

# COMPORTAMIENTO DEL ESTEARATO DE METILO COMO ACUMULADOR DE ENERGIA EN EL RANGO 30° - 60°.

A. Boucíguez, L. Saravia y O. Ruiz

*Instituto de Energías No- Convencionales (INENCO), CONICET  
y Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 177, 4400 Salta.*

El estearato de metilo es un producto de origen orgánico que presenta propiedades adecuadas para ser utilizado como muro colector - acumulador en el acondicionamiento térmico de viviendas. En efecto, su temperatura de cambio de fase es de unos 29°C, sus calores latente y específico son aproximadamente 160 KJ/Kg y 1700 J/Kg°C, respectivamente; lo que permite obtener una acumulación, tanto por calor sensible como latente, adecuada para tales fines.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos para el comportamiento de la sustancia, y se realiza un análisis de su posible deterioro a través de sucesivos ciclajes térmicos. Por otra parte una simulación numérica permite ajustar algunos parámetros que son difíciles de evaluar experimentalmente.

## INTRODUCCION

En el acondicionamiento pasivo de viviendas por vía solar es necesario contar con un muro colector - acumulador, que ubicado en la fachada norte y usualmente tras una vidriera, permita almacenar el calor que recibe durante el día para calefaccionar la vivienda en las horas en que no se cuenta con radiación y en las que, coincidentemente, disminuye la temperatura ambiente.

Para lograr este objetivo pueden utilizarse muros fijos, sólidos o líquidos, (piedra, adobe, ladrillo, agua, etc.), cuyo espesor dependerá de las necesidades de calefacción requeridas y las características de los materiales utilizados.

Otra posibilidad es construir estos muros de modo que puedan rebatirse, quedando expuestos al sol durante el día y a la habitación durante la noche, lo cual evidentemente no resultaría factible si se tratase de materiales sólidos pesados.

Una alternativa es la utilización de algún material, cuyo peso haga factible esta situación y a la vez sea capaz de almacenar y transmitir la cantidad de calor necesaria para lograr un acondicionamiento adecuado del edificio.

El estearato de metilo es una sustancia de origen orgánico, muy adecuada para tales fines. En efecto, su densidad es de aproximadamente 800 Kg/m<sup>3</sup>, aceptable para construir paneles livianos que puedan ser rebatidos.<sup>1,2</sup> Además, por fundir en el rango de 29 a 32°C y tener un calor latente de 160 KJ/Kg y un calor sensible de 1700 J/Kg °C presenta las cualidades térmicas necesarias para realizar una buena acumulación y posterior trans-

misión de calor tanto en forma sensible como latente.

A continuación se presenta un estudio del comportamiento del material, una simulación numérica del mismo y se analiza su posible deterioro luego de sucesivos ciclajes térmicos.

## DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

En el predio de la Universidad Nacional de Salta se cuenta con un prototipo habitacional de 2.60 x 2.70 x 2.40 m<sup>3</sup> en cuya pared norte se han colocado, detrás de una doble vidriera, cuatro paneles rebatibles que soportan los recipientes con el estearato y ocupan una superficie total de unos 3 m<sup>2</sup>, lo que permitió estudiar el comportamiento del muro y su transferencia de calor a la habitación.<sup>2</sup>

Con el fin de analizar separadamente el comportamiento de la sustancia y su posible deterioro se tomó un recipiente de 0.40 x 0.75 x 0.07 m<sup>3</sup> que contenía unos 74 l de estearato líquido y partiendo de sustancia sólida se lo sometió a calentamiento constante ( $\approx 90 \text{ W/m}^2$ ) hasta que toda la sustancia se encontrara completamente líquida, lo que demandó unos 200 min. Para poder medir la cantidad de calor entregada al estearato, se aisló convenientemente el recipiente que lo contenía evitando así pérdidas por conducción y convección al ambiente. Diversas termocuplas colocadas en el interior de la sustancia y en la aislación permitieron seguir la marcha de la experiencia y determinar el estado en que se encontraba el estearato, así como realizar el cálculo de la velocidad de avance del frente de fusión.

Posteriormente, se quitó la aislación y se cortó el suministro de calor, dejando que la sustancia se enfriara hasta encontrarse nuevamente en el estado sólido, lo cual demandó unas 3 hs. hasta el comienzo de la fusión y unas 18 hs. más hasta que la sustancia se tomara completamente sólida.

Las figuras 1 y 2 muestran respectivamente el proceso de calentamiento desde 15 a 56 °C y el de enfriamiento desde esta última temperatura hasta la de cambio de fase.

