

Características fisicoquímicas de las diatomitas de Bayovar (Perú)

L. F. VERDEJA GONZALEZ, J. P. SANCHO MARTINEZ

Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica de la Universidad de Oviedo (España)

J. L. BARRANZUELA QUENECHÉ, E. R. VASQUEZ ARRIETA

Facultad de Ingeniería. Universidad de Piura (Perú)

RESUMEN.—Características fisicoquímicas de las diatomitas de Bayovar (Perú).

Las tierras de diatomeas son uno de los recursos minerales no metálicos más abundantes en la *Región Grau (Piura-Perú)*. En el presente trabajo se evalúan sistemáticamente las características fisicoquímicas del mineral procedente del «*Area I*», «*Area II*», «*Area III*» y las *Escarpas de Virrilá*.

Los depósitos de *Bayóvar* están asociados con cantidades variables de cloruros, sulfatos y carbonatos. A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que el uso industrial del material antes mencionado deberá ser precedido de un lavado para eliminar la presencia de cloruros y sulfatos.

ABSTRACT.—Physico-Chemical characteristics of diatomaceous earth from Bayóvar (Perú).

Diatomaceous earth is one of the most abundant non-metallic mineral resources in the *Region Grau (Piura-Perú)*. The physico-chemical characteristics of the mineral from «*Area I*», «*Area II*», «*Area III*» and *Virrilá scarp*, are evaluated systematically in the present work.

The deposits of *Bayóvar* have associated variable amounts of chlorides, sulphates and carbonates. It can be concluded from the results that the industrial uses of the supermentioned material must be preceded by a prior washing process to eliminate the presence of chlorides and sulphates.

1. INTRODUCCION

Debido a la existencia de una reserva importante de minerales no metálicos en la *Región Grau (Piura-Perú)*, la Universidad de Piura y el Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica de la Universidad de Oviedo, con el objeto de promover el aprovechamiento de estos recursos han desarrollado un proyecto de investigación conjunta, de interés para la industria cerámico-refractaria de ambos países.

Uno de los objetivos del citado proyecto hace referencia a la caracterización de los depósitos de diatomitas del *desierto de Sechura (Piura-Perú)*. Según la información existente no se cuenta con ningún estudio referido a las características fisicoquímicas más importantes del yacimiento. A pesar de que el potencial de reservas estimadas es muy considerable, el tamaño y la calidad de las capas dentro de la cuenca no son suficientemente conocidos.

Conscientes de que no puede realizarse un aprovechamiento racional de los mencionados recursos, sin el previo conocimiento de sus características fisicoquímicas, se inició el presente trabajo que pretende ser un primer aporte al conocimiento de las propiedades más importantes de la diatomita existente en el *desierto de Sechura*.

Las tierras de diatomeas tienen su origen en microorganismos constituidos por diminutas plantas acuáticas monocelulares o por algas microscópicas de la clase *Bacillar iaeae* que poseen caparazones o conchas silíceas de dos valvas. Se han reconocido hoy en día unas 10.000 especies de diatomeas, tanto de agua dulce como marina. Este organismo, en todos sus géneros y especies, tiene la capacidad de extraer sílice de su hábitat natural acuoso. La sílice queda incorporada al microorganismo mediante la formación de una concha que consiste fundamentalmente en sílice amorfa pre-

cipitada a través de un complejo mecanismo bioquímico. Cuando el organismo muere se hunde dentro del medio acuoso formando un sedimento de carácter orgánico. La descomposición del residuo orgánico deja paso a la acumulación de los caparazones silíceos, los cuales se van compactando para convertirse en depósitos potenciales de diatomita.

La pureza de los depósitos depende principalmente de la presencia en el medio acuoso de contaminantes que pueden ser incorporados a los caparazones del microorganismo (1).

Es consenso general que la composición de la valva de diatomita es similar a la del ópalo, esto es, que químicamente está constituida por óxido de silicio con una cantidad variable de agua de constitución. Cristalográficamente, la diatomita es microamorfa (ordenamiento atómico a corto alcance), aunque la difracción de rayos X (DRX) tiende a indicar, en algunas ocasiones, débiles orientaciones con respecto al patrón de cristobalita (2).

2. ASPECTOS GEOLOGICOS DEL AREA DE BAYOVAR

2.1. Situación geográfica

El yacimiento de Bayóvar se encuentra localizado en la costa norte del Perú, en el desierto de Sechura, dentro del Departamento de Piura (ver figura 1).

Las coordenadas que fijan su situación son: Longitud Oeste 80° 50' y Latitud Sur 06° 05', precisando que las cotas del terreno se encuentran comprendidas entre los 22,5 metros bajo el nivel del mar (m.b.n.m.) y los 480 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) (3).

Dentro de estos recursos minerales existentes en la zona cabe destacar la presencia de mineralizaciones de sillimanita-andalucita, granitos, cuarcita, azufre, calcáreos, yeso, así

Recibido el 13-4-89 y aceptado el 20-12-89.

