

LOS PELOIDES DEL BALNEARIO DE CALDES DE BOÍ: ESTUDIO QUÍMICO-FÍSICO, DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA ANALÍTICA Y BARRIDO

Francisco Maraver Eyzaguirre
Iluminada Corvillo Martín
Lourdes López Aguilera
Francisco Armijo Castro

*Cátedra de Hidrología Médica
Facultad de Medicina. UCM*

Introducción

La Estación Termal de Caldes de Boí, situada en el valle de su mismo nombre, en pleno Pirineo catalán, provincia de Lérida. Se encuentra en la comarca natural del alto Ribagorza, en un lugar privilegiado de la naturaleza en la ribera del río Noguera de Tor, a 1.450 metros de altitud.

Para un conocimiento más profundo del Establecimiento recomendamos muy especialmente las obras de sus dos últimos Médicos-Directores del Cuerpo de Baños, los doctores Albano (1) y Valero (27), así como otros trabajos de carácter general (7, 24, 15) o de temas más específicos del Balneario (19, 20, 16).

Por otra parte, desde que una empresa del sector financió a nuestro grupo de trabajo un proyecto de investigación, sobre la "maduración de peloides naturales en aguas sulfuradas", los barros terapéuticos se convirtieron en una de nuestras líneas básicas de investigación. Así, tras visitar centros extranjeros de reconocido prestigio, en la elaboración de estos remedios crenoterápicos como: Ábano, Battaglia, Montegrotto, Balaruc-les-Bains, Dax, Caldas de Vizela, Bad Reichenhall o Franciskovy Lázně; hemos desarrollado y presentado en diversos foros una serie de estudios (8, 12, 4, 13, 14) sobre ésta técnica termal a los que se puede añadir el presente trabajo.

Los Barros de Boí, se vienen utilizando desde 1973 y se aplican con resultados muy satisfactorios (25, 26, 28, 29), con fines terapéuticos y preventivos, primordialmente en afecciones de aparato locomotor.

Objetivo

El objetivo del presente trabajo es el estudio de los peloides del Balneario de Caldes de Boí, desde el punto de vista químico-físico y de microscopía electrónica analítica y de barrido con vistas a su mejor conocimiento, utilizando técnicas poco habituales en el sector termal.

Material y Métodos

El **material** utilizado para este estudio lo constituye el peloide del Balneario de Boí, obtenido "in situ" y conservado, hasta la realización de las determinaciones, en su propia agua de maduración.

Como señala Valero (25), "*En Caldas se emplea resina de policloruro de vinilo y Turba Humer. Las aguas minerales actúan sobre esta mezcla, situada en unos grandes depósitos, que se comunican, y en los que sufre el proceso de maduración, como mínimo de 1 año.*"



Foto 1



Foto 2

Posteriormente se recogen en un agitador de la casa TRAUWEN, cuya caldera tiene una capacidad para 300 litros, necesitando 30 minutos de actuación. Se vacía por el fondo.

Los lodos se colocan en recipientes o piletas de acero inoxidable, a temperatura de 45° C en el fondo y 39° C en superficie. Son trasladados a la zona de aplicación" (foto 1 y 2).

Las aguas de maduración corresponden al manantial "Tartera", sulfuradas, radiactivas e hipotermas, recientemente analizadas por nosotros (5) y que reflejamos en la tabla I. La cantidad de la muestra fue de unos 20 Kg.

Queremos agradecer especialmente a don Agustín Valero Castejón, todas las atenciones, explicaciones y facilidades que aportó a nuestro trabajo, acompañándonos durante toda nuestra visita al centro, incluso a la toma de muestras de los barros, lo que nos facilitó extraordinariamente nuestra labor.

El **método** empleado para la determinación de los parámetros estudiados fue el siguiente:

- Para los caracteres organolépticos, composición centesimal y propiedades físicas (térmicas y capacidad de penetración), las técnicas utilizadas han sido gravimétricas y el texturímetro de Stevens para la textura. La metodología fue puesta a punto por Armijo (2, 3).
- La curva de temperatura se ha realizado por el método de Rambaud (18).
- El estudio mineralógico se hizo con espectrofotómetro de dispersión de rayos X.
- Para el estudio de Microscopia Electrónica de Barrido se utilizó un MEB Philips 505, provisto de un sistema de energía dispersiva de rayos X Edax PV 9100. La metodología fue puesta a punto por nosotros en trabajos anteriores (10,11,21,22).

