

Propiedades térmicas de los Peloides

Francisco ARMIJO CASTRO *

RESUMEN

Se han estudiado teóricamente las propiedades físicas de carácter térmico de los peloides, definiéndolas y dándoles sus ecuaciones de dimensiones.

Para el estudio práctico de estas propiedades hemos escogido tres determinaciones físico-químicas de fácil valoración y a partir de ellas se han obtenido fórmulas para el cálculo del calor específico, la capacidad calorífica volumétrica y la conductibilidad térmica de los peloides.

Las ecuaciones se han aplicado a varios tipos de peloides teóricos y reales comprobando los resultados obtenidos.

RÉSUMÉ

On fait une étude théorique des propriétés physico-thermiques des peloides en les définissant leurs dimensions en équations.

A fin de les étudier pratiquement, nous avons choisi trois déterminations physico-chimique de très facile évaluation, en arrivant aux formules par le calcul de la chaleur spécifique, la capacité calorifique volumétrique et la conductibilité thermique des peloides.

Les équations ont été appliquées aux peloides théorique et réels, en vérifiant les résultats obtenus.

SUMMARY

In theory, the physical properties of thermic character have been studied, defining them and giving the correspondent equations of dimensions.

For the practical study of these characteristics, we have chosen three physicochemical determinations, of easy valuation and from them we have obtained formulas for the calculation of: the specific heat, the volumetric calorific capacity and the thermic conductivity of the peloids.

The equations have been applied to different types of theoretic and real peloids, having checked the results obtained.

El empleo de barro con fines terapéuticos se remonta a la más lejana antigüedad. Las propiedades curativas de estos productos no debieron pasar inadvertidas al hombre primitivo que en continua relación con la naturaleza, tomaba de ella cuanto contribuía a mejorar sus condiciones de vida.

Ya en tiempos históricos nos encontramos con papiros egipcios de la duodécima dinastía que nos muestran el empleo como remedio curativo del barro del Nilo calentado al sol.

En épocas más recientes, PLINIO EL VIEJO utilizaba con fines terapéuticos barro marino y de río, calientes. GALENO recomendaba las fricciones con arcilla tibia para el tratamiento de dolores persistentes e inflamaciones. Juan de DONDIS, en 1370, sugería las aplicaciones de barro sobre los miembros que presentaran afecciones subcutáneas. Miguel de SAVONAROLA preconizaba fricciones con barro para mejorar las tumefacciones articulares, y Margarita DE VALOIS describía los baños de barro en su Heptamerón, escrito en el balneario de Cauterets en los albores del siglo XVI (1).

Pero el concepto de peloides es relativamente moderno. Fue aceptado en 1933 por el Comité Internacional de Medidas como un término general para los barro de uso medicinal y la Sociedad Internacional de Hidrología Médica, en 1949, lo definía así: «Se designa peloides a los productos naturales consistentes en la mezcla de un agua mineral, comprendidas el agua de mar y la de los lagos salados, con materias orgánicas o inorgánicas, resultantes de acciones geológicas o biológicas o a la vez geológicas y biológicas, utilizados en terapéutica en forma de aplicaciones locales o baños (2).

A nuestro entender, esta definición es demasiado general y al no presentar valores cuantita-

* Prof. Asociado de Hidrología Médica.

tivos de la composición del peloide, pueden incluirse dentro de este concepto desde las aguas mineromedicinales, que contienen pequeñas cantidades de sustancias en suspensión, hasta la arena del mar, que retiene un cierto grado de humedad, pasando por el agua de mar y las aguas madres.

Creemos que se debería acotar cuantitativamente la composición de los peloides en su definición para que así los describiera de una manera inequívoca.

Por otra parte hay que señalar que el nombre de peloide define otro concepto diferente en ciencia tan afín como es la sedimentología, y así lo podemos encontrar en tratados de geología definiendo a uno de los cuatro grupos en que se dividen los componentes de las calizas, caracterizado por contener calcitas microcristalinas con forma granular, esférica o alargada, normalmente originados como gránulos fecales o coprolitos de animales marinos (3).

Desde un punto de vista fisicoquímico podemos considerar a un peloide como un **sistema**, entendiéndose por tal, la porción específica de materia que contiene cantidades definidas de una o más sustancias dadas, ordenadas en una o más fases (4).

Este sistema resulta heterogéneo por estar compuesto por fases sólidas y líquidas, utilizamos aquí el concepto de **fase** como el de cualquier parte homogénea y físicamente distinta de un sistema, separada de las otras partes del mismo por superficies límites definidas. En general, cada sólido que existe en un sistema forma una fase individual (5).

