



CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE LOS PELOIDES DE LAS SALINAS DE CHILCA

M. L. Cerón Loayza^{1*}, N. Raysa Furet², J. Bravo Cabrejos¹, Á. Bustamante Domínguez¹,
J. Quispe Marcatoma¹, A. Trujillo Quinde¹

¹ Lab. de Análisis de Suelos, Lab. de Espectroscopia Mössbauer. Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Apartado 14-0149, Lima 14, Perú.

² Centro Nacional de Investigaciones Científicas, La Habana Cuba.

Abstract

At the present time peloides constitute a natural resource with an important therapeutic potential. This study deals with the characterization of three samples taken from a site located in Chilca, about 60 Km south of the city of Lima, Peru. The experimental techniques used in this study included: X-rays diffraction (XRD), transmission Mössbauer spectroscopy (TEM), scanning electronic microscopy (SME) and physical-chemical analyses.

The results obtained by XRD exhibit in general that the sample MLG contains phases associated with the minerals Vermiculita, Calcite, Cuarzo, Illita and Montmorillonita (Bentonita). In the sample MLGC the observed phases are associated with the minerals Quartz, Sepiolita, Kaolinita and Calcita. By TEM at room temperature (RT) it was found that the sample MLG displays three quadrupole doublets associated with Fe sites in Pyrite, Illita and Montmorillonite (Bentonite). The sample MELL was analyzed by TEM at RT and liquid helium temperature and the results show three quadrupole doublets and a magnetic sextet, the latter assigned to Goethite.

The results obtained by SME and EDAX of samples MLG and MELL corroborate our results found by the above mentioned techniques. The results of the measurement of pH of the samples show a high degree of alkalinity, this due to their high basic ion content.

PACS: 33.45.+x; 76.80.+y; 61.18.Fs; 82.80.Ej

Keywords: Peloides, Mössbauer Spectroscopy, X-rays Diffraction.

Resumen

En la actualidad los peloides constituyen uno de los recursos naturales de gran potencial terapéutico. Este trabajo trata de la caracterización de tres muestras tomadas de un sitio ubicado en Chilca, alrededor de 60 Km al sur de la ciudad de Lima. Las técnicas experimentales empleadas en este estudio fueron: difracción de rayos X (DRX) espectroscopia Mössbauer por transmisión (EMT), microscopia electrónica de barrido (MEB) y los análisis físico-químicos.

Los resultados obtenidos por DRX exhiben en general que la muestra MLG presenta fases asociadas con los minerales Vermiculita, Calcita, Cuarzo, Illita y Montmorillonita (Bentonita). En la muestra MLGC se observa las fases asociadas a los minerales Cuarzo, Sepiolita, Kaolinita y Calcita. Por EMT a temperatura ambiente (RT) se observó que la muestra MLG presenta tres dobletes cuadrupolares asociados con sitios de Fe presentes en Pirita, Illita y Montmorillonita (Bentonita). La muestra MELL fue analizada por EMT a TA y a temperatura de helio líquido y muestra tres dobletes cuadrupolares y un sexteto magnético, este último adjudicado a la Goetita.

Los resultados obtenidos por MEB y EDAX de las muestras MLG y MELL corroboran nuestros resultados hallados por las técnicas antes mencionadas. Los resultados de la medición de pH de las muestras muestran un alto grado de alcalinidad, esto debido a su alto contenido de iones básicos identificados por EDAX.

Palabras claves: Peloides, Espectroscopia Mössbauer, Difracción de Rayos X.

* Corresponding author. e-mail malucelo@hotmail.com

1. Introducción

En el presente trabajo se reporta un estudio preliminar sobre la caracterización de los peloides de dos lagunas identificadas como "La Milagrosa" y "La Mellicera" ubicados en el Distrito de Chilca, Provincia de Cañete, a 60 Km al sur de la ciudad de Lima. Los peloides son un producto natural que se forma en las capas poco profundas del fondo de los depósitos hídricos y salinos. Básicamente, están constituidos por los elementos presentes en el suelo y en el agua (Fe, Mg, Mn, S, Zn, P y Cu), oligoelementos (Al) y minerales geológicos (silicatos, feldespatos, cuarzo, mica y otros), los cuales en combinación con sedimentos naturales forman una masa homogénea finamente dispersa. Esta combinación les confiere propiedades físicas, químicas y biológicas particulares que permiten que éstas puedan ser empleadas con fines terapéuticos.