Tabla I. MANANTIAL "TARTERA"

Temperatura del agua	43,2°C
Conductividad	419,4 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$
pH	7,2
Resíduo seco a 180°C.	278,6 mg/l

CATIONES	mg/L	mEq/L	%mEq	ANIONES	mg/L	mEq/L	%mEq
Calcio (Ca^{++})	4,3	0,21	5,49	Cloruro (Cl^-)	54,8	1,54	38,42
Potasio (K^+)	3,2	0,08	2,12	Bicarb. (HCO_3^-)	36,6	0,60	14,91
Magnesio (Mg^{++})	0,8	0,06	1,68	Nitratos (NO_3^-)	0,0	0,00	0,00
Hierro (Fe^{++})	0,0	0,00	0,00	Fluoruros (F^-)	0,5	0,02	0,65
Litio (Li^+)	0,6	0,08	2,21	Carbonatos ($\text{CO}_3^{=}$)	12,0	0,40	9,94
Sodio (Na^+)	79,6	3,46	88,50	Sulfridos (SH^-)	12,7	0,38	9,54
				Sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$)	51,3	1,06	26,54
TOTAL =		3,89	100,00	TOTAL =		4,00	100,00

GASES DISUELTOS

Anhidrido Carbónico (CO_2)	0,0 mg/L (a P y T Manantial)
Sulfuro de Hidrógeno (SH_2)	0,2 mg/L (a P y T Manantial)

GASES DISUELTOS

Radón	73 Bq/L
-------	---------

Resultados**Propiedades Organolépticas**

- Color: Negro
- Olor : Orgánico
- Textura: Pastosa

Composición Centesimal

- Agua: 59,6 %
- Sólidos: 40,3 %
- Cenizas: 22,7 %

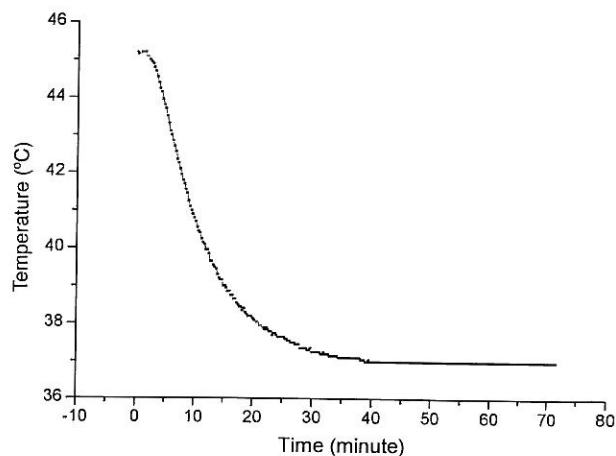
La curva de cesión de temperatura del Pelloide corresponde a la siguiente ecuación exponencial decreciente:

Model: ExpDec1**Equation: $y = A_1 \cdot \exp(-x/t_1) + y_0$** **$R^2 = 0.98828$**

y_0	36.85699	± 0.02269
A_1	9.90397	± 0.07522
t_1	10.53457	± 0.14806

Propiedades Térmicas

- Capacidad Calorífica: 2.949,40 J/ Kg °K
- Capacidad Calorífica Volumétrica: 3,52. 10^6 J/ m^3 °K
- Coeficiente Conductividad Térmica: 0,404 W/ m°K
- Retentividad Calorífica: 8,71. 10^6 s/ m^2
- Capacidad de Penetración: 623 g.
- Curva de Cesión de Temperatura:



