

# Caracterización Física y Físico-química de Peloides Españoles. Estudio de su Variabilidad

/ MARIA ISABEL CARRETERO LEÓN (1,\*), MANUEL POZO RODRÍGUEZ (2), EDUARDO POZO MARTÍN (3), ISIDORO GÓMEZ PARRALES (1), FRANCISCO ARMIJO CASTRO (4), FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE (4)

(1) Dpto. Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla. Prof. García González nº 1. 41012, Sevilla (España)

(2) Dpto. Geología y Geoquímica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, Cantoblanco. 28049, Madrid (España)

(3) Instituto Geológico y Minero de España (IGME). 28003, Madrid (España)

(4) Escuela de Hidrología Médica, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid. 28040, Madrid (España)

## INTRODUCCIÓN.

Un peloide es un producto natural formado por una mezcla de materiales inorgánicos y orgánicos con agua del mar, de un lago salado o mineromedicinal de un balneario, y que ha sido sometido a un proceso de maduración, durante un tiempo que puede oscilar entre algunas semanas y varios meses o incluso años. Posee propiedades terapéuticas y cosméticas, aplicándose en una zona del cuerpo (mascarillas, cataplasmas, etc.) o en su totalidad (Carretero et al., 2006, Veniale et al., 2007 y las referencias citadas en ellos).

La mayoría de los balnearios españoles utilizan diferentes tipos de productos para aplicarlos en la piel de los pacientes con finalidad terapéutica o cosmética (vino, chocolate, aceite, parafangos etc.), pero peloides, *sensu stricto*, solo se utilizan en cuatro balnearios españoles (Archena, Arnedillo, Caldas de Boí y El Raposo) y el procedente de la maduración en un lago natural (Lo Pagán). Está demostrada, por su aplicación en pacientes durante muchos años, la efectividad de estos peloides desde el punto de vista terapéutico en afecciones del aparato locomotor. Sin embargo poco se conoce de su composición mineralógica y química y de sus propiedades.

En este trabajo se caracterizan las propiedades físicas y físico-químicas de los peloides españoles con la finalidad de establecer valores de referencia. Estos valores servirían para la elaboración de otros peloides con materiales arcillosos y aguas mineromedicinales de otros balnearios, o con agua del mar para su aplicación en centros de talasoterapia.

## METODOLOGÍA ANALÍTICA.

En el peloide húmedo, tal y como se aplica en los balnearios, se han realizado las siguientes determinaciones: % de agua y sólidos, densidad, % de residuo a 850°C, índice de plasticidad (UNE 7-377-75 y UNE 103-104-93), granulometría (MicromeriticsR SediGraph 5100 ET) y cinética de enfriamiento siguiendo las recomendaciones de Rambaud et al., 1986 y Armijo, 2007. La textura se ha determinado con un texturómetro Brookfield LFRA, obteniéndose los parámetros de dureza, cohesividad, adhesividad y elasticidad. En el peloide seco se ha realizado el análisis mineralógico por DRX, tanto de la muestra total como de la fracción arcilla (<2µm). Asimismo en la muestra molida se determinó la superficie específica (BET) con un equipo Micromeritics ASAP 2010 y se realizó el ensayo de abrasividad utilizando un abrasímetro Einlechner modelo AT100. La CEC se ha medido utilizando NH<sub>4</sub>Cl 1M a pH 8,2 en etanol al 66%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### Mineralogía.

Los peloides ARCH, RAP, ARN y LOP se caracterizan por el elevado contenido en filosilicatos (Fig. 1), pudiendo estar acompañados de una proporción variable de cuarzo, calcita, dolomita, yeso, halita, aragonito y/o feldespato. La fracción arcilla de ARCH está formada por esmectita trioctaédrica con indicios de illita; los demás peloides excepto BOI están constituidos por illita y esmectita dioctaédrica con baja proporción de caolinita y clorita, aunque en proporciones variables según la muestra. El peloide BOI difiere de los anteriores por presentar un elevado contenido en materia orgánica (>30%),

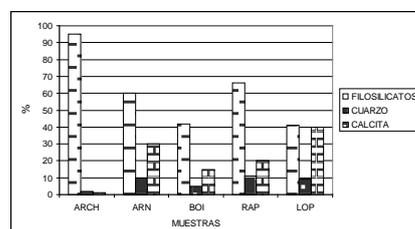


Fig 1. Minerales mayoritarios presentes en los peloides españoles

como resultado de la mezcla de arcillas con turba. El componente inorgánico incluye filosilicatos mayoritarios (esmectita e illita) y como minerales subordinados calcita, cuarzo, yeso y cristobalita.