2. Materiales y Métodos

Se estudiaron los peloides obtenidos de tres pozas diferentes. Se extrajeron las muestras en los meses de abril, junio y noviembre 2004, colocándolas en frascos esterilizados y almacenándolos a baja temperatura para no alterar su flora microbiana. De las tres extracciones se ha logrado analizar las muestras de la primera extracción. La identificación de los peloides se muestra en la Tabla 1. Antes de ser procesadas estas muestras fueron secadas en una mufla a 27° C.

Tabla 1 Muestras analizadas

Código	Laguna	Característica	color
MLG1	La Milagrosa (Pozo grande)	Muestra sin materia orgánica	plomizo
MLG2		Muestra con materia orgánica	plomizo
MLGC	La Milagrosa (Pozo pequeño)	Muestra con materia orgánica	crema
MELL	La Mellicera	Muestra con materia orgánica	plomizo

El contenido de materia orgánica de MLG1 fue eliminado usando la técnica de peróxido de hidrógeno.

Las mediciones por espectroscopia Mössbauer se realizaron a temperatura ambiente en el Laboratorio de Espectroscopia Mössbauer de la Facultad de Ciencias Físicas, UNMSM, y la preparación de las muestras para el análisis físico-químico se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la misma Facultad. Los espectros Mössbauer fueron tomados en geometría de transmisión usando una fuente de ^{57}Co en una matriz de Rh y analizados empleando el programa Normos de Brand [10], haciendo uso de las versiones para sitios cristalinos (*Normos Site*) como para distribuciones de campos hiperfinos (*Normos Dist.*). La identificación estructural de los

compuestos presentes en las muestras se realizó por difracción de rayos X, usando un difractómetro modelo MINIFLEX de RIGAKU, el cual empleó la radiación de Cu-K α ($\lambda=1,54178$ Å). El análisis físico-químico consistió en medir el pH de cada muestra empleando un medidor de electrodo, marca PHTestrBNC/ Oakton modelo 35624-10.

La identificación de los elementos químicos se llevó a cabo mediante la técnica de espectroscopia de rayos X por energía dispersiva, EDAX, empleando un microscopio electrónico de barrido marca Phillips modelo XI 30TMP de la Facultad de Ingeniería Geológica, UNMSM.

3. Resultados Experimentales

Difracción de Rayos X (DRX)

Los difractogramas de rayos X mostrados en la Fig. 1 exhiben que la muestra MLG2 presenta las fases asociadas a los minerales calcita, vermiculita, cuarzo e illita, mientras que MLG1 presenta la mismas componentes mineralógicas y, además, el mineral montmorillonita.

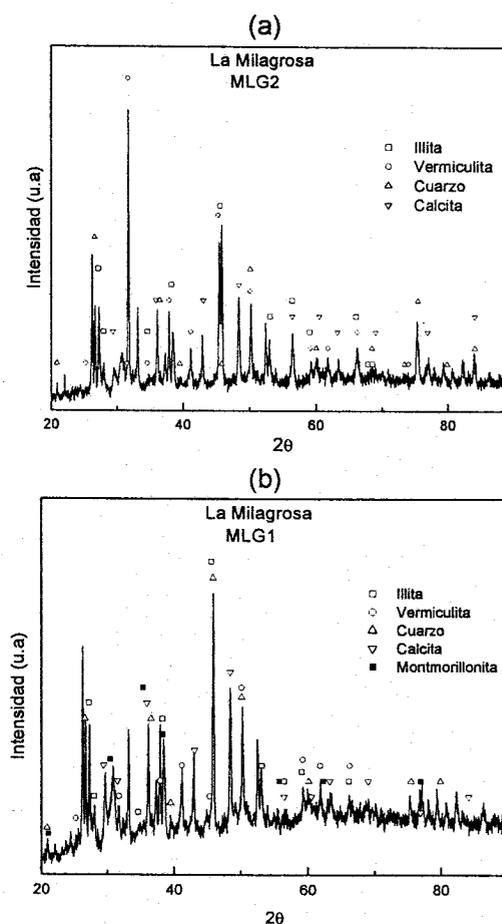


Fig. 1. Difractogramas de rayos X correspondientes a las muestras: (a) MLG1 y (b) MLG2.

Espectroscopia Mössbauer.

