

# Microscopía electrónica de barrido y analítica aplicada a la hidrología médica

José Manuel GARCÍA LÓPEZ, Miguel ALAMINOS MINGORANCE,  
Pascual Vicente CRESPO FERRER, Antonio CAMPOS MUÑOZ

Departamento de Histología - Facultad de Medicina  
Universidad de Granada  
18012 - Granada  
Correo electrónico: JMGarcia@histolii.ugr.es

## RESUMEN

En el presente trabajo se estudian los peloides preparados en balnearios para actuar como agentes terapéuticos. En dichos peloides, tanto el componente mineral como orgánico presentan una morfología variada y por ello se realiza un análisis con microscopía electrónica analítica asociada a la microscopía electrónica de barrido con el objetivo de determinar el contenido elemental iónico y el patrón morfológico que sustenta dicha variedad. Nuestros resultados permiten establecer tres tipos diferentes de peloides caracterizado por sus patrones microscópicos y microanalíticos

**Palabras clave:** Peloide, Barro, microanálisis, microscopía electrónica de barrido

## Electronic scanning microscopy and análisis applied in medical hydrology

## ABSTRACT

The present paper studies peloids prepared in spas as therapeutic agents. Both the mineral and organic components have varied morphology in these peloids. An analysis with analytical electronic microscope associated to electronic scanning was used to determine the elemental ionic contents and the morphological model. Our results show that there are three different types of peloids according to their microscopic and microanalytical model

**Key words:** Peloid, mud, microanálisis, electronic scanning microscopy

## INTRODUCCIÓN

Los peloides como afirman Armijo<sup>1</sup>, son productos derivados de las aguas mineromedicinales elaborados en los Balnearios o centros talasoterapicos con el objetivo de actuar principalmente como agentes termoterápicos. Los peloides

están constituidos por un componente sólido de distinta naturaleza y complejidad, mineral y/u orgánico y por otro líquido con frecuencia agua mineromedicinal, agua marina o agua de lago salado

El componente mineral o inorgánico varía en los distintos tipos de peloides, destacando en los mismos compuestos de silicio, aluminio, calcio, cloruros, sulfatos, carbonatos, fosfatos, etc. Por otra parte, el componente orgánico de dichos peloides también resulta ser sumamente variado en lo que se refiere a su constitución, esto es, los ácidos húmicos, humatomelánicos y fulvoácidos y la microflora autótrofa, termófila, algas, hongos, líquenes y musgos. Y por último, el componente acuoso en el cual están incluidos los anteriores componentes de los peloides, y que en nuestro caso, lo constituye las aguas mineromedicinales que pueden ser de distintos tipos: cloruradas, sulfuradas, sulfatadas, etc. Todos ellos hacen de estas estructuras que presenten una variabilidad muy significativa que le dan soporte a su utilización como agente terapéutico<sup>2</sup>.

Desde la introducción por Casting<sup>3</sup> en 1951, en relación con el análisis químico en cristalografía, las técnicas microanalíticas asociadas a la microscopía electrónica de barrido se han desarrollado notablemente permitiendo su aplicación al campo biológico, posibilitando no solo su descripción morfológica que presenta en el espécimen, sino lo más importante evaluar «in situ» los elementos químicos existentes en el mismo. La Hidrología Médica también ha usado dichas técnicas de microscopía electrónica analítica para el estudio y análisis de dichas aguas mineromedicinales y su efecto terapéutico<sup>4-5-6-7-8-9-10</sup>.

El objetivo del presente trabajo es estudiar morfológica y microanalíticamente peloides españoles y para ello hemos utilizado muestras obtenidas in situ de diferentes establecimientos termales.

## MATERIAL Y MÉTODO

Para el estudio morfológico y microanalítico, las muestras fueron fijadas en nitrógeno líquido a  $-190^{\circ}\text{C}$ . y montadas en portapreparaciones de grafito. La deshidratación y el secado lo realizamos en un «Freezedried» Polaron E-5003 a  $-50^{\circ}\text{C}$ . durante 48 horas, con el objeto de impedir la redistribución iónica de los elementos químicos, finalmente fueron recubiertos con carbón.

Para la observación, tanto morfológica como microanalítica, hemos utilizado un Microscopía electrónico de barrido. Phiplis 505 provisto de un sistema de energía dispersiva de Rayos X-Edax PV9100.

