

Potencialidad de la técnica de análisis de distribución de tamaño de partículas en la promoción del uso del yacimiento de zeolitas San Ignacio



Potential of the particle size distribution analysis technique in promoting the use of the San Ignacio zeolite deposit

<http://opn.to/a/GKpWm>

Ing. Lidia Rosa Calzada González ¹*, Ing. Martha Velázquez Garrido ¹

RESUMEN: El yacimiento Zeolita San Ignacio requiere una caracterización actualizada del mismo, teniendo en cuenta su potencialidad para el desarrollo de la zona industrial y la fortaleza en infraestructura productiva y de micronización con que cuenta la UEB Roberto Coco Peredo, perteneciente al Grupo Empresarial GeoMinsal. El objetivo del trabajo es conocer la importancia de la técnica de análisis de distribución de tamaños de partículas en la caracterización del mineral, cuyo ensayo no tiene antecedentes en este yacimiento. La caracterización mineralógica por técnicas de ATD y TG demostraron que la misma contiene un 75 % de fase clinoptilolita y mordenita y un 12 % de calcita, por vía química se determinó que la capacidad de intercambio catiónico total es de 126 meq/100g. La respuesta del análisis de tamaño de partículas de la muestra micronizada concluyó que el 100 % del mineral está bajo 37 μm en un rango entre 29,9 y 0,17 μm , el tamaño promedio de las partículas es 6,8 μm y la mediana de 7,7 μm . Este resultado del grado de fineza logrado en la micronización de la zeolita garantiza un valor adicional de importancia vital para la comercialización del mineral en usos especiales como la medicina (elaboración de talcos y pastillas), para la industria de los cosméticos, la pintura y un uso tan masivo como la protección de los cultivos contra la quemadura del ozono y las altas temperaturas, la producción de detergente en polvo, que requieren niveles de fineza extremos. Complementar el estudio con el uso del analizador de partículas HORIBA LA-950V2, que presenta un innovador diseño óptico, y realiza medidas por dispersión láser a granulometrías comprendidas desde 3 mm hasta 0,01 μm , por vía húmeda o por vía seca, facilitó la labor promocional y la confección de la Ficha Técnica de la zeolita micronizada.

Palabras claves: zeolita, tamaño de partícula, caracterización.

ABSTRACT: The deposit Zeolita San Ignacio requires an updated characterization of the same, taking into account his developmental potentiality of the industrial zone and the strength in productive and micronization infrastructure with that Roberto Coco Peredo, belonging to the Grupo Empresarial GeoMinsal counts the UEB. The objective of the work is knowing the importance of the technique of analysis of distribution of sizes of particles in the characterization of the mineral, whose essay does not have background in this deposit. The mineralogical characterization by ATD and TG techniques showed that it contains 75 % of the clinoptilolite and mordenite phase and 12 % of calcite, chemically it was determined that the total cation exchange capacity becomes of 126 meq/100g. The answer of the analysis of size of particles of the micronized sample came to an end that 100 % of the mineral is under 37 m in a status between 29.9 and 0.17 m, the average size of the particles is 6,8 m and the median of 7,7 m. This result of the degree of finesse achieved in the micronization of the zeolite guarantees an additional value of importance vital for the commercialization of the mineral in special uses as he gives her medicine (elaboration of talcums and tablets), for the industry of the cosmetics, the painting and an as mass use as the protection of the cultivations against the burn of ozone and the high temperatures, the production of soap powder, that they require extreme levels of finesse. Complementing the study with the use of the analyst of particles HORIBA THE 950V2, that shows an innovative optic design, and accomplishes measures for dispersion laser to granulometries understood from 3 mm to 0.01 the m, for wet way or for dry way, facilitated the promotional work and the confection of the technical specifications of the micronized zeolite.

Passwords: Zeolite, size of particle, characterization.

Recibido: 01/10/2019

Aprobado en su forma original: 07/02/2020

¹Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIIMM) Carretera Varona No. 12028, km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba.