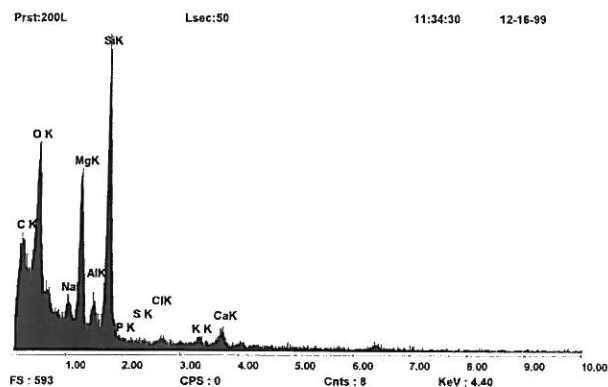
Estudio Mineralógico – Composición Global

- Filosilicatos: 36 %
- Material Orgánico: 33 %
- Cuarzo: 10 %
- Calcita: 21 %

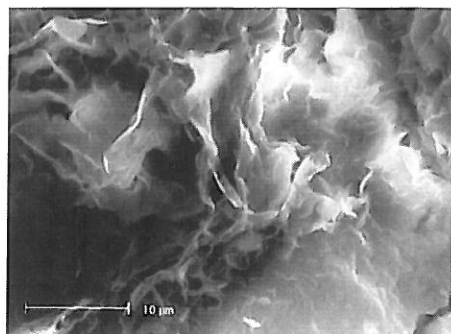
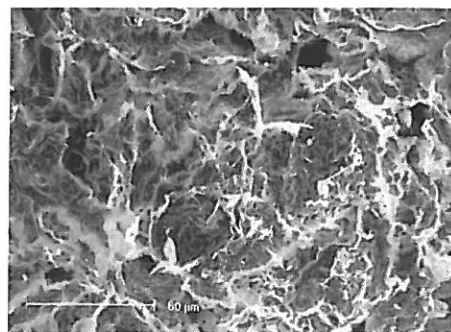
Estudio Mineralógico – Composición de las Arcillas

- Esmeclita: 51 %
- Illita: 41 %
- Caolinita: 5 %
- Clorita: 3 %

Estudio Microanalítico



Estudio Morfológico



Conclusiones

Los Barros Terapéuticos de Boí, desde el punto de vistas de las clasificaciones (23, 6, 17, 9) clásicas es un “Peloides Histórico” y los únicos en España cuyo residuo sólido está integrado por una Turba del Guadalquivir.

Las técnicas empleadas permiten un mejor conocimiento del producto.

Bibliografía

1. Albano Villar, A. (1979) **Caldas de Bohí**. Sabadell: Farrús Folguera Ind. Gráficas.
2. Armijo Castro, F. (1991) Propiedades térmicas de los peloides. **Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd.** Tomo VI, 3, 151-158.
3. Armijo Castro, F. (1992) Propiedades físicas de los peloides. **Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd.** Tomo VII, 3, 147-149.
4. Armijo, F. y Maraver, F. (1995) Características físicas de peloides artificiales madurados en aguas minero-medicinales sulfuradas. **Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd.** Tomo X, 1, 56.
5. Armijo, F.; Hurtado, I. y Maraver, F. (2004) **Balneario Caldes de Boí. Manantial Tartera**. En: Maraver, F. (dir.). **Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas**. Madrid: Instituto de Salud Carlos III. 156.
6. Canellas, J.; Capdepuy, M.; Courtes, C.; N'Guyen, B.A. y Counilh, P. (1986) Les boues thermales en France: Comment et pourquoi remédier à un vide réglementaire?. **X Journées Européennes de Cosmetologie**. Nantes.
7. López Azcona, J.M. (1989) Consideraciones generales sobre el Balneario de Caldas de Bohí. **An. Real Acad. Farm.** Memoria 15, 5-21.
8. Maraver Eyzaguirre, F. (1990) Caractéristique biologique du microbiote des eaux minérales de Montemajor. Etudes préliminaires de la maturité des boues péloïdes. **XXVI Congreso Internacional de la S.I.Th.** Moscu-Sotchi, 19-22 de septiembre.
9. Maraver Eyzaguirre, F. (1992) Critères de classement des ressources hydrothermales. **Seminário Internacional o Termalismo na Comunidade Europeia**. Estoril, 14-16 de mayo.
10. Maraver, F.; Crespo, P.V.; Sánchez-Quevedo, M.C. y Campos, A. (1987) Microscopía electrónica analítica del

material orgánico de las aguas sulfuradas. **Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd.** Tomo II, 3, 133-135.