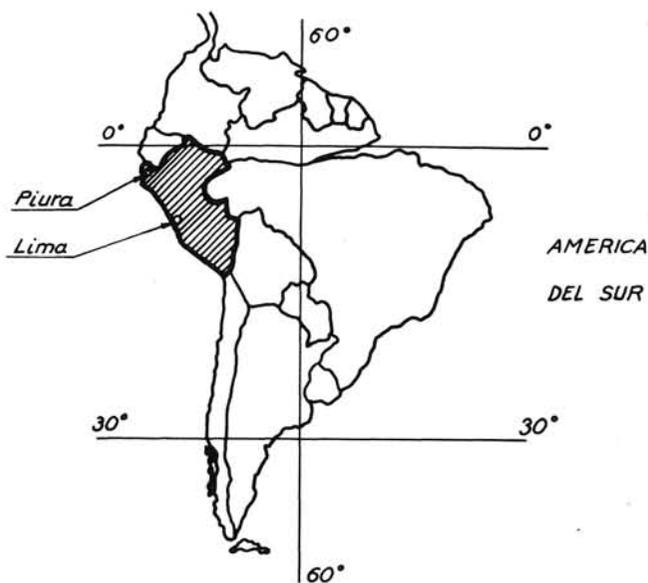


Fig. 1.—Plano de ubicación: Bayóvar (Piura-Perú).

como la existencia de grandes depósitos de salmueras enriquecidas fundamentalmente en sales de sodio, potasio y magnesio.

Los rasgos geomorfológicos más importantes de la zona de Bayóvar (ver fig. 2) son los siguientes:

- Los *tablazos cuaternarios*, constituidos por una serie de terrazas marinas.
- Los *Cerros Illescas* (hasta 480 m. s.n.m.) expuestos en un alineamiento de cerca de 40 km en el lado oeste.
- El *Estuario de Virrillá* (de 20 km de longitud) en la parte media de la bahía de Sechura.
- La zona de la *Gran Depresión* (22,5 m.b.n.m.) al sur de la Cuenca de Sechura (zona de fosfatos) (5).

2.2. Estratigrafía

En el desierto de Sechura se han identificado rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias, cuya secuencia estratigrá-

fica abarca cronológicamente desde el Paleozoico Superior hasta el Cuaternario Reciente.

El sistema Terciario lo constituyen los sedimentos marinos de mayor desarrollo en la cuenca de Sechura, y está conformado por las formaciones del Eoceno y Mioceno (5).

Los sedimentos considerados de edad miocénica en el desierto de Sechura se dividen entre las delgadas areniscas marinas de la formación Montera del Mioceno Inferior y la potente formación arcillosa marina Zapayal, del Mioceno Medio. Los estratos marinos miocénicos son los más ampliamente distribuidos de todos los sedimentos terciarios depositados en el área del desierto de Sechura y alcanzan 1.184 m de potencia (6).

La formación Zapayal está constituida por arcillas y lutitas diatomítico-fosfáticas, intercaladas con areniscas calcáreas. El miembro superior de esta formación aflora en la Gran Depresión, situada al este de los Cerros Illescas, con 195 m de potencia, y es uno de los más estudiados en la zona debido a la presencia de fosfatos (5).

2:2.1. SITUACION DE AREAS

Dentro de la extensión de los afloramientos y atendiendo a criterios mineroindustriales, se han situado dos áreas de muestreo representativas de la formación aflorante: la formación mineralizada en la *Estación 5-8 (Area II)* y el lugar denominado *Cueva del Inca (Area III)*.

Con el fin de comparar la calidad de las diatomitas aflorantes con las dispuestas bajo los estratos fosfáticos, se situó como tercer punto de muestreo el correspondiente al *Sondeo B-63 (Area I)* del depósito de fosfatos.

En la figura 2 se indican los lugares que han sido seleccionados para llevar a cabo el muestreo de diatomita de Bayóvar.

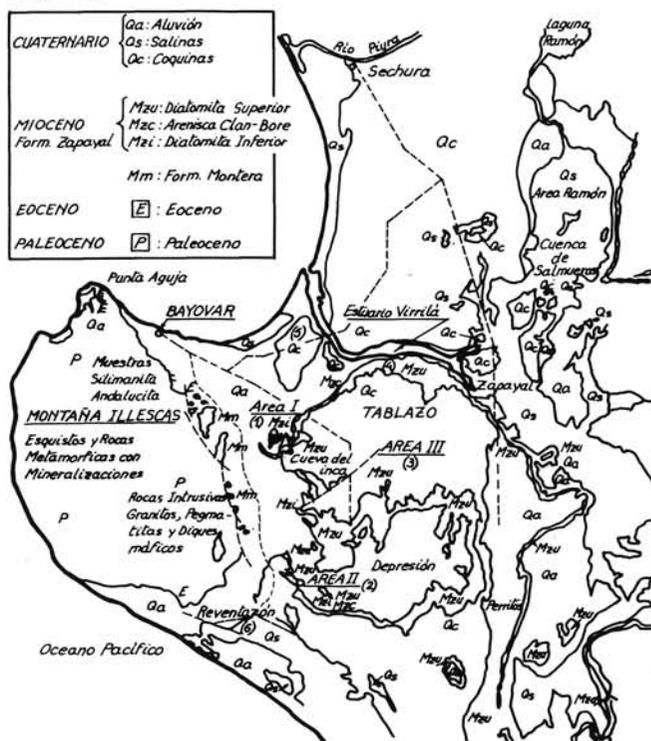


Fig. 2.—Mapa geológico regional del desierto de Sechura: 1) Muestras de diatomita. Sondeo B-63 (Area I). 2) Muestras de diatomita. Estación S-9 (Area II). 3) Muestras de diatomita. Cueva del Inca (Area III). 4) Muestras de diatomita. Escarpas de Virrillá. 5) Calcáreos. Depósito de Virrillá. 6) Depósito de azufre.