En el sistema heterogéneo que forma un peloide tendremos fases sólidas de origen orgánico e inorgánico y una fase líquida formada por una solución de solutos orgánicos e inorgánicos cuyo disolvente, y principal componente del sistema es el agua considerada como especie química.

Esta sustancia, por sus peculiares características, que se reflejan en sus propiedades fisicoquímicas, proporciona a los peloides sus cualidades más notables, actuando las sustancias sólidas como coadyuvantes o modificadoras para conseguir unas aplicaciones determinadas.

La **fase sólida orgánica** tiene su origen en los restos animales y vegetales de toda naturaleza transformados por la mesofauna y los microorganismos del suelo, que llevan la descomposición a sus últimas etapas, biodegradando la lignina, las celulosas y las proteínas.

Mediante este mecanismo se liberan en condiciones normales de aireación CO_2 , H_2O , NH_4 y

sales minerales; a este proceso se le denomina **mineralización**. Existe además una pequeña proporción de materias orgánicas que permanecen estables frente a los microorganismos telúricos o edáficos y que se engloban bajo la denominación genérica de sustancias húmicas o humus.

Estas sustancias representan del 60 al 90 por 100 de la materia orgánica y están formadas por polifenoles, quinonas y pigmentos, que al absorberse sobre coloides inorgánicos quedan protegidos de ataques microbianos posteriores. A este proceso se le denomina **humificación** y su acción es proporcionar bioestabilidad a las sustancias húmicas (6).

Aunque es difícil conocer la fórmula química de las sustancias húmicas puede establecerse una composición centesimal tipo con un 40-65 % de carbono, un 30-50 % de oxígeno y un 1-6 % de nitrógeno, hidrógeno, fósforo y azufre.

La mayor parte de la materia orgánica se encuentra asociada en un complejo arcillohúmico, la unión puede realizarse bien por mecanismos físicos de adsorción sobre óxidos hidratados, bien mediante enlaces de tipo químico.

En la **fase sólida inorgánica** hay que destacar como componente normalmente mayoritario a la arcilla. En este caso hay que distinguir entre las arcillas propiamente dichas y los llamados **minerales de la arcilla**. Las primeras son rocas, consolidadas o no, compuestas de uno o más de los minerales de la arcilla, silicatos hidratados de aluminio, hierro o magnesio mezclados en proporciones muy variadas y acompañados a veces de otras partículas de rocas o minerales.

Las estructuras predominantes en los minerales de la arcilla consisten en tetraedros y octaedros. Las estructuras tetraédricas contienen un átomo de silicio central y cuatro oxígenos en cada uno de los vértices del tetraedro, denominándose tetaedros de sílice y se disponen espacialmente formando un retículo exagonal, compartiendo un átomo de oxígeno con cada uno de sus vecinos.

Las estructuras octaédricas contienen un átomo central de aluminio, hierro o magnesio, equidistante de seis oxígenos. Estas unidades forman capas laminares, compartiendo átomos de oxígeno entre octaedros adyacentes. La repetición de dos dimensiones de las unidades tetraédricas y octaédricas y el apilamiento de las láminas según distintas combinaciones, dan lugar a las formaciones escamosas de la mayoría de los minerales (7).

Las principales propiedades fisicoquímicas de las arcillas son su capacidad de retención de agua, su plasticidad y su capacidad de intercambio iónico.

La actividad catalítica y de intercambio iónico de las arcillas han sido la causa de que algunos investigadores modernos piensen incluso que han podido influir, de manera importante, en el origen de la vida, basándose en la hipótesis, comprobada en el laboratorio, de la formación de péptidos, a partir de aminoácidos, en la superficie de partículas arcillosas. Aunque estas propiedades sean de un gran interés y merezcan la dedicación de los investigadores al estudio de la utilización de los peloides en función de su actividad tóxica, son la capacidad de retención de agua con las propiedades térmicas que se derivan, las más importantes desde un punto de vista terapéutico (8).

El análisis químico completo de los peloides constituye un desafío para el analista, pero su utilidad para el cálculo de su comportamiento térmico no resultaría de gran utilidad dada la gran complejidad de estos sistemas.

Esta es la razón de que se simplifique el estudio analítico hasta dejarlo, prácticamente, reducido a tres parámetros, a partir de los que se puede deducir las características térmicas del peloide.