*Correo electrónico: lcalzada@cipimm.minem.cu

INTRODUCCIÓN

Las zeolitas naturales son minerales no metálicos de origen volcánico con una serie de propiedades únicas. De acuerdo a su estructura química son clasificadas como aluminosilicatos hidratados compuesto por aluminio, sílice, hidrogeno y oxígeno, organizado en una estructura tridimensional interconectadas entre sí.

La estructura de estos elementos conforman cristales de zeolitas que poseen una red de micro poros interconectados con diámetros que varían desde 2.5 a 5.0 Å en dependencia al tipo de mineral de zeolita en cuestión. Esta estructura hace que las zeolitas posean propiedades únicas que lo diferencien de otros aluminosilicatos (caolín, bentonita, etc.)

El Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM), ha desarrollado un sistema para la caracterización completa de zeolitas naturales dirigido fundamentalmente a brindar informaciones útiles para las diversas aplicaciones que han encontrado estos materiales, que van desde los usos en la agricultura y la alimentación animal, hasta la medicina y otros usos en nuestra vida cotidiana.

En el presente trabajo se realiza la caracterización de la zeolita micronizada del yacimiento San Ignacio ubicado en la zona occidental de Cuba, en Jaruco, provincia Mayabeque, la cual se procesa en la UEB Roberto Coco Peredo, perteneciente a la Empresa Minera de Occidente, para desarrollar tecnologías de su empleo en la industria médico farmacéutica, en el tratamiento de enfermedades de la piel y para la elaboración de pinturas con carácter anti fúngico.

Con el conocimiento de más de 30 años de trabajo con el mineral tipo alumino-silicato natural poroso tipo zeolitas (donde clasifica la zeolita de San Ignacio), se realiza su evaluación tecnológica a partir de las características de la muestra procesada por el micronizador y atendiendo al nivel de pureza de la zeolita y coloración del mineral.

El objetivo del trabajo es conocer la potencialidad que representa la Técnica de Análisis de distribución de partículas en la caracterización del mineral, cuyo ensayo no tiene antecedentes en este yacimiento.

Los análisis de distribución de tamaños de partículas se utilizan para conocer los tamaños de las partículas que las componen y sus proporciones, así como para determinar su homogeneidad. Normalmente, se utilizan como control de calidad y para tener un registro de la distribución de tamaños. Además, el análisis de estas herramientas puede tener aplicación en la mejora de procesos industriales.

Conocer la importancia de la información que brinda el uso del analizador de partículas HORIBA LA-950V2 el cuál presenta un innovador diseño óptico que realiza medidas por dispersión laser a muestras de zeolitas cubanas micronizadas (- 45 micras) para productos de usos especiales como: formulación de detergente en polvo, soportes de fungicidas y plaguicidas, formulación de pinturas anti fúngicas, entre otros el cuál comprende análisis con granulometrías entre los 3 mm y 0,01 micras,(micro pulverizadas). Además el equipo realiza lecturas por vía húmeda y por vía seca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

La muestra de Zeolita micronizada del yacimiento San Ignacio, fue entregada según el Cliente con una granulometría de 100 % bajo 200 mesh, la que se preparó cumplimentando el procedimiento del Departamento de Aprovechamiento de Minerales del CIPIMM (DAM) 01-01CIPIMM para la homogenización y cuarteo de la misma para evaluar y caracterizar. (Fig. 1).

Método empleado

Para la realización del análisis de tamaño de partículas se utilizó el equipo HORIBA LA-950V2 (Fig. 2), el cual combina un avanzado sistema óptico junto con un depurado sistema de dosificación de muestras, cuya suma resulta en una solución integral de alta velocidad capaz de optimizar la rutina de trabajo.

El innovador diseño óptico de HORIBA LA-950V2 perfecciona la medición por dispersión láser.

La técnica de difracción láser se basa en el principio que cuando partículas atraviesan una luz láser la dispersa con un ángulo que está directamente relacionado con el tamaño de las

partículas. A medida que el tamaño de las partículas disminuye el ángulo de difracción que se observa aumenta logarítmicamente. Además la intensidad de la luz es dependiente del tamaño de las partículas, se relaciona con el área transversal de las partículas. Por lo tanto partículas de mayor tamaño difractan la luz a ángulos pequeños con mayor intensidad, mientras que las partículas pequeñas difractan con mayores ángulos y menor intensidad. En la [figura 3 \(A\)](#) se muestra el esquema del equipo de difracción láser y sus componentes y en la [figura 3 \(B\)](#) su circuito para vía húmeda.