Para el estudio microanalítico utilizamos las siguientes constantes: Spot size: 50 nm; aumentos: 700 X; angulación de superficie:  $35^{\circ}$ ; angulación de análisis  $51.84^{\circ}$ ; superficie de análisis: puntiforme; y tiempo de acumulación de cuentas: 50 s.

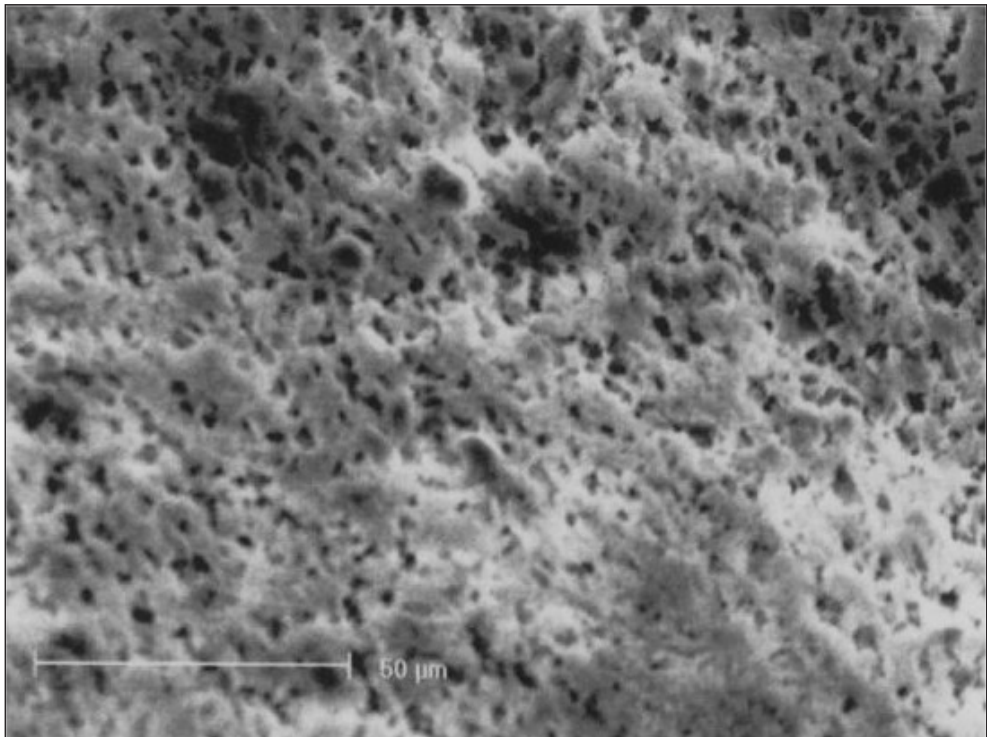
Bajo estas condiciones se obtuvieron una serie de gráficas espectrales de cada una de las mediciones analizadas, que delimitaban cualitativamente los elementos existentes. Una vez obtenido el espectro de energía dispersiva de rayos

X, se identificaban los elementos contenidos más significativos en el peloide objeto de estudio (Na, Mg, Al, Si, P, S, CL, K, Ca, Fe).