Los parámetros reseñados son:

- El tanto por ciento de **componentes sólidos** (5)
- **el contenido en agua (A)**
- **y las cenizas (C).**

EL TANTO POR CIENTO DE COMPONENTES SÓLIDOS es la cantidad de materia, en tanto por ciento (peso, peso) que queda después de desecar el peloide a 105° C. Equivale al residuo seco de las aguas.

EL CONTENIDO EN AGUA es el tanto por ciento de agua, expresado peso a peso, que contiene el peloide, se calcula por la fórmula:

$$A = 100 - S$$

LAS CENIZAS son el residuo de los componentes sólidos después de su incineración a 850° C. Se expresan en tanto por ciento, peso a peso.

Conocidos estos tres parámetros analíticos podemos calcular las propiedades térmicas de los peloides.

El calor es una de las formas de la energía y de acuerdo con el primer principio de la termodinámica, el calor que se aplica a un sistema se utiliza en aumentar su energía interna y en la realización del trabajo externo. Por tanto la cantidad de calor debe de medirse en las mismas unidades en las que se mide cualquier energía y cualquier clase de trabajo. De aquí que la ecuación de dimensiones de la CANTIDAD DE CALOR sea la misma que la del trabajo (9).

ción de dimensiones de la CANTIDAD DE CALOR sea la misma que la del trabajo (9).

$$[Q] = L^2 M T^{-2}$$

y que su unidad en el sistema SI sea el julio.

No obstante, la unidad de cantidad de calor clásica, la caloría, se conserva de manera temporal, aunque debe ser sustituida.

Aclarado este punto inicial pasaremos a estudiar de manera sencilla aunque lo más completa posible, las magnitudes que caracterizan las propiedades caloríficas de un sistema, en este caso, de los peloides.

La CAPACIDAD CALORIFICA de un sistema se define como la cantidad de calor que es necesario aportarle para elevar un grado su temperatura. Cuando se refiere a un gramo de sustancia única se denomina CALOR ESPECÍFICO, y se expresa por la fórmula:

$$C_{esp} = \frac{1}{m} \frac{dQ}{dt}$$

en la que m es la masa del cuerpo, Q cantidad de calor y T es la temperatura. La ecuación de dimensiones del calor específico es:

$$C_{esp} = L^2 T^{-2} \Theta^{-1}$$

y sus unidades J/ (Kg . K) en el sistema SI.

En el caso del agua pura, el valor del calor específico es 4,19 . 10³ J/ (Kg . K) superior al de cualquier otro líquido o sólido con la excepción de algunos derivados del litio.

Los compuestos sólidos que entran a formar parte de los peloides, tienen un calor específico entre 4 y 6 veces menor que el agua. Así el de la arcilla es de 0,92 . 10³ J/ (Kg . K), el del óxido de aluminio de 0,75 . 10³, el del óxido de hierro de 0,67 . 10³, el del óxido de magnesio de 0,87 . 10³, el del óxido de cinc de 0,50 . 10³, el del carbón de 0,67 . 10³, el de la mica de 0,83 . 10³, y de 1,25 . 10³, el de los hidratos de carbono tomados como ejemplos.

LA CAPACIDAD CALORIFICA POR GRAMO (c) de un peloide es función de su composición que puede ser definida por su contenido en agua (A) y su contenido en cenizas (C). Partiendo de los abacos de Silvestr PRAT y Bohumil BROZEK, hemos obtenido una ecuación que nos permite calcular el valor de la capacidad calorífica por gramo en función de los contenidos en agua y cenizas dados en tanto por ciento (p/p).

$$c = 1260,23 + 29,26A - 6,28C + 0,063CA$$

Una magnitud física utilizada en la peloidoterapia es la CAPACIDAD CALORIFICA VOLUMÉTRICA, que se define como la cantidad de

calor que es necesario aportar o detraer para elevar o disminuir un grado, la unidad de volumen de una sustancia.

La ecuación de dimensiones de la capacidad calorífica volumétrica es (11):

$$C_{vol} = L^{-1} M T^{-2} \Theta^{-1}$$

y sus unidades en el sistema SI $J/(m^3 \cdot K)$.

La capacidad calorífica volumétrica y el calor específico están relacionados mediante la ecuación

$$C_{vol} = C_{esp} \cdot \rho$$

en la que ρ es la densidad, masa de la unidad de volumen, cuya ecuación de dimensiones es:

$$[\rho] = L^{-3} M$$

y su unidad SI el Kg/m^3 .