2.2.2. TOMA DE MUESTRAS Y RESERVAS ESTIMADAS

Para el trabajo inicial se tomaron muestras puntuales correspondientes al *Area I* y al *Area III* (*Tablazo y Cueva del Inca*) proporcionadas por *Minero Perú, S. A.*

Posteriormente, con el fin de realizar un muestreo razonablemente representativo del yacimiento, y una vez revisada la información existente, se situó en un mapa geológico regional del *desierto de Sechura* (a escala 1:50.000) las áreas de muestreo más representativas dentro de los extensos afloramientos del material, que fueron los que se detallan seguidamente:

- *Sondeo B-63 (Area I)*: Realizado por *Minero-Perú, S. A.* en la formación diatomítica no aflorante hasta una profundidad de 15 m. Las muestras tomadas corresponden al material extraído en la excavación del sondeo.
- *Estación S-8 (Area II)*: Situada en la escarpa suroeste de la *Gran Depresión*. El afloramiento es una parte del espesor total de la formación mineralizada que contacta hacia el techo con capas delgadas de gravas, areniscas coquiníferas y materiales naturales recientes en superficie. El pie de la escarpa termina con delgadas lentes de arena coquinífera/diatomítica, continuando la formación por debajo del aluvión. el muestreo en esta zona se hizo por canales y escalones.
- *Cueva del Inca (Area III)*: Las muestras tomadas corresponden a dos lugares cercanos especialmente elegidos para poder comparar las calidades de sus muestras pertenecientes a un mismo nivel dentro del yacimiento.
- Adicionalmente se tomaron muestras en las escarpas colindantes al *Estuario de Virrilá*.

Aun cuando las muestras antes descritas no representan el espesor total de la formación, pueden considerarse como satisfactorias de acuerdo a los objetivos propuestos. No obstante, deberán efectuarse los sondeos oportunos al objeto de poder definir las características del depósito en su conjunto.

Las reservas estimadas de diatomita se calculan en mil millones (10⁹) de ton. (informe confidencial realizado por T. M. Cheney para *Minera Bayóvar*. Marzo 1964) de las cuales unos 85 millones de ton. (estimación realizada por la Sección *Minado-Bayóvar*. *Minero Perú, S. A.*, 1986) corresponden a la zona denominada *Cueva del Inca*.

3. CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y MINERALOGICAS

3.1. Propiedades físicas

Se ha efectuado la determinación de la densidad real, densidad global o geométrica, porosidad total, superficie específica (BET) y resistencia a la compresión en frío de dos muestras representativas del *Area III* (*Cueva del Inca*) y *Area I* (ver tabla I).

Es preciso señalar que la determinación de la conductividad térmica K se realizó según el método del hilo caliente (7), utilizando el equipo *Shotherm QTM-F1* de la casa *Showadenko*. La muestra analizada consiste en una tierra de

TABLA I

CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS DIATOMITAS DE BAYOVAR (PERU)

Ensayo	Muestras	Cueva del Inca (Area III)	Area I
Densidad real (g/cm ³) ^a		2,37	2,15
Densidad global (g/cm ³) ^b		0,54	0,64
Porosidad total (%)		77,10	70,30
Superficie específica (m ² /g)		22,60	13,00
Resistencia a la compresión (kg/cm ²) ^c		17,00	10,10

^a Según Norma UNE 61.032-75

^b Según Norma UNE 61.034-75

^c Según Norma UNE 61.037-75

diatomeas de Bayóvar consolidada naturalmente y sinterizada (deshidratada y estabilizada térmicamente) a la temperatura de 850°C (1.123°K). Los valores de K obtenidos a diferentes temperaturas, se representan en la tabla II. La correlación existente entre K y T puede expresarse mediante la ecuación siguiente:

$$K = 0,0556 + 1,5099 \times 10^{-4} T \text{ W/m } ^\circ\text{K} \text{ (T en } ^\circ\text{K)}$$

$$r \text{ —coeficiente de correlación} = 0,9882$$

TABLA II

CONDUCTIVIDAD TERMICA DE TIERRA DE DIATOMEAS DE BAYOVAR CONSOLIDADA NATURALMENTE Y SINTERIZADA

Temperatura (°K)	K (W/m °K)
373	0,112
473	0,127
673	0,157
873	0,187
1.073	0,218

3.2. Características químico-mineralógicas

3.2.1. ANALISIS ELEMENTAL

En la tabla III se muestra el análisis químico elemental de las muestras de diatomita correspondientes al *Area I* y *Area II* (*Cueva del Inca y Tablazo*) proporcionadas por *Minero Perú, S. A.* Se comprueba en todas las muestras la presencia de cantidades variables de cloruros y sulfatos, si bien en las diatomitas calcinadas a 950°C no se detecta su existencia. La riqueza en SiO₂ de las muestras analizadas suele oscilar alrededor del 71% SiO₂ mientras que en los productos calcinados puede superar el 80% de SiO₂. El contenido de alcalinos en todas ellas es importante, lo cual limitará la capacidad refractaria de las mismas.

En las tablas IV y V se muestra el análisis químico elemental de las muestras de diatomita pertenecientes al *Area I* (*Sondeo B-63*), *Area II* (*Estación S-8*), *Area III* (*Cueva del Inca*) y *Escarpas de Virrilá*.

