | 12,29 | 8 | 61,93 | 7,4 |
| | 18 | 2,526 | 2,229 | 11,72 | 7 | 42,91 | 7,9 |
| | 19 | 2,473 | 2,171 | 12,21 | 7 | 82,59 | 8,2 |
| | 20 | 2,478 | 2,179 | 12,06 | 6 | 67,90 | 8,3 |
| μ | 2,51 | 2,25 | 10,13 | 9 | 66 | 8 | |

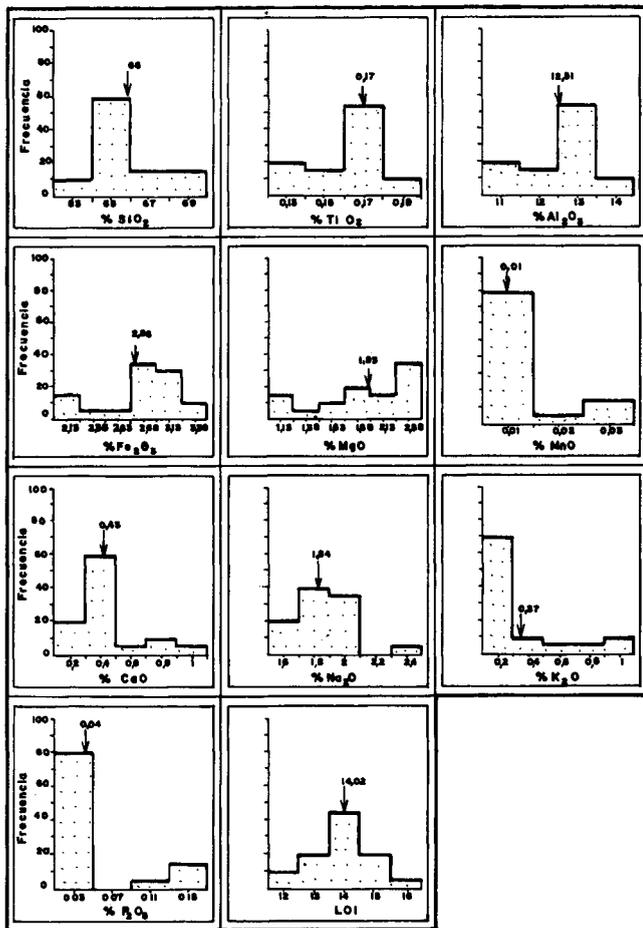


Fig. 4. Histogramas de los distintos óxidos canalizados en las bentonitas.

TABLA III

LIMITES DE ATTERBERG

| | M1 | M6 | M10 |
|-----------------------|-----|-----|-----|
| Límite líquido | 198 | 196 | 198 |
| Límite Plástico | 56 | 55 | 57 |
| Índice de Plasticidad | 142 | 140 | 141 |

3.3. Análisis Mineralógico

3.3.1. ANALISIS TERMICO

En la fig. 5 se representa las curvas termo-gravimétricas (TG) y térmico-diferenciales (ATD) de un conjunto de muestras representativas de los diferentes yacimientos, estudiados en atmósfera de nitrógeno. Los registros de ATD y TG nos indica tres procesos térmicos específicos, en la mayoría de las muestras analizadas, con excepción de las muestras 1, 2 del yacimiento Quebrada Gorda.

El primero es un marcado efecto endotérmico, el cual aparece entre 94 y 233°C, que es acompañado por una sustancial pérdida de peso (aproximadamente de 7 a 12%) como resultado de la remoción del agua absorbida. La cantidad de agua liberada depende de la humedad relativa y de la naturaleza de los cationes intercambiables en el mineral. Narshad (1905) mostró que la forma de este primer efecto varía, dependiendo de la naturaleza