La densidad de un peloide ρ será en función de la de sus componentes; la del agua ρ_0 y la de los compuestos sólidos que lo forman ρ_1 y vendrá dada por la ecuación (10):

$$\rho = \frac{100}{\frac{S}{\rho_1} + \frac{A}{\rho_0}}$$

La densidad del conjunto de los componentes sólidos puede expresarse como una función del contenido en cenizas C dado en porcentaje p/p. Partiendo de otro de los nomogramas de los autores anteriormente citados (10) hemos calculado la ecuación siguiente que nos permite calcularlo con facilidad.

$$\rho_1 = 1,49 \cdot 10^3 + 5 \cdot C^{1,155}$$

Hasta aquí las propiedades de los peloides inherentes a su composición, a partir de ellos podremos calcular las acciones que producen cuando se encuentran incluidos en un proceso de transporte de calor.

De acuerdo con M. TOMELO (12), y desde una óptica puramente fisicoquímica, podemos definir un proceso como el conjunto de transformaciones que experimente un sistema.

Los peloides, como sistemas físicos que son, están sometidos a procesos de tipo reversible o irreversibles. En la naturaleza existen procesos irreversibles en los que el proceso inverso nunca se produce espontáneamente, y en los que hay un transporte de alguna magnitud física desde una región del sistema a otra, debido a un gradiente de otra magnitud física. Estos procesos se conocen como fenómenos de transporte y pueden expresarse por leyes fenomenológicas.

En nuestro caso el fenómeno de transporte de calor tiene su origen en un gradiente de temperatura, magnitud que se conoce como «fuerza» en la termodinámica de los procesos irreversibles y que en general no tienen el concepto newtoniano (13).

Esta «fuerza» origina un flujo o corriente de calor.

El gradiente de temperatura viene expresado por la ecuación

$$\text{grad } T = \frac{dT}{dl}$$

en la que T es la temperatura y l la distancia a lo largo del flujo. La ecuación de dimensiones será

$$[\text{grad } T] = L^{-1} \Theta$$

A la cantidad de calor que pasa en la unidad de tiempo en la dirección de la caída de temperatura se la denomina FLUJO CALORIFICO y se expresa mediante la ecuación

$$\Phi = \frac{dQ}{dt}$$

siendo su ecuación de dimensiones

$$[\Phi] = L^2 M T^{-3}$$

y su unidad en el sistema SI el W , que coincide con las dimensiones de la potencia.

La ley fenomenológica que describe el fenómeno del transporte de calor es la de FOURIER, que podemos expresar como:

$$\Phi = \frac{dQ}{dT} = -\lambda \cdot S \frac{dT}{dl}$$

en la que S es el área de la sección transversal al flujo y λ el COEFICIENTE DE CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA.

Este COEFICIENTE DE CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA, se define como la cantidad de calor que por unidad de superficie y unidad de tiempo, atraviesa un plano perpendicular al gradiente de temperatura, cuando éste es igual a la unidad. Su ecuación de dimensiones es

$$[\lambda] = L M T^{-3} \Theta^{-1}$$

y sus unidades $W/(m \cdot K)$.

En los peloides la conductibilidad térmica del agua, relativamente elevada, queda modificada por las de los compuestos sólidos que contienen que son mucho mayores. Al igual que hicimos en el caso del calor específico hemos ajustado una ecuación que nos permite calcular el

coeficiente de conductibilidad térmica de un peloide λ , en función de su contenido en agua y cenizas, dados éstos en tanto por ciento (p/p). La ecuación es:

$$\lambda = 2,85 \cdot 10^{-2} + 7,74 \cdot 10^{-3} C + 5,11 \cdot 10^{-3} A - 7,74 \cdot 10^{-5} C \cdot A$$

Cuando en un sistema se establece un flujo calorífico, por existir dos focos con distinta temperatura, una parte del calor se invertirá en elevar la temperatura de los diferentes puntos del sistema estableciéndose un gradiente de temperatura. Este proceso recibe el nombre de conductibilidad de la temperatura.

La rapidez de variación de la temperatura en cada punto del sistema se determina por la ecuación

$$\frac{\delta T}{\delta t} = a \frac{\delta \text{grad } T}{\delta l}$$

en la que a es el llamado COEFICIENTE DE CONDUCTIBILIDAD resulta igual a la elevación de la temperatura por unidad de tiempo cuando la variación del gradiente de temperatura por unidad de longitud es igual a la unidad. La ecuación de dimensiones del coeficiente a es (11):

$$a = L^2 T^{-1}$$

que coincide con las dimensiones del coeficiente de difusión, situación que no debe extrañarnos ya que ambos fenómenos de transporte, de materia y calor, son procesos irreversibles regidos por el mismo tipo de leyes fenomenológicas.