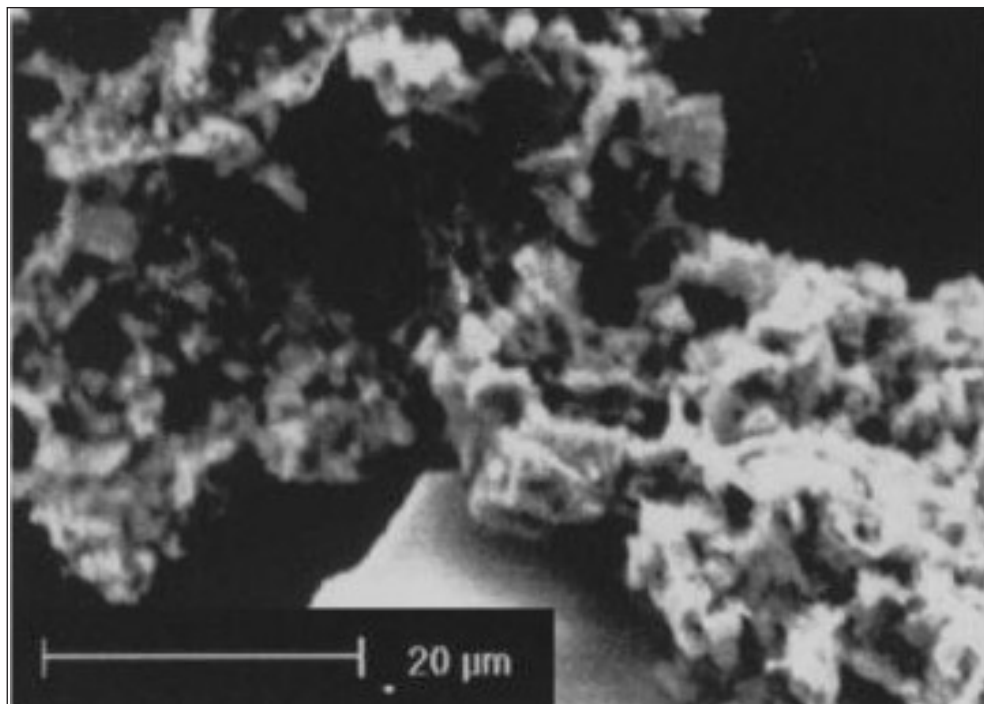
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde el punto de vista morfológico la estructura de los peloides, con microscopía electrónica de barrido es sumamente variada. El peloide 1 esta constituido por una estructura esponjosa de aspecto relativamente compacto con oquedades irregulares (figura 1). En el peloide 2, destaca la presencia de placas irregularmente poligonales densas y compactas de bordes bien delimitados con acumulos de morfología, asimismo irregular, que se depositan sobre la superficie de dichas placas (figura 2). El peloide 3, esta constituido por placas que se entrelazan configurando una estructura en mosaico entre las cuales se disponen elementos filiformes sumamente delgados (figura 3).

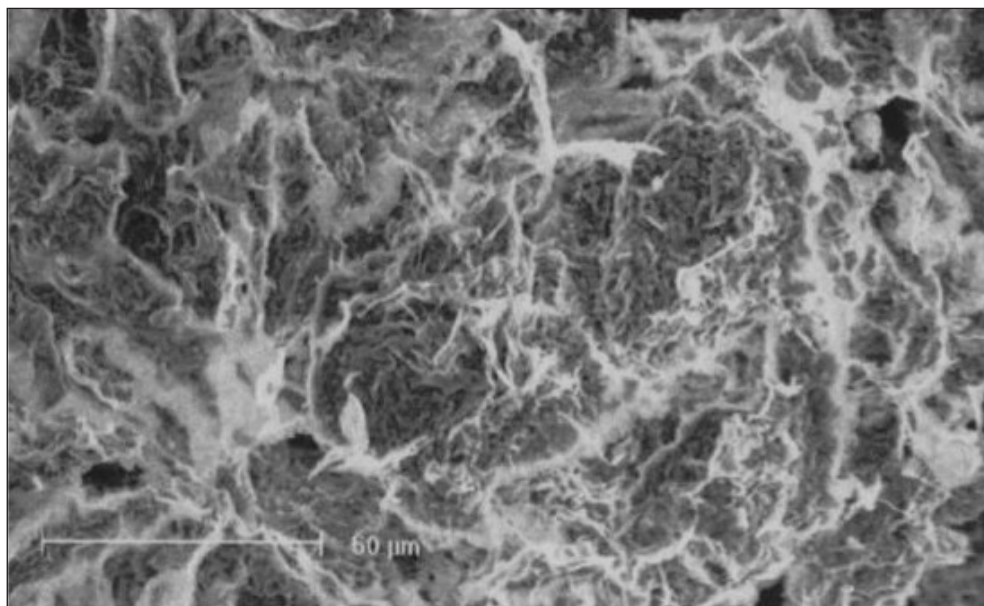
**Figura 1: Microscopía electrónica de barrido de la superficie del peloide 1**



**Figura 2: Microscopía electrónica de barrido de la superficie del peloide 2**



**Figura 3: Microscopía electrónica de barrido de la superficie del peloide 3**



Los peloide, desde el punto de vista micranalítico, están constituidos cualitativamente por la presencia en todos ellas de los siguientes elementos Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca y Fe. Sin embargo en el peloide 1, se evidencia una importante riqueza de los elementos iónicos de CL, Ca, Si, Na, Mg, Al, S, K y Fe (figura 4), en el peloide 2, destaca la presencia de elementos tales como Ca, Si, Al, S, Mg, K, Fe, y Na (figura 5) y en el peloide 3, se observa un perfil microanalítico de Si, Mg, Al, Na, K y Ca. (Figura 6).