TABLA III
ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS DIATOMITAS DE BAYOVAR (PERU)

Componentes Muestras	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	PxC (%)	NaCl (%)	CaSO ₄ (%)
(d,h)M1	71,00	4,72	2,14	1,55	0,82	3,74	1,44	N.D.	2,80	4,95
(d,h)M2	64,00	6,61	2,10	6,95	0,85	1,33	0,96	N.D.	1,40	5,66
(d,i)M3	73,19 ^f	4,72	1,43	6,64	0,99	0,00	0,90	9,94	5,21	N.D.
(i)M4	76,20 ^g	4,68	2,13	7,63	0,98	5,88	0,96	0,00	0,00	N.D.
(k)M5	83,90 ^f	6,58	4,98	3,06	1,32	2,95	1,38	0,00	0,00	N.D.
(e,l)M6	72,78	2,06	1,74	1,05	0,41	N.D.	N.D.	11,90	8,23	1,14
(e,l)M7	71,48	2,77	1,57	1,34	0,62	N.D.	N.D.	11,91	8,65	0,81
(e,l)M8	71,83	2,42	1,71	1,21	0,52	N.D.	N.D.	11,88	8,44	0,97
(e,m)M9	74,71	5,75	2,28	1,53	0,81	N.D.	N.D.	8,66	4,65	0,93
(e,m)M10	73,42	4,18	1,76	1,08	0,63	N.D.	N.D.	10,55	6,09	1,76
(e,n)M11	74,41	5,90	2,08	1,94	0,85	N.D.	N.D.	9,09	2,89	1,27

(d) Análisis elemental realizado en las disoluciones obtenidas de los productos fundidos, mediante espectrofotometría de absorción atómica.

(e) Análisis realizado mediante el método gravimétrico clásico.

(f) Resultado obtenido con una bomba de digestión ácida, utilizando mezcla de ácidos H₂SO₄/HNO₃ (10:2).

(g) Resultado obtenido atacando directamente la muestra con ácido fluorhídrico.

(h) Diatomita natural. Cueva del Inca (Area III).

(i) Diatomita natural. Area I.

(j) Diatomita tratada a 950°C. Area I.

(k) Diatomita tratada a 950°C. Cueva del Inca (Area III).

(l) Diatomita natural (Area I).

(m) Diatomita natural. Cueva del Inca (Area III).

(n) Diatomita natural. Tablazo (Area III).

Aunque en las tablas IV y V aparece el sodio, potasio, magnesio y calcio asociado a su compuesto oxidado más estable, la realidad que habida cuenta de la presencia de cloruros, sulfatos y carbonatos, gran parte de los elementos antes citados se encuentran combinados con los aniones Cl⁻, SO₄²⁻ y CO₃²⁻. Puede observarse en la tabla IV que las muestras tamizadas por vía húmeda presentan una riqueza en SiO₂ por encima del 83% y su nivel de alcalinos es notablemente inferior al de la diatomita natural. Por otra parte existen muestras cuya riqueza en SiO₂ no supera el 50%, con importantes proporciones de cloruros, carbonatos y sulfatos. En cualquiera de las situaciones, el contenido de SiO₂ de las muestras analizadas es inferior a la muestra de referencia suministrada por la compañía norteamericana *Sa-lomon*.

1. Deshidratación de la sílice (100°C-800°C) (figuras 3 y 4).
2. Combustión de la materia orgánica de los microorganismos asociados a las Tierras de Diatomeas (150°C-450°C) (figs. 3 y 4).
3. Descomposición del carbonato de magnesio de la dolomita (450°C-690°C) (figs. 3a, b, c, d y fig. 4b, c, d, e).
4. Fusión y descomposición, con reacción química, del cloruro de sodio (700°C-750°C) (fig. 3b, c).
5. Reacciones endotérmicas de formación de silicatos de magnesio y calcio a baja temperatura (650°C-770°C) (fig. 3d y fig. 4e).
6. Descomposición del sulfato y carbonato de calcio (650°C-1.000°C) (fig. 3a, b, c, d y fig. 4b, c, d, e).

3.2.2. ANÁLISIS MINERALÓGICO

3.2.2.1. Análisis térmico

En las figuras 3 y 4 se representan las curvas térmico-gravimétricas (TG) y térmico-diferenciales (ATD) de un conjunto de muestras representativas de las áreas de muestreo estudiadas en atmósfera de nitrógeno. Los registros del ATD y TG nos indican la presencia de las siguientes reacciones:

3.2.2. Difracción de rayos X (DRX)

Los difractogramas de las figuras 5, 6 y 7 se han obtenido utilizando muestras en polvo y cátodo de cobalto. En las figuras 5 y 6 se representan los DRX de un conjunto de muestras representativas de las áreas estudiadas, a través de las cuales podemos confirmar la existencia de cloruro de sodio, carbonato de calcio, dolomita y cuarzo. Igualmente, la in-

TABLA IV

ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS DIATOMITAS DE BAYOVAR (PERU)