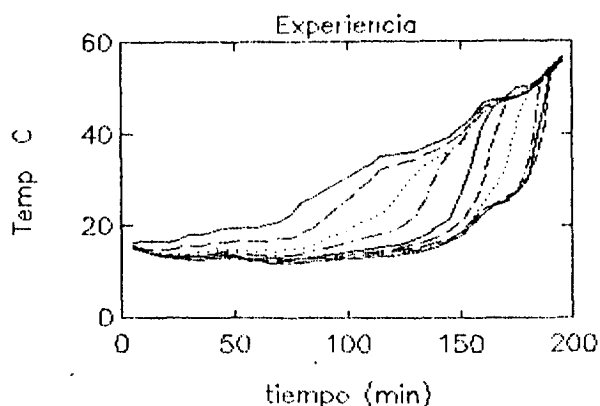


Figura 1: Calentamiento constante del estearato desde 15 °C hasta 56 °C. Curva experimental

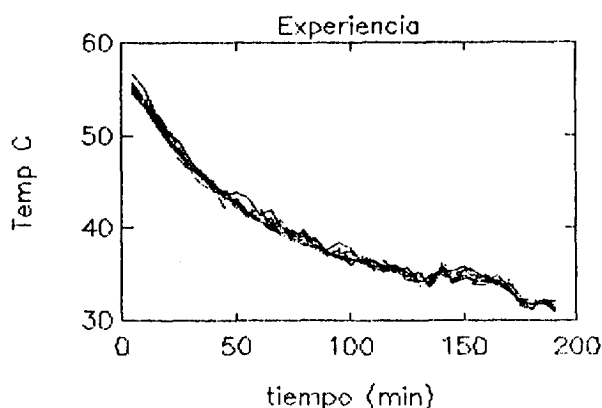


Figura 2: Enfriamiento del estearato desde 56 °C hasta el comienzo de la fusión. Curva experimental.

Por otra parte se analizaron distintas muestras de sustancia que habían sido tomadas en diversas etapas de sucesivos ciclajes térmicos, comparándola con una muestra considerada patrón que fue convenientemente almacenada a fin de mantenerla sin variaciones apreciables en su temperatura y estado.

Los resultados obtenidos permiten aseverar que la temperatura de cambio de fase se mantiene, en todos los casos, en el rango de los 29 a los 32 °C, su transferencia por calor latente se mantiene sin variaciones apreciables, aunque la sustancia tras haber sufrido diversos ciclajes térmicos se hace más fluída en estado líquido, disminuyendo ligeramente su densidad.

Un análisis de infrarrojo realizado en un monocromador PERKIN ELMER 683 (*slit* 3x2, expansión 0.25) de las distintas muestras permite aseverar tal como se observa en la figura 3, que desde el punto de vista estructural no se observan modificaciones en las posiciones de absorción de los diferentes grupos en los espectros realizados, inclusive en la zona correspondiente a la huella dactilar, como también puede observarse en un análisis comparativo de la muestra testigo (M1) y las restantes (M2,3) y que se confirma por los espectros superpuestos realizados, tal como se muestra en la figura 4.<sup>3</sup>

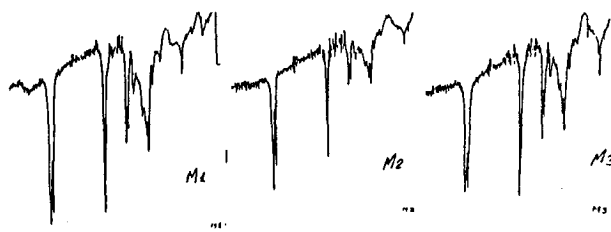


Figura 3: Espectros de infrarrojo de dos muestras distintas que fueron expuestas a sucesivos ciclajes térmicos (M2 y M3) y de la muestra testigo (M1).

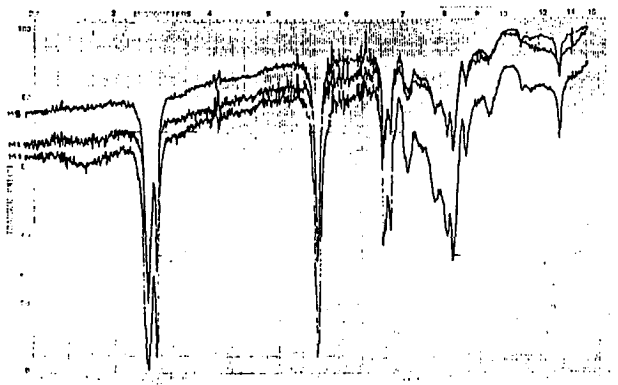


Figura 4: Espectros superpuestos de las muestras presentadas en la figura anterior.

### SIMULACION NUMERICA

Luego del estudio experimental se ha realizado un modelo computacional del mismo que permitió no sólo estimar aquellos parámetros difíciles de evaluar por vía experimental, tales como los coeficientes convectivos que regulan el intercambio de calor en la fase líquida, sino también poseer un modelo que aplicado a otras sustancias similares sirva para prever su comportamiento y permita por ende, decidir sobre su utilización o no.