Figura 4: Espectro microanalítico del peloide 1

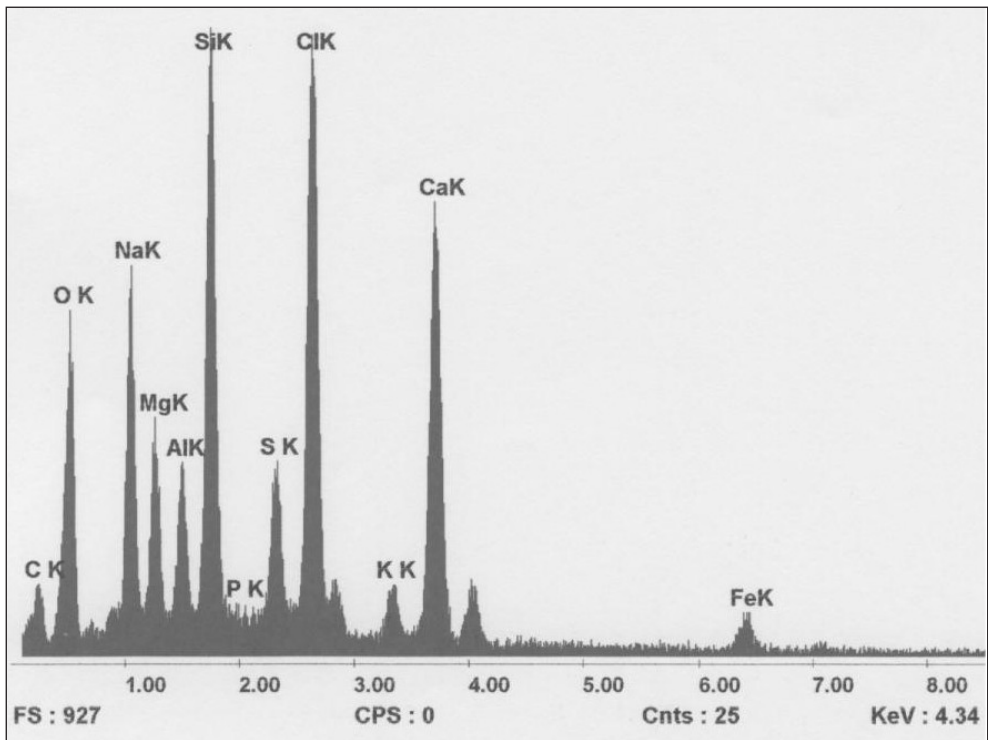
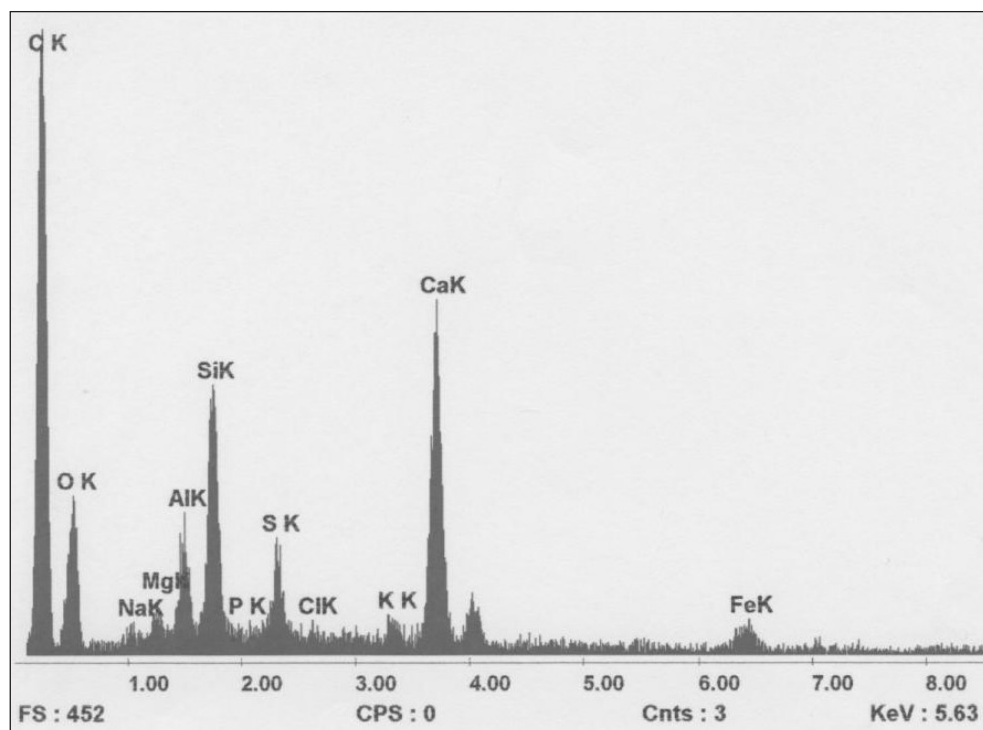