Estos coeficientes indican de alguna manera la velocidad con que la materia o el calor atraviesan una cierta superficie.

Las unidades en el sistema SI del coeficiente a son m^2/s .

LEWIS introdujo en el campo de la peloideo-terapia el concepto de RETENTIVIDAD del calor, R , que viene dado por la expresión

$$R = 1/a = \frac{C_{vol}}{\lambda}$$

y que es una expresión del tiempo que tarda la unidad de volumen de un peloide en disminuir un grado su temperatura, cuando la disminución de calor por segundo es una cantidad de calor numéricamente igual al coeficiente de conductibilidad térmica (14).

$$R = L^{-2} T$$

y sus unidades de medida en el sistema SI son s/m^2 , siendo en cierto modo, una medida de la resistencia al flujo de calor que ofrece un peloide de la misma manera que la resistencia específica de una membrana, que indica la dificultad de paso de una sustancia a su través es matemáticamente el inverso del coeficiente de diálisis, que nos muestra la capacidad de paso de la sustancia (15).

Para comprobar el funcionamiento de las ecuaciones que hemos calculado, las aplicamos a los datos de un peloide que utilizan S. PRAT y BROZEK (10) como ejemplo, y comparamos los resultados obtenidos con los que aparecen en el citado texto. El peloide tiene un 89,4 % de contenido en agua y un 27 % de cenizas.

PARAMETROS	UNIDAD	PRAT	ECUACION
Capac. calorífica por gramo ...	J/(kg . K)	3860	3858
Dens. de compuestos sólidos ...	Kg/m ³	1715	1750
Dens. del peloide	Kg/m ³	1046	1048
Capac. calorífica volumétrica ...	J/(m ³ . K)	4,036 . 10 ⁶	4,040 . 10 ⁶
Coefic. de conductibil. térmica.	W/(m . K)	0,507	0,506
Retentividad calorífica	s/m ²	7,95 . 10 ⁶	7,96 . 10 ⁶

El simple repaso de los resultados pone de manifiesto que los valores obtenidos mediante las ecuaciones son perfectamente válidos y nunca se han desplazado más de un 0,2 % del valor teórico.

Utilizando las ecuaciones citadas hemos preparado la tabla siguiente en la que se muestran los valores calculados de una serie de paráme-

tros de unos peloides teóricos, unos de elevado contenido en agua, un 85 %, otros de bajo contenido un 35 % combinados con las cenizas,

unas de valor elevado, 95 %, que indica que el contenido, un 2 %, que demuestra un origen orgánico.

Contenido en agua	85 %	85 %	35 %	35 %
Contenido en sólidos	15 %	15 %	65 %	65 %
Cenizas	2 %	95 %	2 %	95 %
Capacidad calorífica por gramo.	3745	3659	2276	1897
Densidad del peloide	1052	1097	1277	1625
Capac. calorífica volumétrica ...	$3,94 \cdot 10^6$	$4,01 \cdot 10^6$	$2,90 \cdot 10^6$	$3,08 \cdot 10^6$
Coefic. conductibilidad térmica.	0,465	0,573	0,217	0,685
Coefic. conductib. de temperat.	$1,17 \cdot 10^{-7}$	$1,42 \cdot 10^{-7}$	$0,74 \cdot 10^{-7}$	$2,22 \cdot 10^{-7}$
Retentividad calorífica	$8,47 \cdot 10^6$	$7,00 \cdot 10^6$	$13,3 \cdot 10^6$	$4,50 \cdot 10^6$

A partir de estos datos podemos deducir una serie de características térmicas de los peloides. La CAPACIDAD CALORIFICA POR GRAMO es elevada en los peloides ricos en agua y para un mismo contenido acuoso es mayor en los peloides de bajo contenido en cenizas.

La densidad de los peloides completos de bajo contenido en agua es superior a la de los muy acuosos y siempre mayor en el caso de los de alto contenido en cenizas.

La CAPACIDAD CALORIFICA VOLUMETRICA es más elevada en los peloides ricos en agua y para un mismo contenido acuoso es ligeramente superior la de los peloides con sólidos de naturaleza inorgánica.