La calibración es realizada utilizando patrones certificados de poliestireno, con los que se certifica un error de medida menor o igual a

$\pm 0,6\%$, así como una repetitividad de medida cuyo error es igual o inferior a $\pm 0,6\%$.

Gracias a su amplio rango de medida y a su óptica altamente resolutive, el HORIBA LA-950V2 detecta con claridad, poblaciones diferentes de partículas muy similares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El CIPIMM ha desarrollado un sistema para la caracterización completa de zeolitas naturales dirigido fundamentalmente a brindar informaciones útiles para las diversas aplicaciones que han encontrado estos materiales, que van desde los usos en la agricultura y la alimentación animal, hasta la medicina y otros usos en nuestra vida cotidiana, teniendo en

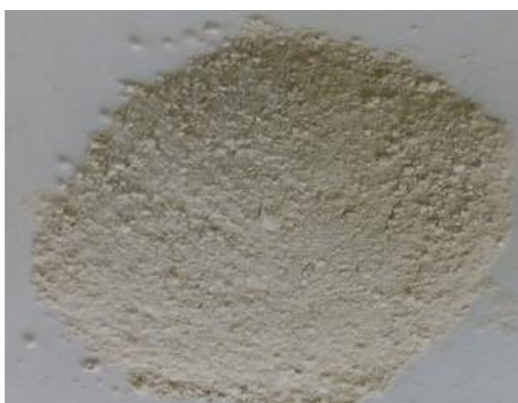


Fig. 1. Zeolita San Ignacio micronizada



Fig. 2. Equipo HORIBA LA-950V2

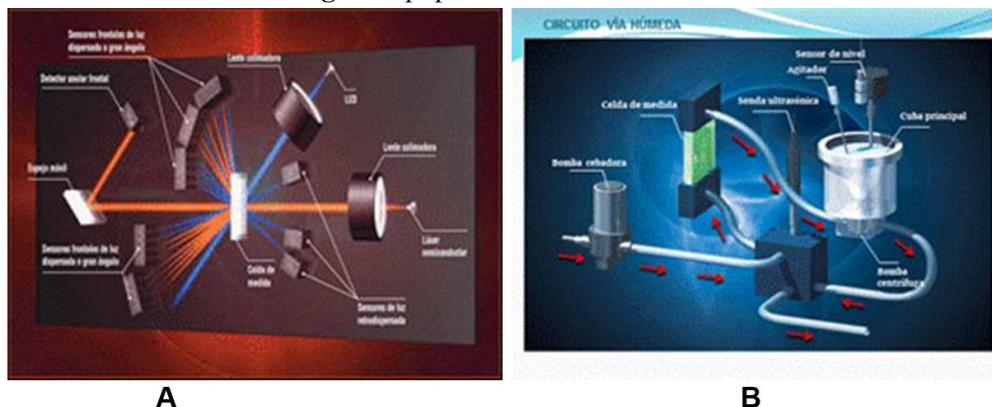


Fig. 3. (A) Esquema del equipo de difracción láser y 3 (B) circuito para vía húmeda

cuenta la situación actual que atraviesa nuestro país, nos vemos precisados a crear nuevos productos que mejoren las características de los anteriores y de esta forma aportar en la sustitución de importaciones con la elaboración de productos de alto valor agregado.

Estos productos que se obtienen mediante el uso de la zeolita, los cuales requieren de alta fineza, las partículas comprendidas entre 1-0.3 mm se analizan por vía seca o húmeda por el método convencional pero para productos micronizados los que se utilizan para producción de medicamentos, pinturas, talcos especiales, productos pesticidas y fungicidas, aditivos a detergentes en polvo, se necesita un tamaño de partículas por debajo de 400 mesh (37µm). Es muy importante conocer la distribución que presentan las partículas por debajo de 0,3 mm.