TABLA IV

ANALISIS QUIMICOS DE LAS BENTONITAS DE AMOTAPE

| N.º de Muestra | SiO2 | TiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | MgO | MnO | CaO | Na2O | K2O | P2O5 | LOI | |
|----------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| QG | 1 | 69,07 | 0,14 | 10,98 | 2,08 | 1,04 | 0,01 | 0,90 | 1,92 | 0,90 | 0,16 | 12,70 |
| | 2 | 68,94 | 0,13 | 11,04 | 2,12 | 1,10 | 0,01 | 0,87 | 1,94 | 0,87 | 0,15 | 12,78 |
| | 3 | 66,77 | 0,14 | 11,41 | 2,38 | 1,47 | 0,01 | 0,66 | 1,93 | 0,66 | 0,10 | 14,44 |
| | 4 | 69,99 | 0,12 | 11,03 | 2,08 | 1,09 | 0,01 | 0,87 | 1,94 | 0,93 | 0,15 | 11,77 |
| CH | 5 | 65,00 | 0,18 | 13,00 | 3,10 | 1,94 | 0,01 | 0,33 | 1,76 | 0,24 | 0,03 | 14,39 |
| | 6 | 65,63 | 0,17 | 12,81 | 3,05 | 1,95 | 0,01 | 0,34 | 1,81 | 0,24 | 0,02 | 13,94 |
| | 7 | 64,05 | 0,18 | 12,91 | 3,17 | 20,8 | 0,01 | 0,40 | 1,67 | 0,25 | 0,02 | 15,23 |
| | 8 | 63,87 | 0,19 | 12,76 | 3,14 | 2,05 | 0,01 | 0,42 | 1,64 | 0,27 | 0,02 | 15,62 |
| MV | 9 | 64,47 | 0,18 | 12,77 | 2,98 | 2,24 | 0,01 | 0,35 | 2,37 | 0,26 | 0,02 | 14,30 |
| | 10 | 64,13 | 0,19 | 12,76 | 2,94 | 2,27 | 0,01 | 0,32 | 1,93 | 0,25 | 0,02 | 15,14 |
| | 11 | 64,06 | 0,17 | 12,81 | 2,81 | 2,31 | 0,01 | 0,33 | 1,96 | 0,23 | 0,02 | 15,24 |
| | 12 | 65,53 | 0,16 | 12,59 | 2,73 | 2,28 | 0,01 | 0,34 | 1,89 | 0,23 | 0,02 | 15,18 |
| PUC | 13 | 63,97 | 0,17 | 13,83 | 3,46 | 1,70 | 0,01 | 0,29 | 1,76 | 0,31 | 0,03 | 14,43 |
| | 14 | 64,75 | 0,18 | 13,94 | 3,49 | 1,74 | 0,01 | 0,29 | 1,79 | 0,33 | 0,03 | 13,45 |
| | 15 | 65,78 | 0,15 | 12,80 | 3,11 | 1,78 | 0,01 | 0,20 | 1,57 | 0,28 | 0,02 | 14,27 |
| | 16 | 65,26 | 0,16 | 13,19 | 3,16 | 1,77 | 0,01 | 0,20 | 1,60 | 0,29 | 0,02 | 14,30 |
| P4 | 17 | 65,71 | 0,17 | 12,37 | 2,84 | 2,42 | 0,03 | 0,40 | 1,79 | 0,20 | 0,02 | 14,02 |
| | 18 | 65,46 | 0,17 | 12,19 | 2,77 | 2,45 | 0,03 | 0,40 | 1,82 | 0,20 | 0,02 | 14,45 |
| | 19 | 67,51 | 0,17 | 12,60 | 2,90 | 2,45 | 0,03 | 0,38 | 1,83 | 0,19 | 0,02 | 11,87 |
| | 20 | 66,54 | 0,18 | 12,48 | 2,87 | 2,46 | 0,02 | 0,39 | 1,93 | 0,20 | 0,02 | 12,88 |
| μ | 66 | 0,17 | 12,51 | 2,86 | 1,93 | 0,01 | 0,43 | 1,84 | 0,37 | 0,04 | 14,02 | |