Componentes	SiO ₂ ^(o)	Al ₂ O ₃ ^(p)	Fe ₂ O ₃ ^(p)	CaO ^(p)	MgO ^(p)	Na ₂ O ^(p)	K ₂ O ^(p)	PxC
Muestras	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
M. de referencia ^(q)	88,42	1,51	1,14	1,08	0,43	0,40	0,30	6,33
^(p) Al	65,50	2,04	1,25	9,58	3,29	1,87	0,50	14,75
^(s) S8-1	45,05	2,66	1,52	13,31	4,16	5,47	0,81	25,43
^(s) S8-2	46,85	2,40	1,61	12,73	3,97	6,06	0,83	24,01
^(s) S8-3	41,54	3,55	2,20	15,33	3,98	6,10	0,83	24,39
^(s) S8-4	49,31	4,58	2,56	10,33	4,79	5,33	0,88	21,01
^(s) DC-1	58,25	3,27	1,06	2,71	2,34	9,24	0,93	22,53
^(s) DC-4	65,25	2,77	1,35	7,37	2,02	4,78	0,61	14,26
^(s) Dc-7a	43,23	2,33	1,34	12,47	6,65	5,78	0,62	27,24
^(s) DC-7b	55,32	3,59	1,86	7,10	2,41	7,93	0,89	19,33
^(t) V-1	64,25	5,34	3,62	4,68	1,90	5,59	1,07	12,99
^(t) V2	46,28	4,06	2,14	15,60	3,44	4,76	0,93	20,99
^(t) V3	58,69	4,85	2,86	6,33	2,24	6,60	1,05	16,93

^(o) Resultado obtenido con una bomba de digestión ácida, utilizando mezcla de ácidos H₂SO₄/HNO₃ (10:2).

^(p) Análisis elemental realizado mediante espectrofotometría de absorción y/o emisión.

^(q) Muestra proporcionada por la compañía L. A. Salomon & Bro. Washington, USA.

^(r) Diatomita natural - Sondeo B-63 (Area I).

^(s) Diatomita natural - Estación S-8 (Area II).

^(t) Diatomita natural - Escarpas de Virrilá.

TABLA V

ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS DIATOMITAS DE BAYOVAR (PERU)

Componentes	SiO ₂ ^(o)	Al ₂ O ₃ ^(p)	Fe ₂ O ₃ ^(p)	CaO ^(p)	MgO ^(p)	Na ₂ O ^(p)	K ₂ O ^(p)	PxC
Muestras	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
^(u) Cl-A	61,27	2,75	1,76	10,35	2,03	5,08	0,84	16,95
^(u) Cl-B	69,48	3,45	2,93	6,81	1,17	3,49	1,00	10,03
^(u) Cl-C	75,97	4,20	2,19	1,49	1,36	4,54	1,03	9,22
^(u) Cl-D	77,67	3,42	2,05	2,19	1,40	3,17	0,83	8,44
^(u) Cl-E	64,88	2,99	1,76	7,03	2,55	5,07	0,75	15,15
^(u) Cl-cE	71,21	2,93	2,02	6,24	3,51	2,03	0,75	9,94
^(u) Cl-F	72,51	3,45	1,95	2,91	1,34	3,86	0,94	11,26
^(u) Cl-G	67,57	3,37	1,99	3,97	1,64	5,87	0,95	13,87
^(v) Cl	84,59	3,96	2,03	1,47	1,02	0,30	0,71	5,57
^(v) M1	84,33	4,38	2,27	1,39	1,03	0,23	0,69	5,40
^(v) M2	83,15	4,33	2,34	1,81	1,85	0,59	0,84	5,81
^(v) A1	84,97	3,95	2,19	1,47	1,02	0,40	0,79	5,34

^(o) Resultado obtenido con una bomba de digestión ácida, utilizando mezcla de ácidos H₂SO₄/HNO₃ (10:2).

^(p) Análisis elemental realizado mediante espectrofotometría de absorción y/o emisión.

^(u) Diatomita natural - Cueva del Inca (Area III).

^(v) Diatomita tamizada por vía húmeda, malla 400 - serie ASTM ($\approx 38 \mu\text{m}$); Cuava del Inca (Area III) y Area I.

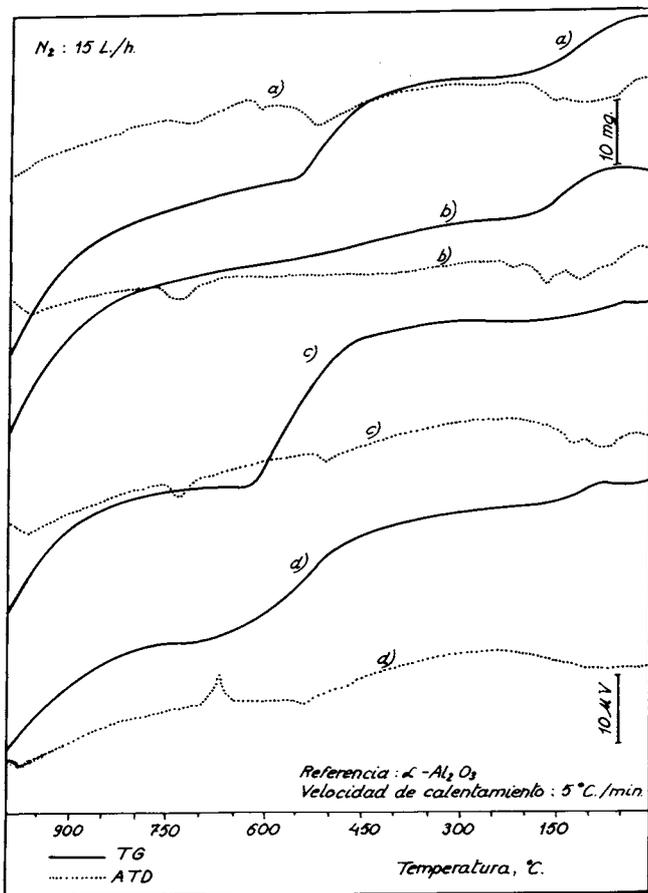


Fig. 3.—Diagramas ATD de las diatomitas de Bayóvar (Perú): a) Muestra: S8-1 (Area II). b) Muestra: DC-1 (Area II). c) Muestra: DC-7a (Area II). d) Muestra: V₂ (Area II).