La CONDUCTIBILIDAD TERMICA es ligeramente superior en los peloides inorgánicos que en los orgánicos en el caso de peloides de elevado contenido en agua, mientras que en los de bajo contenido en agua la diferencia es más acusada.

El COEFICIENTE DE CONDUCTIBILIDAD DE LA TEMPERATURA es más elevado en los peloides con alto contenido en cenizas, peloides de origen inorgánico.

La RETENTIVIDAD CALORICA de los peloides con elevado contenido en agua es mayor en los de origen orgánico, y todos éstos superiores a los del agua; esto explica que el tratamiento con peloides a 38° C sea tan bien tolerado como el

baño a 35° C, es decir el baño de barro tiene una acción más suave que el de agua a la misma temperatura.

Todos estos parámetros nos servirán para estudiar y clasificar los peloides, pudiéndose deducir su posible manera de aplicación, pero la transmisión de calor desde un peloide al cuerpo humano es en realidad una transmisión de calor entre dos medios y al existir un salto de temperaturas en el límite de separación de ambos, a través de este límite, se establece un flujo térmico y la cantidad de calor transmitida viene dada por la fórmula

$$Q = \alpha \cdot \Delta T S t$$

en la que α es llamado COEFICIENTE DE TRASPASO DEL CALOR, que se puede definir como la cantidad de calor que pasa de un medio a otro a través de una superficie de un centímetro, en un segundo, y cuando el salto de temperatura es de un grado.

La ecuación de dimensiones es

$$[\alpha] = \text{MT}^{-3} \Theta^{-1}$$

y sus unidades W/ (m² . K).

Los valores de este coeficiente tienen que establecerse experimentalmente mediante mediciones de temperatura en los dos medios y hay que tener en cuenta que el organismo humano no es un medio inerte y modifica la circulación cutánea como mecanismo de autorregulación de su temperatura.

Los actuales métodos de análisis térmico y de estudio de la temperatura corporal, tanto en superficie como a distintos niveles de profundidad

constituyen unas poderosas herramientas de trabajo para mejorar las aplicaciones de los peloides, remedio terapéutico de gran eficacia.

BIBLIOGRAFIA

1. LARY, A. (1980) «La Pelotherapie». Press thermale et climatique. 117, n.º 1, pp. 1-11.
2. ARMIJO, M. (1968) «Compendio de Hidrología Médica». Editorial Científico-Médica. Madrid.
3. BELL, P., WRIGHT, D. (1987) «Rocas y minerales». Omega. Barcelona.
4. «Diccionario de términos científicos y técnicos» (1987). Planeta Agostini. Barcelona.
5. GLASSTONE, S. (1961) «Tratado de Química física». Aguilar. Madrid.
6. GALLARDO, J. (1980) «El Humus». Investigación y Ciencia, n.º 46, pp. 8-16.
7. MILLOT, G. (1979) «La arcilla». Investigación y Ciencia, n.º 33, pp. 46-57.
8. HATTORI, I. (1963) «Pelotherapy». Medical Hydrology. S. Licht. Editorial Baltimore.
9. CABRERA, J. (1958) «Introducción a la Física. Mecánica y Termodinámica». Librería General Zaragoza.
10. PRAT, S.; BROZEK, B. (1963) «Biology and Physics of peloids». Medical Hydrology. S. Licht Editor. Baltimore.
11. SENA, L. (1979) «Unidades de las magnitudes físicas y sus dimensiones». Editorial Mir. Moscú.
12. TOMEIO, M. (1969) «Química física de los procesos industriales». Editorial Labor. Barcelona.
13. GROOT, S. (1968) «Termodinámica de los procesos irreversibles». Editorial Alhambra.
14. LEWIS, J. (1935) «Thermal properties of peloids». Arch. med. Hydrol. 13, 56.
15. ARMIJO, F. (1989) «Membranas artificiales: su horizonte sanitario». Universidad Complutense. Madrid.

BALNEARIO TERMAS VICTORIA

CALDES DE MONTBUI (BARCELONA)

(a 28 Kms. de Barcelona y a 200 m. sobre el nivel del mar)

Aguas hipertermales, clorurado-sódicas, litínicas

- REUMATISMOS CRONICOS ARTICULARES, MUSCULARES, NEURALGIAS
- RECUPERACION DE ALTERACIONES TRAUMATICAS
- AFECCIONES CRONICAS DE VIAS RESPIRATORIAS

ABIERTO TODO EL AÑO

PERSONAL SANITARIO ESPECIALIZADO

Hostal en el mismo Balneario ◇ Teléf. (93) 865 01 50