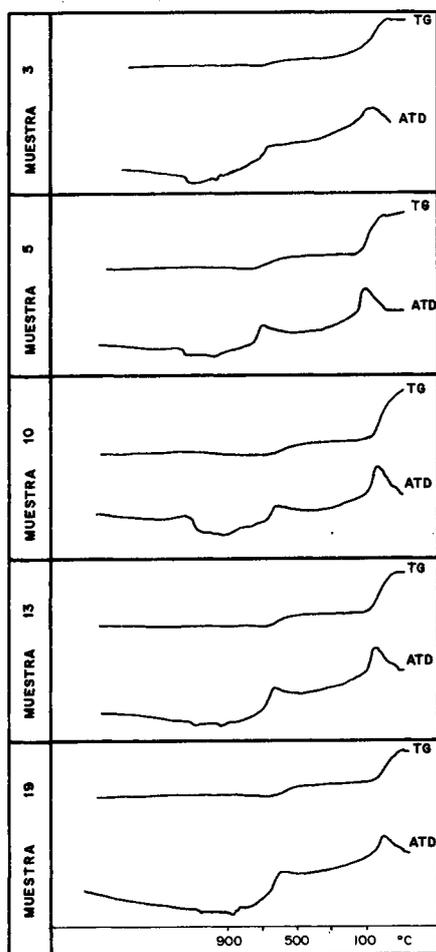


Fig. 5. Analisis termogravimétrico (TG) y término diferencial (ATD) de bentonitas de Amotape.

del catión intercambiable. Cuando el efecto térmico es simple y de pequeño alcance, como es nuestro caso, los cationes intercambiables predominantes son Na⁺, K⁺, H⁺, Li⁺.

El segundo efecto, también endotérmico, situado alrededor de 650°C, es acompañado por una pérdida de masa (1.88 a 5%). Este marcado efecto indica la liberación, en forma de vapor de agua, de los grupos hidróxilos contenidos en la capa octaédrica de la montmorillonita. Cabe resaltar que, estos grupos en bentonitas tipo Wyoming son removidos en su mayor parte a 700°C, estando marcado por una leve pérdida de masa (5).

El tercer efecto se presenta por encima de 800°C, en forma de 2 efectos térmicos específicos. Estos efectos sólo se registran en las curvas DTA; por lo que la causa de su aparición es una reorganización estructural, sin variaciones de masa. El primer efecto es endotérmico y ocurre entre 832°C y 856°C; mientras que el segundo es exotérmico y está situado aproximadamente a 902°C. De acuerdo a la diferencia de temperaturas entre estos dos efectos, es posible establecer el tipo de bentonita (Lucas y Tranth, 1965). En nuestro caso, como la diferencia entre estos dos efectos, es un promedio menor de 60°, entonces las bentonitas son de tipo Wyoming. Esto se corrobora por la composición química, ya que después del aluminio, el segundo y tercer elemento predominante es el hierro y magnesio respectivamente, dando una relación MgO/Fe₂O₃ menor de 0.9 (6) en todas las bentonitas analizadas.

3.3.2. DIFRACCION DE RAYOS X

Los difractogramas mostrados en la fig. 6, se han obtenido utilizando el método de polvo cristalino de la muestra total, empleando para ello un Difractómetro