Caracterización Química

Para proceder a la lectura de la muestra es necesario conocer su composición mineralógica ya que el elemento predominante en la misma es el que se utiliza para realizar la lectura por difracción láser como Índice de refracción. En la

tabla No. 1 aparece la composición química de la zeolita San Ignacio.

Procedimiento para la lectura de la muestra

En el caso de la muestra a analizar no fue preciso realizar análisis por vía seca ya que la misma es insoluble en agua ni fue necesario utilizar ondas ultrasónicas ya que la zeolita no presenta el efecto del electromagnetismo, es decir la muestra analizada se realizó por vía húmeda. El equipo realiza una secuencia de medida completa (desde la carga de dispersante hasta la obtención de los resultados).

La muestra a analizar (de 25 gramos) la cual es homogenizada nuevamente y se toma una porción para realizar la lectura.

A continuación se expone la secuencia de medida para la realización del análisis por vía húmeda.

Caracterización Química

Como se observa en la [Tabla 1](#), las zeolita San Ignacio presenta como componente mayoritario, el SiO₂ (65.80%), que se corresponde con una característica de las zeolitas cubanas, por lo que

Tabla 1. Composición química de Zeolita San Ignacio (%)

Yacimiento	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO
Zeolita San Ignacio	65.80	8.16	2.18	1.1.71	1.45	1.37	17.86

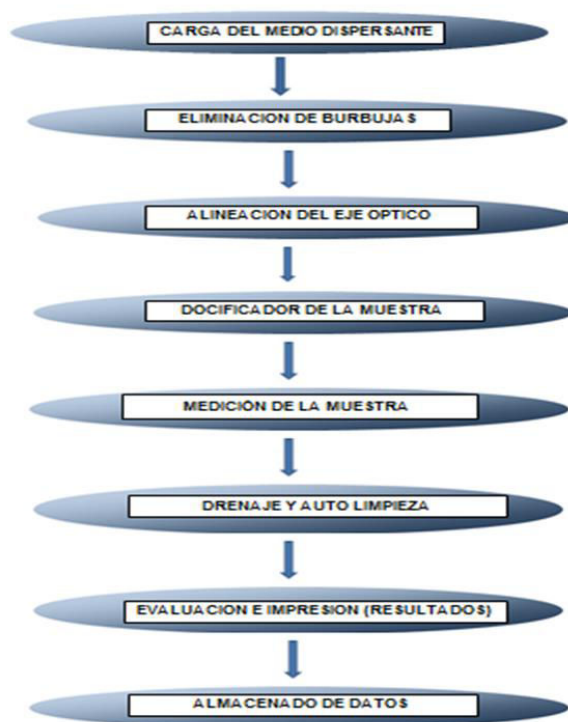
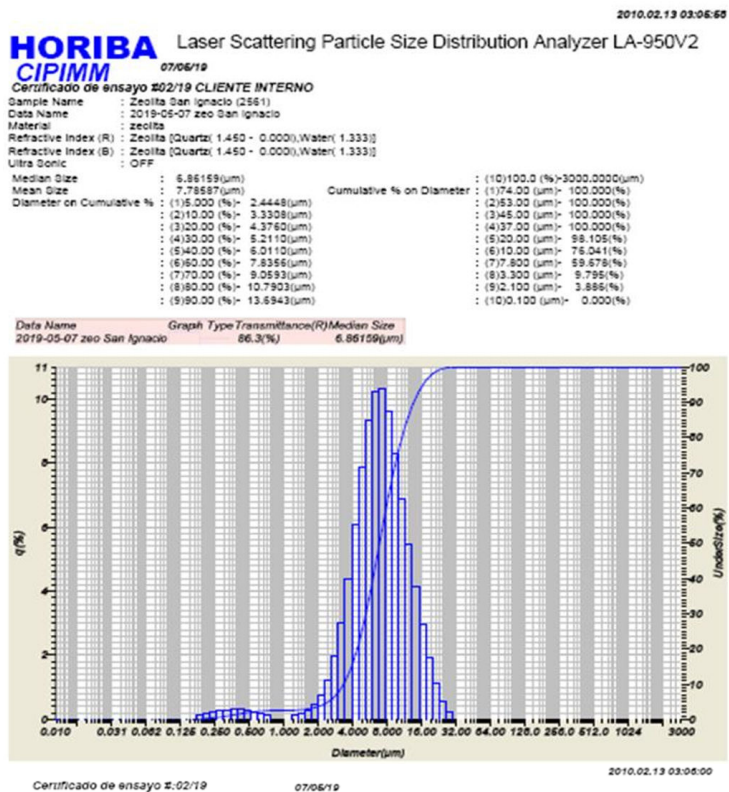