Los resultados obtenidos por espectroscopia Mössbauer presentados en la Fig. 2, muestran que MLG2 presenta tres dobletes cuadrupolares asociados a sitios de Fe presentes en la pirita, illita (estados de valencia de Fe^{+3} y Fe^{+2}) y montmorillonita (Fe^{+2}). Similarmente, los resultados obtenidos para MLG1 muestran los mismos minerales de Fe, observándose además un mayor efecto de absorción. Para la muestra MELL analizada a TA (Fig.3a) se observa que presenta tres dobletes cuadrupolares, asociados a sitios de Fe presentes en la muscovita, illita y montmorillonita así como un sexteto magnético adjudicado a la goetita $\langle B_{hf} \rangle = 41.0$ T. Esta misma muestra analizada a la temperatura del He líquido (THL) muestra los mismos sitios de Fe (Fig. 3b), observándose además un aumento de campo hiperfino; $\langle B_{hf} \rangle = 49,67$ T. Este incremento del $\langle B_{hf} \rangle$ se puede asociar a un mayor ordenamiento magnético a bajas temperaturas. Así mismo, el doblete del mineral muscovita a bajas temperaturas muestra un pequeño campo hiperfino, $\langle B_{hf} \rangle = 4,20$ T [11].

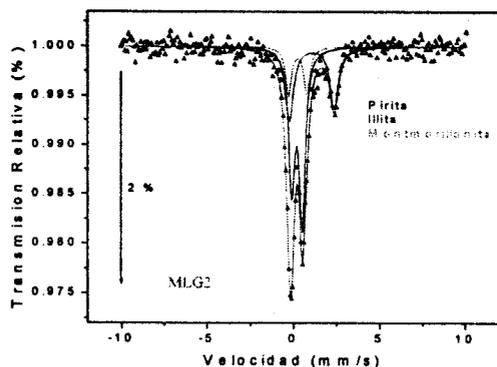
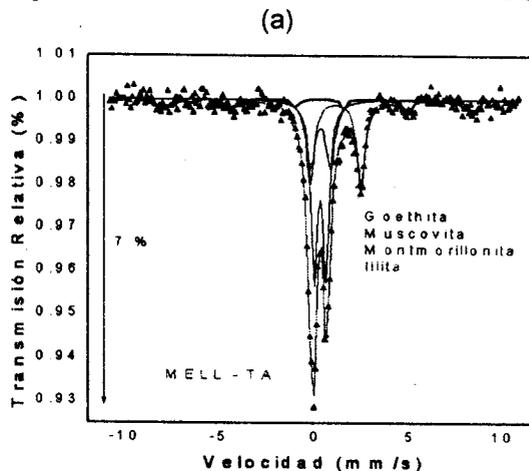
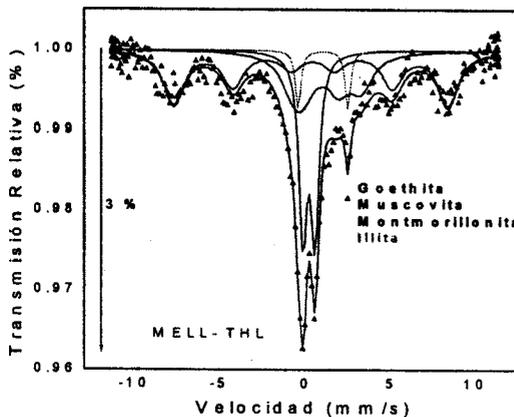


Fig. 2. Espectros Mössbauer correspondiente al peloide MLG2.

En las tablas N° 2 y 3 se muestran los parámetros hiperfinos Mössbauer de las muestras analizadas.



(a)



(b)

Fig. 3. Espectros Mössbauer correspondientes a los peloides MELL: a) tomada a temperatura ambiente (TA) y b) tomada a temperatura de Helio Líquido (THL)..

Tabla 2. Parámetros hiperfinos Mössbauer de peloides de la laguna “La Milagrosa”

MUESTRAS	Pirita		Illita		Montmorillonita	
	ISO	ΔE_Q	ISO	ΔE_Q	ISO	ΔE_Q
MLG2 (T.A.)	0,210	0,608	1,059	2,590	0,250	1,060

Tabla 3. Parámetros hiperfinos Mössbauer de peloides de la laguna “La Mellicera”

MUESTRAS	Muscovita			Illita		Montmorillonita		Goetita		
	IS	2ε	Hm	ISO	ΔE_Q	ISO	ΔE_Q	IS	2ε	Hm
MELL (TA)	0,376	1,320		1,026	2,627	0,220	0,620	0,326	-0,100	41,00
MELL (THL)	1,059	3,000	4,200	1,358	2,610	0,442	0,736	0,356	-0,09	49,67

En estas tablas los valores de IS están referidos a una matriz de rhodio; los valores de Hm están en Teslas y los de 2ε, ΔE_Q e IS en mm/s.