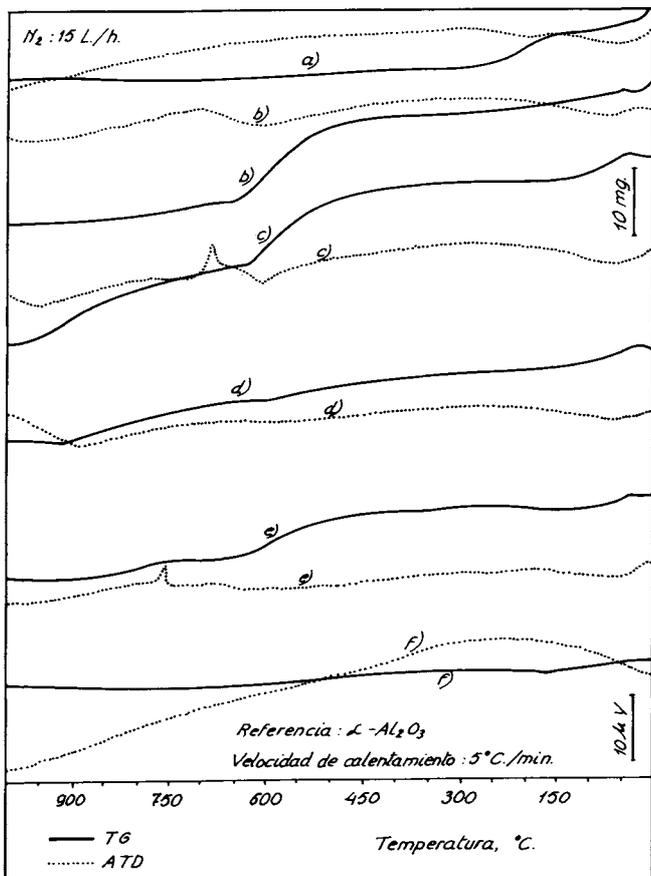


Fig. 4.—Diagramas ATD de las diatomitas de Bayóvar (Perú): a) Muestra de referencia. b) Muestra: A-1 (Sondeo B-63). c) Muestra: CI-A (Area III). d) Muestra: CI-D (Area III). e) Muestra: CI-cE (Area III). f) Muestra: CI tamizada por vía húmeda (<math><38\ \mu\text{m}</math>).

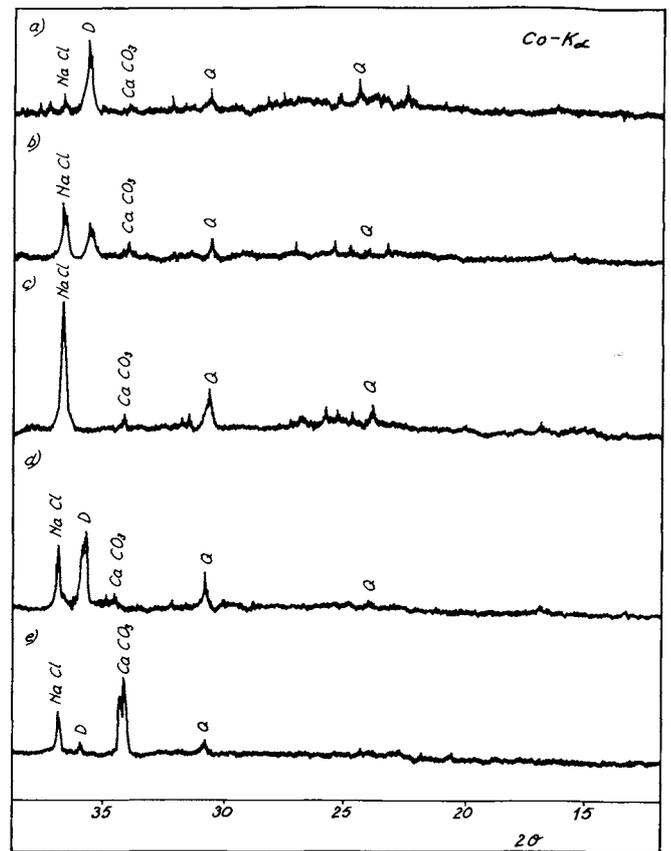


Fig. 5.—Difractogramas de las diatomitas de Bayóvar (Perú): a) Muestra: A-1 (Sondeo B-63). b) Muestra: SB 1 (Area II). c) Muestra: DC-1 (Area II). d) Muestra: DC-7a (Area II). e) Muestra: V-2 (Virrillá). Q: Cuarzo; D: Dolomita.

