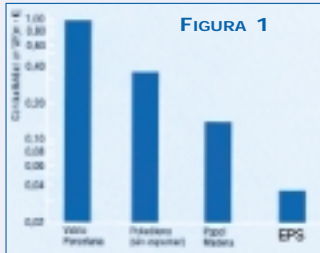




Si es preciso proteger los productos envasados frente a altas temperaturas durante el transporte y el



almacenamiento, o si han de entregarse al consumidor fríos o

| Plástico celular | Temperatura en el centro del material en °C |       |       |       |
|------------------|---|-------|-------|-------|
|                  | +50   | +10   | 0     | -50   |
| EPS 15           | 0,042                                       | 0,037 | 0,036 | 0,036 |
| EPS 20           | 0,040                                       | 0,035 | 0,033 | 0,033 |
| EPS 25           | 0,038                                       | 0,034 | 0,031 | 0,031 |
| EPS 30           | 0,037                                       | 0,033 | 0,031 | 0,031 |
| EPS 35           | 0,037                                       | 0,033 | 0,031 | 0,031 |
| EPS 40           | 0,037                                       | 0,033 | 0,031 | 0,031 |

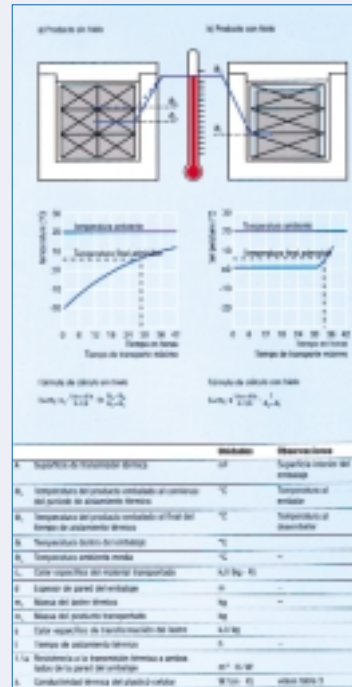
TABLA 2

calientes, habrá que utilizar embalajes termoaislantes. Esta es una aplicación típica del EPS que, gracias a su estructura de pequeñas celdillas cerradas rellenas de aire, ofrece unas excelentes propiedades termoaislantes.

La característica decisiva de los materiales termoaislantes es su conductividad térmica. El valor medio del EPS (ya que depende de la densidad aparente) comparado con el de otros materiales está reflejado en la Figura 1 mientras que los valores de la conductividad térmica del EPS en función de la densidad aparente (15, 20, 25...) quedan reflejados en la Tabla 2.

Sobre la base de los valores de la conductividad térmica y las dimensiones del embalaje, las propiedades del producto a envasar o embalar y las condiciones de temperatura imperantes, en cada caso es posible calcular los tiempos que transcurren hasta alcanzar una determinada temperatura límite. En función de la curva de temperatura del material envasado o embalado distinguimos entre dos precondiciones en principio dife-

FIGURA 3



Este caso se da en los productos embalados sin hielo, pero a temperatura de congelación (Figura 3a)

2) La diferencia de temperaturas entre el producto embalado y el entorno permanece aproximadamente constante durante un determinado espacio de tiempo, por ejemplo cuando se añade hielo al producto embalado (Figura 3b).

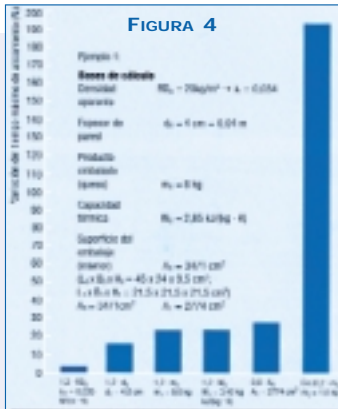
Las fórmulas de cálculo de ambas condiciones están reproducidas en la Figura 3.

Para ilustrar el significado de los diversos factores que inciden en el tiempo máximo de aislamiento térmico se han modificado en un 20 % los principales valores variables del ejemplo descrito a continuación, determinando su efecto en el tiempo máximo de aislamiento térmico (Figura 4).

rentes, cuyo cálculo se rige por relaciones matemáticas diferentes:

1) La diferencia de temperaturas entre el material embalado y el entorno disminuye con el tiempo.





longar el tiempo de aislamiento térmico. Por ello, esta superficie debe ser lo más reducida posible, lo que se logra adaptando el producto a embalar y el embalaje entre sí y dando al embalaje una forma cúbica.

• Si aumenta el peso del producto embalado sin que se modifique la geometría del embalaje entonces aumentará proporcionalmente el tiempo máximo de aislamiento térmico.

• Todo incremento del espesor de pared de un embalaje comporta un aumento de su tiempo máximo de aislamiento térmico. El grado de mejora viene determinado también por el coeficiente de transmisión térmica, por lo que habrá de determinarse en cada caso concreto.

• Todo incremento de la densidad aparente entre 0 y 40 kg/m<sup>3</sup> comporta un aumento del tiempo máximo de aislamiento térmico. El grado de mejora viene influenciado también por el coeficiente de transmisión térmica, por lo que habrá de determinarse en cada caso concreto.

Sobre la base de los resultados obtenidos y de las relaciones matemáticas existentes podemos formular las siguientes recomendaciones para la concepción de los embalajes termoaislantes:

- Añadiendo hielo a los embalajes que contienen productos que deben almacenarse en frío, se incrementa extraordinariamente el tiempo máximo de aislamiento térmico. En esta aplicación conviene estudiar siempre el empleo de baterías eléctricas para la refrigeración.
- La reducción de la superficie interior del embalaje permite pro-

• Si la masa del producto embalado y el volumen de un embalaje cúbico se incrementan por el factor  $x$ , el tiempo máximo de aislamiento térmico aumentará por el factor  $\sqrt[3]{x}$ . Por ello conviene utilizar siempre la unidad de embalaje más grande posible.

## Recomendaciones para el Diseño

Al calcular las características de los embalajes termoaislantes se parte del supuesto de que dentro del material embalado no aparecen diferencias de temperatura. Para ajustarnos al máximo posible a estas condiciones conviene tener en cuenta las siguientes directrices a la hora del diseño:

- Inclusión de uniones estancas al aire entre la parte superior y la parte inferior del embalajes por ejemplo con ranura y resorte.
- Disposición compacta, a ser posible cúbica, de los productos embalados, para obtener una reducida proporción entre superficie y volumen.

• Colocación de material refrigerante (hielo) en el punto más alto del embalaje, si es posible garantizar una posición determinada del producto. Si la posición del producto no es previsible, el material refrigerante se distribuirá como mínimo sobre cuatro paredes.

• Incorporación de nervaduras interiores para minimizar las diferencias en temperatura dentro del embalaje.