Fig. 4. Secuencia de medida para la realización del análisis por vía húmeda.



Certificado de ensayo #02/19 07/06/19

No.	Diameter(µm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(µm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(µm)	q(%)	UnderSize(%)
1	0.011	0.000	0.000	32	0.766	0.119	2.477	63	51.471	0.000	100.000
2	0.013	0.000	0.000	33	0.877	0.000	2.477	64	58.953	0.000	100.000
3	0.015	0.000	0.000	34	1.005	0.000	2.477	65	67.523	0.000	100.000
4	0.017	0.000	0.000	35	1.151	0.000	2.477	66	77.339	0.000	100.000
5	0.020	0.000	0.000	36	1.318	0.121	2.598	67	88.583	0.000	100.000
6	0.022	0.000	0.000	37	1.510	0.194	2.792	68	101.460	0.000	100.000
7	0.026	0.000	0.000	38	1.729	0.297	3.089	69	116.210	0.000	100.000
8	0.029	0.000	0.000	39	1.981	0.469	3.558	70	133.103	0.000	100.000
9	0.034	0.000	0.000	40	2.269	0.762	4.319	71	152.453	0.000	100.000
10	0.039	0.000	0.000	41	2.599	1.236	5.555	72	174.616	0.000	100.000
11	0.044	0.000	0.000	42	2.976	1.959	7.515	73	200.000	0.000	100.000
12	0.051	0.000	0.000	43	3.409	2.997	10.512	74	229.075	0.000	100.000
13	0.058	0.000	0.000	44	3.905	4.387	14.899	75	262.376	0.000	100.000
14	0.067	0.000	0.000	45	4.472	6.073	20.972	76	300.518	0.000	100.000
15	0.076	0.000	0.000	46	5.122	7.945	28.917	77	344.206	0.000	100.000
16	0.087	0.000	0.000	47	5.867	9.351	38.168	78	394.244	0.000	100.000
17	0.100	0.000	0.000	48	6.720	10.243	48.412	79	451.556	0.000	100.000
18	0.115	0.000	0.000	49	7.697	10.323	58.735	80	517.200	0.000	100.000
19	0.131	0.000	0.000	50	8.816	9.598	69.332	81	592.387	0.000	100.000
20	0.150	0.000	0.000	51	10.097	8.300	76.632	82	678.504	0.000	100.000
21	0.172	0.000	0.000	52	11.565	6.885	83.517	83	777.141	0.000	100.000
22	0.197	0.127	0.127	53	13.246	5.463	88.981	84	890.116	0.000	100.000
23	0.226	0.165	0.292	54	15.172	4.158	93.139	85	1019.515	0.000	100.000
24	0.259	0.207	0.499	55	17.377	2.980	96.119	86	1167.725	0.000	100.000
25	0.296	0.262	0.761	56	19.904	1.946	98.065	87	1337.481	0.000	100.000
26	0.339	0.297	1.049	57	22.797	1.127	99.192	88	1531.914	0.000	100.000
27	0.389	0.333	1.381	58	26.111	0.566	99.758	89	1754.613	0.000	100.000
28	0.446	0.320	1.701	59	29.907	0.242	100.000	90	2009.687	0.000	100.000
29	0.510	0.276	1.977	60	34.255	0.000	100.000				
30	0.584	0.218	2.195	61	39.234	0.000	100.000				
31	0.669	0.163	2.358	62	44.938	0.000	100.000				

Observaciones: Este certificado no será reproducido sin la aprobación escrita y legalizada del DME

Fig. 5. Certificado de ensayo No. 02/19

este elemento es el que se utiliza como índice de refracción para la lectura de las muestras por vía húmeda, dicho valor aparece en la Tabla de Índices de refracción (para $\lambda = 589 \text{ nm}$) contenido en el Soft Ware del equipo.