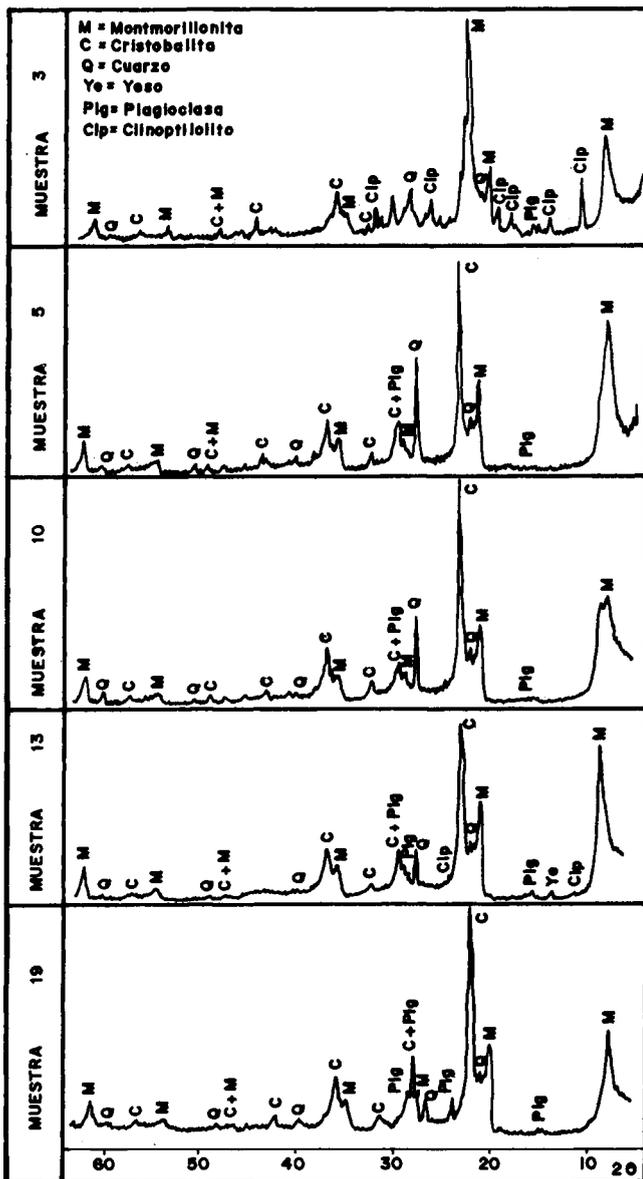


Fig. 6. Difractogramas de bentonitas de Amotape.

Philips PW 1710, con radiación Cu-K α y operando a 40 KV y 30 mA.

La interpretación de estos resultados (7) y (8) nos indica que como componentes de las capas bentoníticas, tenemos tres grupos de minerales: unos transformados de manera autógena; otros heredados del material piroclástico original, y, por último, minerales detríticos y supergénicos tardíos.

a) Minerales Autógenos.

Montmorillonita: Todos los difractogramas muestran una esmectita cuyo pico (001) tiene las posiciones 12.9 a 14 Å. La posición del pico (060) cada vez que fue medido (1.493 a 1.503 Å) caracteriza un mineral dioctaédrico.

Clinoptilolito: Algunos de los difractogramas de polvo total presentan un pico agudo marcado a 8.9 Å, lo que corresponde a una clinoptilolito cuya fórmula es:



b) Minerales probablemente heredados

Feldespatos calco-sódicos: Se ha determinado en varias muestras la presencia de Oligoclasa (posiciones 14.03°, 37.84°), así como también Albita.

Cristobalita: Se ha detectado cristobalita, indicando los difractogramas un pico fuerte a 4.06 Å y otros muy débil a 2.48 Å.

c) Otros minerales. Se han identificado minerales detríticos (cuarzo, fragmentos de conchas) y minerales supergénicos tardíos ligados a fracturas y fisuras, tales como yeso y halita. El cuarzo aparece en forma subredondeada y con aspecto mate, lo que nos indica un origen detrítico, contemporáneo al depósito volcánico.

Las principales aplicaciones de las bentonitas se muestran en la tabla V:

TABLA V
APLICACIONES DE LAS BENTONITAS

| Consumidores de grandes tonelajes | Consumidores de pequeños tonelajes |
|---|--|
| Arenas de moldeo Lodos de perforación Filtrado, decoloración Peletización Purificación de agua Carga de pesticidas | Pintura Cosmética Medicamentos Cerámica, esmaltes Abonos Detergentes Catálisis Adhesivos Almacenamiento de residuos radioactivos |

4. CONCLUSIONES

Se estudian veinte muestras de bentonita correspondientes a cinco yacimientos de la zona de Amotape (Región Grau-Perú). Estas bentonitas son bastante homogéneas en composición teniendo un contenido promedio de SiO₂ del 66%.

El análisis químico y mineralógico nos determina que las bentonitas son del tipo Wyoming.

La aplicación más inmediata de estos materiales, sería en la preparación de lodos de perforación en la industria del petróleo, en la peletización de menas de hierro y como producto aglomerante en las arenas de moldeo.

En un futuro próximo, las acciones a seguir deberían encaminarse al dimensionamiento total de los yacimientos, así como a un estudio de mercado que permita evaluar las posibilidades económicas de la explotación y tratamiento de estas materias primas no metálicas.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a la Facultad de Ingeniería de Minas, en especial al Departamento de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de Piura (Perú) por su colaboración con los trabajos de campo que se han realizado.