Las ecuaciones involucradas en el modelo son las de transferencia de calor en estado transitorio con:

- condición inicial  $T(x,0) = T_i(x)$
- condiciones de borde:

calor entregado a una pared  $Q(0,t)=q(t)$

aislación adiabática en la pared opuesta  $\partial T/\partial t|_{(L,t)}=0$  en la interfase  $T(z,t)=T_F$ .

donde  $L$  es el espesor de la muestra,  $T(x,t)$  es la temperatura del estearato,  $T_i(x)$  es la temperatura inicial,  $T_F$  es la temperatura de cambio de fase,  $z$  es el punto donde se localiza en cambio de fase, y varía de 0 a  $L$ .

A efectos de simplificar los cálculos, se consideró que la fusión se producía a los  $29^\circ\text{C}$  y no en el rango en que realmente ocurre y que la temperatura del líquido era la misma para cada instante de tiempo, esto equivale a suponer que cuando se produce la fusión la sustancia uniformiza su temperatura, adquiriendo la del líquido ya exis-

tente.

El intercambio de calor en el estado sólido es conductivo, mientras que en el estado líquido es fundamentalmente convectivo, existiendo un coeficiente convectivo en la pared que recibe calor y otro en la interfase, aumentando la convección cuando la sustancia se encuentra totalmente líquida.

La figura 5 muestra el resultado de la simulación para el proceso de calentamiento de la sustancia con las consideraciones antedichas y por comparación con la figura 1 se observa la bondad del ajuste logrado.

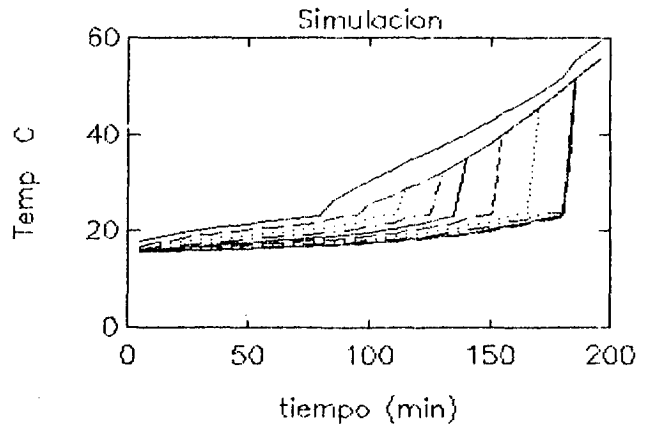


Figura 5: Simulación del comportamiento de la sustancia sometida a calentamiento constante.

### DISCUSION Y CONCLUSIONES

De todo lo dicho es evidente que el empleo de materiales de este tipo resulta una alternativa válida y razonable para el acondicionamiento pasivo de viviendas. En particular, el estearato de metilo, posee propiedades que hacen factible su utilización, con la ventaja adicional frente a otros tradicionalmente usados (agua, adobe, piedra, etc.) de poder transmitir calor tanto en forma sensible como latente, a lo que debe agregarse que por ser de producción nacional su costo es moderado.

Asimismo, dado que se ha comprobado que no se altera en el tiempo ni su temperatura de fusión si su calor latente, la sustancia puede seguir ope-

Asimismo, dado que se ha comprobado que no se altera en el tiempo ni su temperatura de fusión si su calor latente, la sustancia puede seguir operando en el rango de temperaturas previsto, aprovechando esta forma de transferencia de calor, situación que no ocurre con la parafina ni con los ácidos esteáricos.<sup>4</sup> Por otra parte el análisis de infrarrojo permite asegurar, como ya se dijo, que no existe degradación de la sustancia luego de sucesivos ciclajes térmicos.

#### AGRADECIMIENTO

Los autores desean agradecer a la Dra. Juana Rosa de la Fuente (Universidad Nacional de Salta) por su valiosa colaboración en la realización de los espectros de infrarrojo y en la interpretación de los mismos.

#### REFERENCIAS

1. A.Bouciguez, L.Saravia, XIV Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar, Mendoza, 1990.
2. A.Bouciguez, L.Saravia, Actas del V Congreso Ibérico y IV Congreso Iberoamericano de Energías Renovables, Madrid, España, 1990. Págs. 95 - 102.
3. M.Avram y G.H.Matecsca, *Infrared Spectroscopy*, Wiley Interscience, a division of John Wiley & Sons Inc.
4. K.Hayakawa, H.Taoda, M.Tazawa, H.Jamakita, *Advances in Solar Energy Technology. Proceedings of the Biennial Congress of International Solar Energy Society, Hamburg, Germany, 1987. Págs. 1202 - 1206.*