11. Maraver, F. y Torrella, F. (1988) Caracterización biológica de los micro-organismos del sulfuretum (sulfuraria) de las aguas sulfuradas de Montemayor. **Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd.** Tomo III, 3, 147.

12. Maraver, F. y Armijo, F. (1993) Estudio de los Peloides terapéuticos españoles. **XXIX Congreso Internacional de la S.I.Th.** La Habana, 6-12 de diciembre.

13. Maraver, F.; Armijo, F. y Crespo, P.V. (2001) Los Peloides del Balneario de Archena: estudio químico-físico de microscopía electrónica analítica y barrido. **Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd.** Tomo XVI, 1, 37.

14. Maraver, F.; Corvillo, I.; Palencia, V. y Armijo, F. (2004) State of the art of mud therapy in Spain. **3rd International Symposium on thermal muds in Europe.** 25-27 noviembre (en prensa).

15. Mitjà, A. et al. (1999) **Caldes de Boí (Alta Ribagorça).** En: Mitjà i Sarvisé, A. (dir.). **Balnearis. Els recursos minerals de Catalunya. Les aigües minerals.** Barcelona: Generalitat de Catalunya.

16. Pinuaga, J.I.; Rodríguez, W. y Mena, J.M. (1989) Reseña geológica e Hidrogeológica del conjunto de aguas minerales del Balneario de Caldas de Bohí. **An. Real Acad. Farm.** Memoria 15, 67-81.

17. Rambaud, A. (1989) **Les Boues Thermales.** En: Hérisson, Ch. (dir.). **Crénothérapie et Réadaptation.** Paris: Ed. Masson, 9-19.

18. Rambaud, A.; Rambaud, J.; Berger, G. y Pauvert, B. (1986) Mesure et étude du comportement thermique des boues thermales. **J. Fr. Hydrol.** N° 17, 293-302.

19. Rosa, M.C. de la y Moro, I. (1986) Estudio microbiológico de los manantiales de aguas minero-medicinales de Caldas de Bohí. **An. Real Acad. Farm.** N° 52, 553-562.

20. Rosa, M.C. de la; Mosso, M.A.; Díaz, F. y Vivar, M.C. (1989) Microbiología de los Manantiales de Aguas Minero-Medicinales de Caldas de Bohí. **An. Real Acad. Farm.** Memoria 15, 23-30.

21. San Martín, J.; Crespo, P.V. y Maraver, F. (1988) **Estudio morfológico y microanalítico de la flora autótrofa de las aguas sulfuradas.** En Rodríguez Míguez, L. (dir) **El termalismo en Galicia en la década de los ochenta.** Pontevedra: Gráficas Portela, 201-206.

22. San Martín, J.; Maraver, F. y Crespo, P.V. (1990) Sulfur water flora a S.E.M. and microanalytical study. **7^e giornate mondiali del termalismo e conferenza permanente dell'O.M.Th.** Verona: ICAPSA, 287-289.

23. Serofilli, A. (1980) **La Fangoterapia oggi.** Pisa: Editori Nistri-Lischi.

24. Solá-Morales, I.; Barbat, A.; Birulés, J.M. y Fabré, X. (1986) **Arquitectura balnearia a Catalunya.** Barcelona: Generalitat de Catalunya.

25. Valero Castejón, A. (1989) La Cura Termal en el Establecimiento Balneario de Caldas de Bohí. **An. Real Acad. Farm.** Memoria 15, 49-62.

26. Valero Castejón, A. (1990) Periartritis escapulo humeral y su tratamiento con lodos en la Estación Termal de Caldas de Bohí. **Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd.** V, 1, 12.

27. Valero Castejón, A. (1990) **Estación Termal Caldes de Boí.** Madrid, Gráficas Arias Montano, S.A.

28. Valero Castejón, A. (1993) Experiencia balnearia en el tratamiento de la osteoporosis en Caldas de Bohí (Lérida). **Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd.** VIII, 1, 47.

29. Zubia, A. y Boch, J. (2004) **Balneario Caldes de Boí.** En: Maraver, F. (dir.). **Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas.** Madrid: Instituto de Salud Carlos III. 157.