### Contenido en agua e índice de plasticidad.

El contenido en agua de los peloides es variable (31,4%-76,6%, Tabla 1). De mayor a menor porcentaje de agua el orden es el siguiente: ARCH > BOI > RAP > LOP > ARN. Lógicamente el mayor porcentaje de residuo a 850°C se obtiene en ARN, RAP y LOP, no solo debido a la diferente proporción de agua, sino también a una menor pérdida de componentes volátiles (materia orgánica).

En referencia a la densidad de los peloides se observan los valores más bajos en ARCH y BOI (1.114-1.193 Kg/m<sup>3</sup>) y el mayor en ARN (1.562 Kg/m<sup>3</sup>), valores intermedios pero más próximos al último se han determinado en RAP y LOP (1.427-1.494 Kg/m<sup>3</sup>). La densidad de los peloides oscila entre 1.114Kg/m<sup>3</sup> y 1.562Kg/m<sup>3</sup>.

Los límites líquido y plástico alcanzan los mayores valores en ARCH y BOI, el más bajo en ARN y valores intermedios en RAP y LOP. El valor del índice de plasticidad presenta su valor más alto

	ARCH	ARN	BOI	RAP	LOP	Rango
Contenido en agua (%)	76,64	31,43	56,69	39,59	34,32	31,43-76,64
Residuo seco 850°C (%)	23,31	64,5	22,73	53,23	56,16	22,73-64,5
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	1.114	1.562	1.193	1.427	1.494	1.114-1.562
BET (m <sup>2</sup> /g)	97	19	6	54	14	6-97
Dureza (g)	132	462	263	394	461	132-462
Cohesividad	0,80	0,50	0,66	0,80	0,50	0,50-0,80
Adhesividad (g.s)	2491	4962	3284	7102	6966	2491-7102
Elasticidad (mm)	18,73	17,56	19,68	19,62	19,68	17,56-19,68
Abrasividad (mg)	7,20	72,80	44,80	84,60	91,20	7,20-91,20
Capacidad calorífica (x10 <sup>6</sup> J/m <sup>3</sup> K)	3,80	2,97	3,52	3,16	3,04	2,97-3,80
Conductividad térmica (coef. (W/mK)	0,45	0,53	0,40	0,48	0,49	0,40-0,53
Retentividad calorífica (10 <sup>6</sup> s/m <sup>2</sup> )	8,33	5,59	8,71	6,60	6,21	5,59-8,71
CEC (cmol(+)/Kg)	112	24	55	30	11	11-112
Límite líquido (%)	322	43	144	60	44	43-322
Límite plástico (%)	95	11	90	18	24	11-95
Índice de plasticidad (%)	227	32	54	42	20	20-227

**Tabla 1.** Propiedades físicas y físico-químicas de los peloides españoles

en ARCH (227%) debido a que está compuesto en su mayoría por esmectitas, mientras que el mínimo lo alcanza LOP (20%). Las restantes muestras presentan índices de plasticidad que oscilan entre 32% y 54% (Tabla 1).

#### Tamaño de grano y superficie específica BET.

La mayoría de las muestras presentan valores muy bajos de fracción arena, como cabía esperar en este tipo de muestras (<1% - <5%). Las muestras con un menor contenido en tamaño arena son ARCH y ARN (<1%), en el primero con un componente arcilloso importante (>50%) y en el segundo con predominio de la fracción limo (>60%). Las muestras RAP y LOP presentan contenidos de arena inferiores al 5% con predominio del componente limoso sobre el arcilloso. Sin embargo la muestra BOI presenta una elevada proporción de fracción arena (>15%) debido a los restos biológicos derivados del empleo de una turba mezclada con el componente limo-arcilloso.

Los resultados de superficie específica BET son coherentes con la distribución granulométrica. Así, los valores más altos (>50 m<sup>2</sup>/g) se alcanzan en ARCH y RAP, y el más bajo (6 m<sup>2</sup>/g) en BOI. Valores intermedios se recogen en LOP y ARN (14-19 m<sup>2</sup>/g) (Tabla 1).