A Dña. Purificación García Coque y Dña. Julia Ayala Espina, por su colaboración desinteresada en la realización de los ensayos de difracción de Rayos X y análisis químicos elemental respectivamente.

Y muy especialmente a la Agencia Española de Cooperación Internacional y al Dr. Jesús Ortea, Director de la Oficina de Cooperación Iberoamericana de la Universidad de Oviedo, por su confianza y apoyo financiero a los Programas de Cooperación Científica y Educativa con América Latina.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Ingemmet: Estudio Geológico de Bayóvar. vol. 1. Edit. Ingemmet, Lima-Perú, 1979, pág. 8-84.
2. Ingemmet: Inventario Nacional de Sustancias No metálicas. Edit. Ingemmet, Lima-Perú, 1982, pág. 13-18.
3. CHALCO, A.: Geología de la Región Sullana Lancones. Emp. Petrolera Fiscal, Lima, 1955, pág. 8-26.
4. VEGA, J. L.: Estudio de las Bentonitas de la Región Grau-Perú. Trabajo de Investigación de la Universidad Nacional de Piura-Perú, 1990, pág. 71.
5. TODOR, DN: Thermal Analysis of Minerals. Edit. Abacs Press USA. 1976. pág. 219-254.
6. WEAVER, C. E.; POLLARD, L.: The Chemistry of Clays Minerals. Edit. Elsevier. USA 1973, pág. 231.
7. Moore; Reynols, Jr.: Clay Mineralogy. Edit. Mc. Graw-Hill N.Y, 2d. Edition, 1962, pág. 55-91.
9. DOVAL MONTOYA, M.: Bentonitas. Recursos Mineros de España. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid 1992, pág. 45-69.
10. ROSKILL: The economics of Bentonite 1991. Roskill Informaation Services Ltd. Seventh Edition. London, 1991, pág. 194.
11. PATTERSON, H.; MURRAY, H.: Clays. Industrial Minerals and Rocks. USA (1972). 519-577.

CURSOS ESPECIALIZADOS SOBRE MATERIALES CERAMICOS Y VIDRIOS

Enero - Mayo 1994

INSTITUTO DE CERAMICA Y VIDRIO, CSIC - Arganda del Rey (Madrid), ESPAÑA

PRESENTACION

El creciente desarrollo que ha experimentado en los últimos años la ciencia y la tecnología de los materiales está generando una continua demanda de especialistas en los campos de la cerámica y del vidrio no sólo por parte de los sectores tradicionales, sino también de otros sectores industriales que requieren nuevos productos cada vez más avanzados para aplicaciones muy específicas.

La inexistencia hasta ahora en España de enseñanzas universitarias de segundo ciclo que constituyan una especialización en materiales cerámicos y en vidrios justifica el establecimiento de estos cursos promovidos por el INSTITUTO DE CERAMICA Y VIDRIO, CSIC, dentro del marco académico de los programas de doctorado que ofrece el DEPARTAMENTO DE QUIMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID.

Los cursos que componen este programa están dirigidos preferentemente a postgraduados de Facultades de Ciencias o de Escuelas Técnicas Superiores, pero pueden asistir a ellos todas las personas que consideren que cuentan con el nivel de conocimientos suficientes para su seguimiento.

DOCTORADO EN CIENCIAS

Estando integrado este conjunto de cursos en un programa de doctorado, con un total de 365 horas (36 créditos), los alumnos que deseen obtener la validez académica en uno o más cursos deberán solicitar su matrícula en ellos en la Secretaría de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid dentro del período correspondiente.

CONTENIDO DE LOS CURSOS

La finalidad que persiguen estos cursos es la de proporcionar una especialización en el campo de los materiales cerámicos y de los vidrios, tanto en lo que se refiere a sus fundamentos estructurales y termodinámicos como a sus procesos de fabricación, métodos de procesado y caracterización de sus propiedades. La profundización en el estudio de todos estos aspectos requiere además el conocimiento de diversas técnicas instrumentales y de las posibilidades que brinda cada una de ellas. Desde el punto de vista práctico esta información general se complementa con un estudio de los diferentes tipos de productos y de sus aplicaciones en distintos campos industriales.