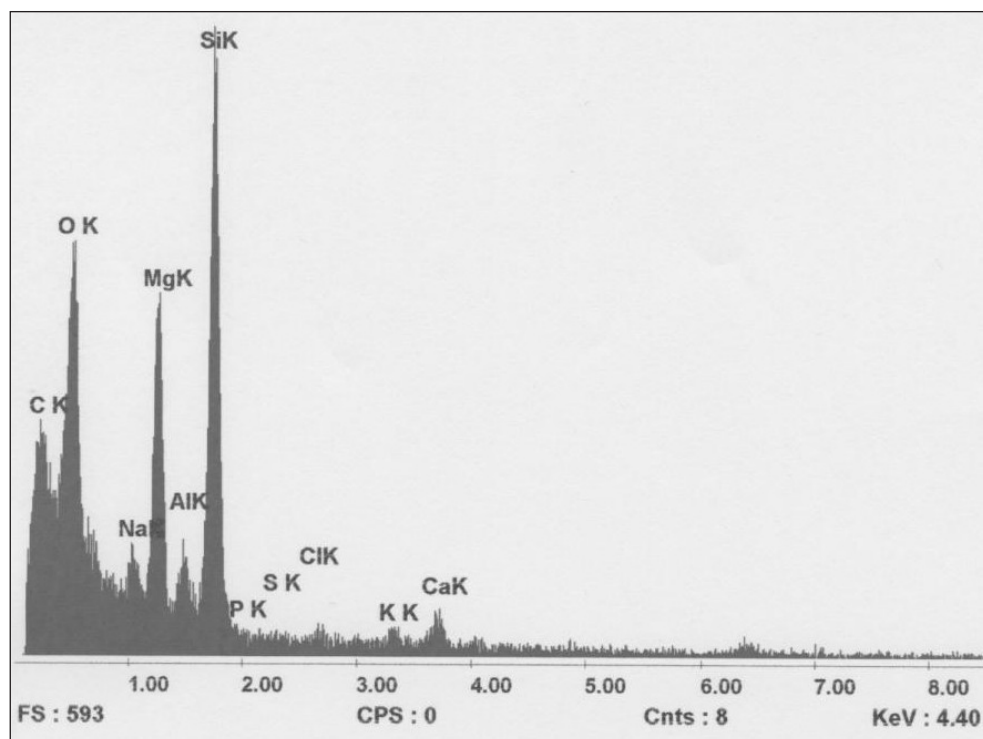
Figura 5: Espectro microanalítico del peloide 2



En relación con los resultados microanalíticos obtenidos del peloide 1, el contenido sólido podría corresponder a compuestos muy ricos en Si, esto es del tipo de los filosicatos y los cuarzos. La existencia además de Mg, Al y Fe de forma significativa nos induce a considerar que predominan sobre todo los filosicatos. La identificación de Ca en este peloide de manera constante nos indicaría que el contenido del componente sólido debería relacionarse también con los del tipo de calcita o de dolomita. Por otra parte la identificación significativa de S, Cl y Na en este tipo de peloide podría indicarnos que el tipo de agua en el cual está incluido, resultaría ser de acuerdo con el perfil microanalítico identificado del tipo de aguas sulfuradas y cloruradas sódicas.