Microscopia Electrónica de Barrido (MEB) y EDAX.

En la Fig. 4 se muestra los resultados de las mediciones por MEB y EDAX para la muestra MLG2. Por MEB se obtuvo la foto panorámica de la muestra MLG2 con una magnificación de 36X. El análisis por EDAX muestra poca presencia de Si (0,62%), lo que nos indicaría que existe poca presencia de cuarzo, y de otros elementos como Cl (0,66%), Fe (0,40%) y Na (1,11%). Así mismo, se observa una concentración mayor de Mg. (2,74 %), S (4,53%), Ca (6,54 %), O (19,36 %) y C (64,04%). La presencia de estos elementos está de conformidad con la presencia de materia orgánica.

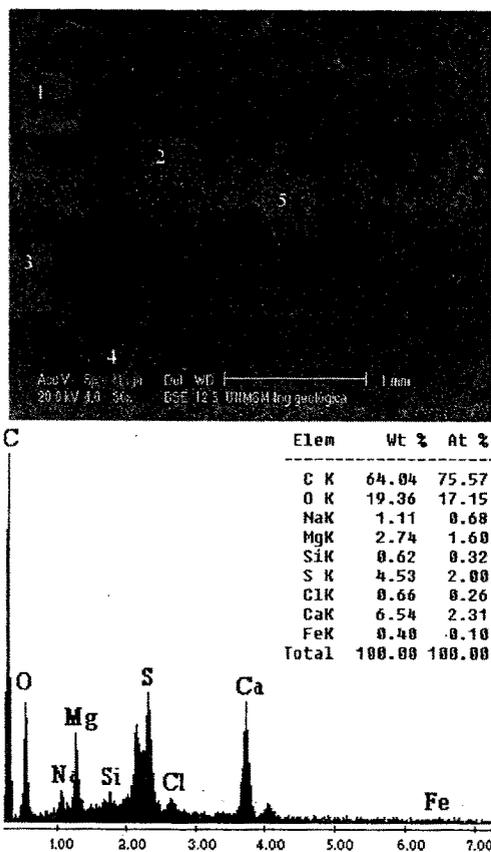


Fig. 4. Imagen por MEB de la muestra a 36X y su espectro de rayos X tomado por EDAX, para las 5 áreas marcadas, con los porcentajes de los elementos encontrados en los peloides MLG.

La Fig. 5 muestra los resultados obtenidos para la muestra MELL. Allí observamos una vista panorámica con una magnificación de 36X y como se observa, las partículas tienen un tamaño aproximado de 0.1mm. El análisis nos muestra que los elementos más abundantes, según el porcentaje de concentración por peso, son: Si (37,24%) y O

(28,65%), lo que justifica la abundante presencia de cuarzo. Se observa otros elementos en menores porcentajes como Mg (3,50 %), Na (5,48 %), Ca (4,07 %), Al (9,94%), Cl (2,74%), K (3,09 %) y Fe (5,30 %). La presencia de Al, Mg, Si y O refuerza las evidencias de la presencia de los minerales de montmorillonita y vermiculita. El elemento Ca está asociado a la presencia de calcita y los elementos como: Mg, Si, Al, O y K nos indica la presencia de la illita. Esto está de conformidad con los minerales encontrados por EMT y de conformidad con la identificación mineralógica realizada por DRX.