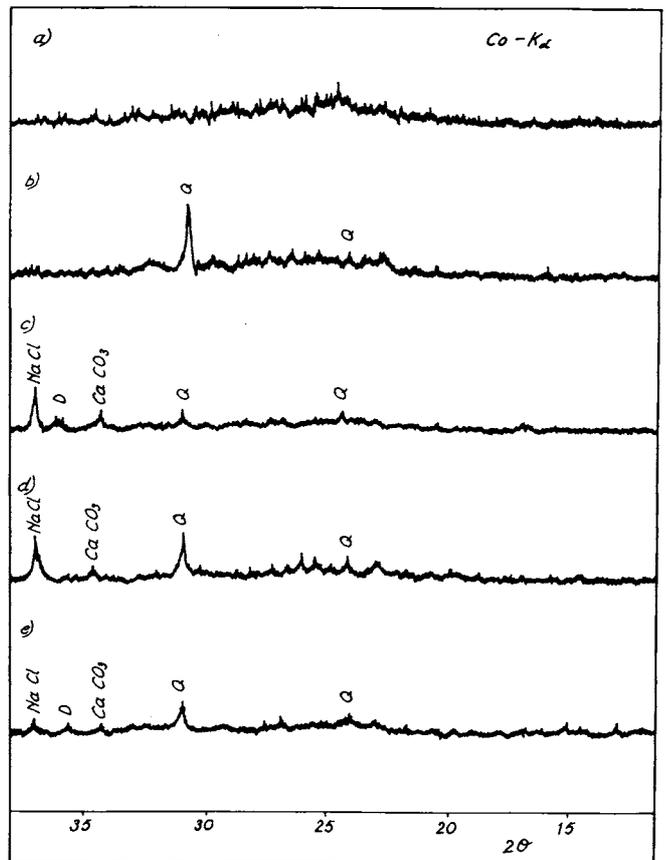


Fig. 6.—Difractogramas de las diatomitas de Bayóvar (Perú): a) Muestra de referencia. b) Muestra: CI (Area III) tamizada por vía húmeda (<math><38\ \mu\text{m}</math>). c) Muestra: CI-A (Area III). d) Muestra: CI-D (Area III). e) Muestra: CI-cE (Area III). Q: Cuarzo; D: Dolomita.

tensidad relativa de los picos de difracción de las diferentes especies minerales asociadas con las tierras de diatomeas nos indica la existencia de un pobre ordenamiento cristalino den-

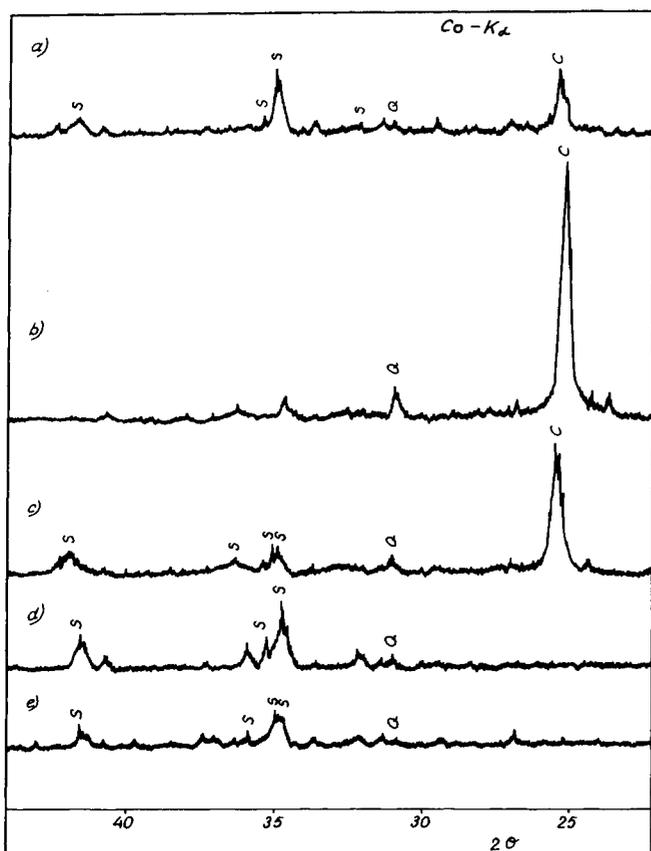


Fig. 7.—Difractogramas de las diatomitas calcinadas a 1.000°C: a) Muestra: CI-A (Area III). b) Muestra: CI-D (Area III). c) Muestra: CI-cE (Area III). d) Muestra: DC-7A (Area II). e) Muestra: V2 (Area II). S: Diópsido $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$; Q: Cuarzo; C: Cristobalita.

tro de las mismas. Los registros ATD (ver figs. 3 y 4) confirman esta apreciación al presentar picos con máximos no excesivamente pronunciados y con grandes intervalos de reacción (diferencia entre las temperaturas de inicio y final de la reacción). En la figura 7 se muestran los cambios estructurales producidos por el tratamiento de las diatomitas a 1.000°C con la presencia del metasilicato de calcio y magnesio (diópsido, $\text{MgO} \cdot \text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$), cuarzo y cristobalita en las muestras analizadas.

4. CONCLUSIONES

Se ha realizado un estudio de las características fisicoquímicas de las tierras de diatomeas del depósito de Bayovar—Perú pertenecientes a las zonas denominadas Area I, Area II, Area III y Escarpas de Virrilá.

El origen marino del depósito condiciona las aplicaciones industriales directas del mismo debido a la presencia de cantidades notables de cloruro de sodio y potasio.

La presencia de carbonatos no significará un importante contratiempo en orden a utilizar el material como materia prima en la industria refractaria (Aislantes de baja temperatura) y del cemento. En cualquier caso, es preciso eliminar mediante lavado los cloruros asociados al mineral.