Los resultados del peloide 2, ponen de relieve un predominio muy significativo del Ca en relación con el resto de los peloides analizados; este hecho nos induce a considerar que el componente sólido del mismo es del tipo de calcita ó de dolomita. La presencia del pico de Mg en el espectro microanalítico es menor que en el peloide tipo 1, y este hecho nos inclinaría de forma preferente a considerar que se trata de calcita. La determinación en los mismos de Si, Al, Mg y Fe nos indica que además el contenido sólido es del tipo de filosicatos y de cuarzos. La identificación de S de manera significativa estaría relacionada con la naturaleza del agua que sería básicamente de tipo sulfurada.

Figura 6: Espectro microanalítico del peloide 3



Cuando comparamos el perfil microanalítico del peloide 3 con los otros tipos, el perfil iónico revela la presencia significativa de Si, seguido de Mg, Al y Na. Este patrón iónico nos induce a considerar que el contenido sólido sería del tipo de los filosilicatos de manera predominante. La no existencia de S, nos reflejaría que dicha agua en la cual estaría incluida dicha materia sólida no es de tipo sulfurada.

Por todo ello podemos concluir que la microscopía electrónica de barrido y analítica aplicada a los peloides puede ser una técnica de suma utilidad para el diagnóstico estructural e iónico de los mismos, ya que nos permite su tipificación singular al establecer modelos morfológicos y patrones microanalíticos diferenciativos.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Armijo M. Peloterapia en las enfermedades reumáticas. *Reumatol Pract* 1981; IV (4): 103-110.
- 2 San Martín J. Peloides en general. Características físicas, efectos biológicos e indicaciones terapéuticas. En: Armijo M, San Martín J, editores. *Curas*

- Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Universidad Complutense, 1994: 315-332.
- 3 Costello, MJ. Ultr-rapid freezing of thin biological samples in Basic methods in biological x-ray microanalysis, S.E.M., In AMF. O'Hare. Chicago, 1983. 81-90.
  - 4 Maraver F, Sánchez-Quevedo MC, Crespo PV, Campos A, San Martín J. Microscopía Electrónica Analítica del material orgánico de las aguas sulfuradas. Bol Soc Esp Hidrol. Med. 1987; II(3): 133-135.
  - 5 Maraver F, Sánchez-Quevedo MC, Crespo PV. La microscopie electronique et micro-analytique dans le thermalisme. Proceedings of XXVI<sup>e</sup> Congrès de la S.I.T.H.; 1989 Oct 15-16; Bad Füssing, Alemania.
  - 6 Maraver F, Sánchez-Quevedo MC, Crespo PV, Campos A. Actividad agnóstica sobre la remineralización dentinaria, in vitro, con aguas mineromedicinales sulfuradas y fluoradas. Estudio histológico y microanalítico Bol Soc Esp Hidrol. Med. 1990; V(1): 31-32.
  - 7 Maraver F, Armijo F, Crespo PV. Los Peloides del Balneario de Archena: estudio químico-físico de microscopía electrónica analítica y barrido. Bol Soc Esp Hidrol. Med. 2001;XVI(1): 37.
  - 8 San Martín J, Crespo PV, Maraver F. Sulfur water flora a S.E.M. and micro-analytical study Proceedings of the 7<sup>e</sup> Giornate Mondiali del Termalismo e Conferenza Permanente Dell'O.M.Th.; 1987 May 22-25; Verona, Italia.
  - 9 San Martín J, Crespo PV, Maraver F. Estudio morfológico y microanalítico de la flora autótrofa de las aguas sulfuradas. En Rodríguez-Míguez L, coordinador. El termalismo en Galicia en la década de los ochenta. Pontevedra: Xunta de Galicia, 1988: 201-206.
  - 10 Sánchez-Quevedo MC, Maraver F, Crespo PV, Campos A. Estudio histológico y microanalítico de la remineralización dentaria, in vitro, con aguas mineromedicinales fluoradas. Bol Soc Esp Hidrol. Med. 1990; V(1): 33-34.