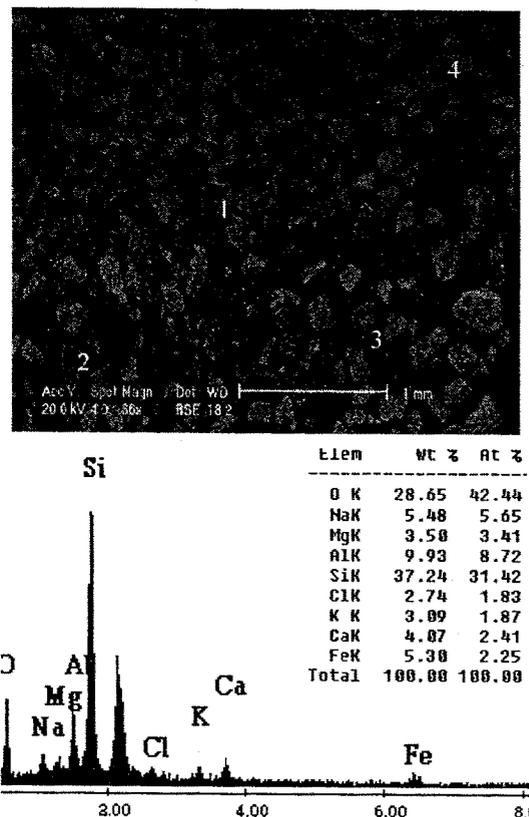


Fig. 5. Imagen por MEB de la muestra a 36X y su espectro de rayos X tomado por EDAX, para las 4 áreas marcadas, con los porcentajes de los elementos encontrados en los peloides MELL.

Medida del grado de alcalinidad

Tabla 4. Medidas del pH de los peloides extraídos de la laguna de "La Milagrosa"

Muestras	pH (In situ)	pH (en el Laboratorio)
La Milagrosa MLG	7.1	8.9
La Milagrosa MLGC	In situ no se pudo determinar porque es bastante seca	9.5

La Tabla 4 registra los resultados obtenidos en las medidas del grado de alcalinidad de las muestras. Estas se midieron *in situ* en el instante de extraer las muestras y *ex situ*, en el laboratorio, después de tres días.

4. Discusión y Conclusiones

- a) Los resultados preliminares de esta investigación muestran que los peloides analizados presentan una variada composición mineralógica.
- b) En la muestra MELL el cuarzo está presente en abundante proporción. Los resultados obtenidos por EMT coinciden con los elementos de los minerales hallados por EDAX: goetita (α -FeOOH); muscovita (K, Na, Si, Al, Mg, Fe, O); bentonita (Na, Ca, Al, Mg, Si, O); illita (K, Al, Si, O) que determinan dichas fases portadoras de hierro.
- c) En el análisis de la muestra MLG por EMT y EDAX se observa la presencia del mineral pirita. Por otro lado, los resultados por EMT y DRX nos muestran la presencia de los minerales: illita y montmorillonita, en cuya composición se encuentra el elemento Al, sin embargo, los resultados en el área analizada por EDAX no permite ver este elemento.

Se viene realizando trabajos para completar su composición elemental y mineralógica, así como estudios microbiológicos y farmacológicos para completar la caracterización de estos peloides.

Referencias

- [1]. 1.- N. R. Furet, A. Díaz, A. C Rodríguez, C. Portilla, B. Luna, N. M. Moya (1996) Los Peloides de la salinas Bidos. Un estudio por

- Espectroscopia Mössbauer de Fe ⁵⁷ y Espectroscopia de Absorción Atómica. Contribuciones a la Hidrología y Medio Ambiente en Cuba. (1996). pp 341-347.
- [2]. N. R. Furet, A. C Rodríguez, M. J. Quintero, C. Portilla. Evaluación química de los Peloides de varias salinas de Cuba. Contribuciones a la Hidrología y Medio Ambiente en Cuba. (1996). pp 349-356.
 - [3]. 3.- I. Herrera, N. R. Furet, A. C Rodríguez, C. Toledo, H. Cañizares. Caracterización químico-Estructural de Fangos Medicinales Contribuciones a la Hidrología y Medio Ambiente en Cuba. (1996). pp 325-339.
 - [4]. Maritza Pérez L. Y Felicia R. Segarte N. Utilización de recursos termales en la búsqueda de salud y belleza. Centro Nacional de Termalismo "Dr. Víctor Santamarina". Rev. Cubana Farm. 2001; 35(3): 207-10
 - [5]. M. Armijo V. y J. San Martín B., La Salud por las Aguas Termales. Barcelona. Ediciones-Distribuciones, S.A. Jorge Juan, 30. Madrid.
 - [6]. Roberto M. Andrade V. Tesis de Licenciatura: "Aplicaciones Farmacéuticas e Industriales de las Arcillas Coloidales" Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM-1992.
 - [7]. Edna Hernández Villa-García. Tesis de Licenciatura: "Estudio de los Peloides de la Laguna de Huacachina " Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM-1966
 - [8]. R. A. Brand. (Sold by: Wissel GmbH) NORMOS Mössbauer Fitting Program. 1995.
 - [9]. J.G. Stevens, A. M. Khasanov, J.W. Miller, H.Pollak, Z.Li. Mossbauer Mineral Handbook. Mossbauer Effect Data Center 1998.