El nivel de hierro y alcalinos (sodio y potasio) es, en comparación con la diatomita de referencia de *Salomon*, ligeramente más elevado aún cuando se trata de muestras lavadas, lo que puede ser un serio impedimento en la aplicación de estos materiales a la industria alimentaria, petrolera y metalúrgica (agentes filtrantes) debido a las limitaciones de solubilidad requeridas para el material filtrante. No obstante, un lavado con HCl diluido estabilizaría químicamente al mineral y permitiría entrar en especificación al material de Bayovar que alcanzaría una riqueza en SiO_2 superior al 90% SiO_2 .

AGRADECIMIENTOS

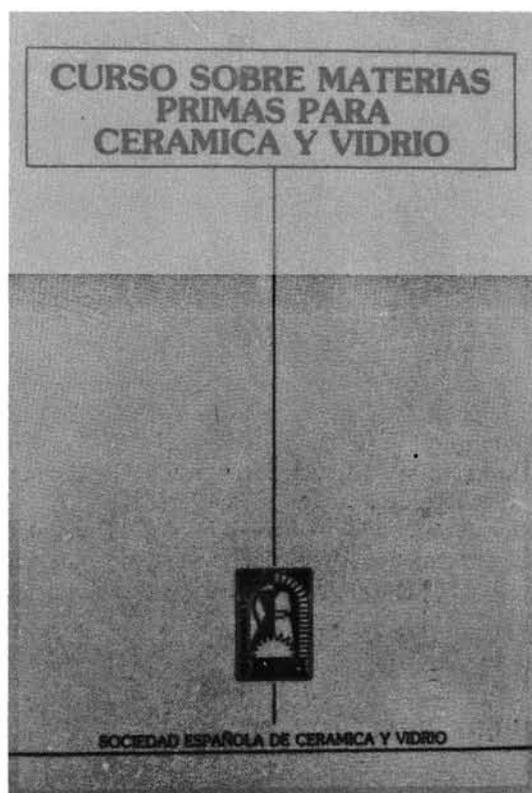
Los autores quieren expresar su agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) del Perú y al Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) de España por la financiación concedida para el estudio de los materiales no metálicos de la región Grau-Perú.

Igualmente se agradece a *Minero Perú, S. A.* su colaboración en los trabajos de campo que se han tenido que realizar para llevar a término el proyecto de investigación conjunta.

5. BIBLIOGRAFIA

1. KIRK, R. E. y OTHMER, O. F.: *Enciclopedia de Tecnología Química*. Edit. Uteha, México, tomo VI (1961), págs. 460-463.
2. CUMINS, A. B.: *Industrial Minerals and Rocks*. Edit. J. L. Gilson. New York (1960), págs. 303-314.
3. AGRAMONTE, B. J.: Las diatomitas de Ayacucho y su paralelo con las de Tarucani y Bayovar. *Bol. Soc. Geol. de Perú*, 72 (1983), 259-269.
4. Academia de las Ciencias de San Francisco (California): *Estudio microscópico de muestras de diatomita del desierto de Sechura*. Informe técnico (1964).
5. ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales): *Inventario y evaluación de los recursos naturales de la zona del complejo de Bayovar*. Lima (1977), págs. 81-116.
6. MAC DONALD, G. H.: Miocene of the Sechura Desert, Piura. *Bol. Soc. Geol. del Perú*, 30 (1956), 225-242.
7. HAUPIN, W. E.: Hot wire method for rapid determination of thermal conductivity. *Amer. Ceram. Soc. Bull.*, 39 (1960), 3, 139-141.

Curso sobre materias primas para cerámica y vidrio



Temas sobre fisicoquímica, tecnología, geología, economía.

Edit. J. M.^a GONZALEZ PEÑA, M. A. DELGADO MENDEZ y J. J. GARCIA RODRIGUEZ.

Public.: Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. 1987. VII + 255 págs.; 40 figs.; 40 tablas.

La publicación recoge la labor realizada en un curso intensivo sobre el tema, celebrado en Madrid en 1986. Todos los trabajos que la componen están realizados por personas que poseen probada experiencia en sus respectivas especialidades lo que hace que, en muchos casos, sirvan al sector desde puestos de alta responsabilidad.

En ella se tratan los problemas relacionados con nuestras materias primas desde ángulos complementarios pero muy diversos, lo que ayuda al enriquecimiento de su contenido.

Es éste el siguiente:

- Generalidades sobre materias primas para cerámica y vidrio.
- Estructura cristalina de las arcillas.

- Propiedades físicas de las arcillas.
- Acción del calor sobre las materias primas y composiciones cerámicas.
- Materias primas cálcicas y magnésicas utilizadas fundamentalmente para pastas de cocción rápida.
- Materias primas de barnices y pigmentos para cerámica.
- Sílice y feldspatos. Su significación en cerámica y vidrio.
- Materias primas de síntesis de productos cerámicos y especiales.
- Investigación minera para cerámicas de construcción.
- Proyecto minero, estudio de viabilidad.
- Explotación, máquinas y métodos.
- Control de producción de caolín.
- Mercado del caolín.
- Las arenas de cuarzo.
- El sector de materiales de construcción ante la adhesión a la Comunidad Económica Europea.
- Ideas básicas sobre la fabricación del vidrio.
- Mercado de materias primas en Cerámica y Vidrio.

PRECIO:

Socios de la SECV: 4.800 ptas.

No Socios: 6.000 ptas.

Los pedidos pueden dirigirse a: **SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERAMICA Y VIDRIO**
Ctra. Valencia, Km. 24,300
28500 ARGANDA DEL REY (Madrid)