#### Textura instrumental y abrasividad.

El peloide con menor dureza instrumental es ARCH (132 g), valores intermedios BOI y RAP (263-394 g) y los valores más altos en LOP y ARN

(461-462 g). Desde el punto de la cohesividad ARCH y RAP presentan los mayores valores (0,80) y por lo tanto la mayor cohesión. Los menores valores se corresponden con ARN y LOP (0,50) y un valor intermedio se alcanza en BOI (0,66). El rango oscila entre 0,50 y 0,80. La adhesividad es mayor en LOP y RAP (cuesta más trabajo retirarlo de la piel) con valores alrededor de 7.000 gs, mientras que ARCH y BOI presentan los valores más bajos (<5.000gs) y ARN queda en una posición intermedia (5.000 gs). Con respecto a la elasticidad se observan valores similares en BOI, RAP y LOP (19,62-19,68 mm), con un valor mínimo en ARN (17,56 mm) e intermedio en ARCH (18,73 mm).

El análisis de la abrasividad de las muestras indica que la muestra LOP es la más abrasiva (91,2 mg), lo que es coherente con el valor más alto de la dureza instrumental. En RAP y ARN se alcanzan valores próximos (>70 mg), mientras que en BOI desciende a 44,8 mg debido al contenido en materia orgánica y en ARCH el elevado contenido en esmectita provoca una abrasividad de solo 7,2 mg.

#### Parámetros térmicos y test de enfriamiento.

Los resultados obtenidos indican que la mayor capacidad calorífica volumétrica la presentan ARCH y BOI (3,80-3,52 10<sup>6</sup>J/m<sup>3</sup>K) seguidas de LOP y RAP (3,04-3,16 10<sup>6</sup>J/m<sup>3</sup>K), observándose el valor más bajo en ARN (2,97 10<sup>6</sup>J/m<sup>3</sup>K). Los valores oscilan entre 2,97 y 3,80 10<sup>6</sup>J/m<sup>3</sup>K. Los mayores coeficientes de conductividad térmica se recogen en RAP, LOP y ARN, y los menores en ARCH y BOI. Como consecuencia de lo anteriormente expuesto se justifica que los mayores valores de retentividad calorífica se alcancen en ARCH y BOI (>8 10<sup>6</sup>s/m<sup>2</sup>), mientras que el resto de las muestras (ARN, RAP, LOP) oscilan entre 5,59-6,60 10<sup>6</sup>s/m<sup>2</sup> (Tabla 1).

Con relación a las curvas de enfriamiento entre 45 y 36°C se observa que el mejor comportamiento térmico como peloide lo presentan las muestras de ARCH y BOI, ya que el enfriamiento del peloide hasta los 37°C supera los 45 minutos. Por su parte ARN y LOP presentan tiempos de enfriamiento más bajos, no superando los 30 minutos. En concordancia los menores flujos caloríficos los presentan las muestras de ARCH y BOI, y los máximos LOP y ARN.

#### Capacidad de Intercambio catiónico.

Como cabía esperar, los valores de CEC están relacionados con el contenido en esmectitas y/o materia orgánica de las muestras. Así, los mayores valores lo presentan ARCH (112 cmol(+)/Kg) y BOI (55 cmol(+)/Kg), siendo inferior los valores correspondientes a los demás peloides (Tabla 1).

#### CONCLUSIONES.

El rango de variabilidad de las propiedades físicas y físico-químicas de los peloides españoles ha sido establecido en este trabajo. Estos datos servirán de referencia para la realización de nuevos peloides con materiales arcillosos y aguas mineromedicinales de otros balnearios o talasos. Sin embargo, es necesaria más investigación en este campo con peloides utilizados en balnearios de otros países para definir de forma precisa dicho rango a nivel europeo.

#### REFERENCIAS.

- Armijo, O. (2007): Estudio de los peloides españoles. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- Carretero, M.I., Gomes, C., Tateo, F. (2006): Clays and human health. In: "Handbook of Clay Science", F. Bergaya, B.K.G. Theng, G. Lagaly, eds. Elsevier, Amsterdam, 717-741.
- Rambaud, A., Rambaud, J., Berger, G., Pauvert, B. (1986): Mesure et étude du comportement thermique des boues thermales. Journal Français d'Hydrologie, 17, 293-302.
- Veniale, F., Bettero, A., Jobstraibizer, P.G., Setti, M. (2007): Thermal muds: Perspectives of Innovations. Applied Clay Science, 36, 141-147.