Seguidamente se especifican todos los cursos que componen el programa, el número de horas que comprende cada uno, los meses en que tendrán lugar y los profesores que los impartirán.

1. *Diagramas de equilibrio de fases.* Profesores: S. de Aza, P. Pena, A. Caballero. Cincuenta horas (enero).
2. *Materias primas para cerámica y vidrio.* Profesores: F. Sandoval, P. Recio. Veinte horas (enero).
3. *Materiales refractarios.* Profesores: S. de Aza, P. Pena, E. Criado, A. Caballero, R. Martínez, M. I. Nieto, P. Miranzo, R. Moreno, M. I. Osendi, C. Baudín. Cincuenta horas (febrero).
4. *Físico-Química del vidrio y de su elaboración.* Profesores: J. M.ª Fernández-Navarro, A. Durán. Sesenta horas (febrero).
5. *Fibras cerámicas y vítreas.* Profesores: J. L. Oteo, J. Rubio. Veinticinco horas (marzo).
6. *Reología de las suspensiones cerámicas.* Profesores: J. Requena, R. Moreno. Diez horas (marzo).

7. *Electrocerámica.* Profesores: P. Durán, C. Moure, C. Pascual, P. Recio, J. R. Jurado. Cincuenta horas (abril).
8. *Cerámica estructural.* Profesores: J. S. Moya, R. Moreno, P. Miranzo, C. Baudín, M. I. Osendi, R. Martínez. Cuarenta horas (abril).
9. *Métodos analíticos aplicados a cerámica y vidrio.* Profesores: M.ª F. Barda, P. Ortega. Veinte horas (mayo).
10. *Técnicas de caracterización de materiales cerámicos y vítreos.* Profesores: M. I. Nieto, H. Requena, J. Rincón, C. Pascual, A. Caballero, J. Rubio. Veinte horas (mayo).

LUGAR Y FECHAS

Todos los cursos se impartirán en el INSTITUTO DE CERAMICA Y VIDRIO, CSIC, situado en la carretera de Madrid-Valencia, km. 24,300, Arganda del Rey (Madrid), durante los meses indicados.

A fin de facilitar su asistencia a aquellas personas que tengan que desplazarse desde otros lugares o que estén desempeñando actividades profesionales, se procurará reducir al máximo la duración de cada curso impartiendo las clases diariamente en horario intensivo.

INSCRIPCION

El plazo de inscripción estará abierto desde el día 1 de octubre al 20 de diciembre de 1993.

El número máximo de plazas por curso será de 20 y el mínimo para que éste pueda tener lugar será de tres. Las plazas se irán cubriendo por orden riguroso de inscripción.

El importe de la inscripción será de 4.100 pesetas por cada crédito o unidad de diez horas que comprenda el curso. Los derechos de inscripción al conjunto de los 10 cursos que integran el programa ascienden a 150.000 pesetas.

Aquellas personas que efectúen su matrícula en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid no necesitarán abonar ningún derecho adicional.

Se concederán medias becas, a las que podrán optar toda clase de postgraduados menores de veinticinco años que no se hallen desempeñando ninguna actividad profesional remunerada. Los solicitantes de estas becas deberán dirigirse al director del Instituto de Cerámica y Vidrio enviando su «Curriculum Vitae» y alegando las razones que abonan su interés.

INFORMACION Y FORMALIZACION DE INSCRIPCIONES

La formalización de las inscripciones podrá realizarse personalmente o por correo mediante la tarjeta de inscripción adjunta, acompañada del correspondiente abono en pesetas por cheque bancario nominativo a favor del Instituto de Cerámica y Vidrio o por transferencia libre de gastos a la cuenta corriente número 6069696 de Caja Madrid, Plaza de la Constitución, 4, 28500 Arganda del Rey, Madrid.

Cualquier información adicional puede solicitarse a:

INSTITUTO DE CERAMICA Y VIDRIO

Carretera de Valencia, km. 24,300

28500 Arganda del Rey (Madrid)

Teléf.: (91) 871 18 00/04 - Extranjero: 34-1-871 18 00/04

Télex: 47255-VCI - Telefax: (91) 870 05 50