A continuación se presenta el gráfico correspondiente análisis de tamaño de partículas realizado a la muestra Zeolita San Ignacio. (Certificado de ensayo no. 02/19).

CONCLUSIONES

1. En el resultado obtenido en el análisis de partículas de la muestra de zeolita San Ignacio, el tamaño de las partículas que componen la muestra analizada se encuentra en el rango aproximado entre 29.9 μm y 0.17 μm .
2. La muestra analizada contiene 100% por debajo de 37 μm , (*cumple las especificaciones del cliente*).
3. El 98.1% de la muestra analizada se encuentra por debajo de 20 μm .
4. El tamaño promedio de partículas es de 7.78 μm y la mediana de 6.86 μm .
5. No fue necesario recurrir al empleo de ondas ultrasónicas en el ensayo.
6. El resultado derivado del análisis de la distribución de tamaños de partículas mediante difracción láser a la zeolita micronizada San Ignacio con el empleo del equipo Horiba:
 - Significa un alto impacto a la calidad del producto dado por el conocimiento de la fineza de la muestra.
 - Representa un valor adicional en la comercialización para usos tan especiales como la preparación de pinturas, en la medicina para elaborar medicamentos especiales para tratamientos dérmicos y como hemostático en operaciones y cicatrización de heridas, para las mascarillas faciales, en la protección ecológica de los cultivos como antifúngico natural, en la formulación de detergentes sólidos sustituyendo el tripolifosfato de sodio, etc.
 - Garantizó un elevado nivel en la labor promocional y confección de la Ficha Técnica para el mineral.

BIBLIOGRAFÍA

Brito, A. y Coutín, D. 2017. "Panorámica del estudio de las zeolitas de Cuba, desde los inicios hasta la actualidad". Sociedad Cubana

de Geología. (ed.), *XII Congreso de Geología. VII Convención de Ciencias de la Tierra. Geociencias 2017*, La Habana, Cuba. Págs. 821-838. ISSN: 2307-499x.

Available: <Available: <http://www.cubacienciasdelatierra.com> >, [Consulted: Noviembre 29, 2019]

Garcés J.G, 2017. "Análisis de la distribución de tamaños de partículas mediante difracción láser". (ed.), ETSII. Lugar: Valencia. [Consulted: septiembre 16, 2019]

G. Dutrénit, J. Núñez. 2017. *La creación de la industria cubana de zeolitas naturales: un caso de universidad emprendedora*. Available: <Available: <https://www.researchgate.net/publication/319153397> >, [Consulted: Septiembre 24, 2019].

Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer LA-950V2 SERVICE MANUAL

Lesmat. 2017. Fundamentos sobre el tamaño de una partícula. Available: <Available: <http://www.iesmat.com/iesmat/upload/file/Malvern/ProductosMAL/DIFFundamentos%20tam.%20de%20particula.pdf> > [Consulted: 4 de mayo de 2019]

Malvern (2017). Difracción láser. Available: <Available: <http://www.malvern.com/es/products/technology/laser-diffraction/> > [Consulted: mayo 20, 2019]

Malvern 2017. Tamaño de partícula. Available: <Available: <http://www.malvern.com/es/products/measurement-type/particle-size/> > [Consulted: mayo 20, 2019]

Orozco G. (Rizo R. 1998. "Depósitos de zeolitas naturales de Cuba ". Acta Geológica Hispánica, vol. 33 nº 1-4, p. 335-349, [Consulted: Noviembre 9, 2019]

Rodríguez. G. 2017. "El programa de desarrollo de la zeolita en Cuba" Universidad de La Habana, Cuba. Available: <Available: <http://karin.fq.uh.cu/acc/2015/CNE/1402015/Art%C3%ADculos%20cient%C3%ADficos%20seleccionados/Programa%20Desarrollo%20Zeolitas%20Cuba.pdf> > . [Consulted: Noviembre 19, 2019]

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)