

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**



**AISLANTES TERMICOS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A**

**ALFONSO JANTES MORO**

**1979**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

LAB TESIS 1979  
199 M. C. 174  
FECHA \_\_\_\_\_  
PROC \_\_\_\_\_  
# \_\_\_\_\_



JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE	PROF. JOSE FRANCISCO GUERRA RECASENS
VOCAL	PROF. ANTONIO FRIAS MENDOZA
SECRETARIO	PROF. ENRIQUE BRAVO MEDINA
1er. SUPLENTE	PROF. CLAUDIO AGUILAR MARTINEZ
2do. SUPLENTE	PROF. ALFONSO FRANYUTTI ALTAMIRANO

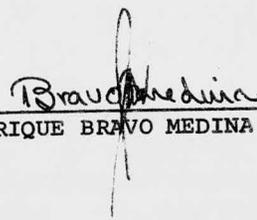
Sitio donde se desarrolló el tema:

FACULTAD DE QUIMICA

Sustentante:

  
ALFONSO CONSTANTES MORO

Asesor del Tema:

  
ENRIQUE BRAVO MEDINA

A MIS PADRES.  
ELENA Y CRESCENCIANO

POR SU COLABORACION DESINTERESADA  
Y SINCERA

GRACIAS

A MARGARITA, ALONSO Y?

POR SU ALIENTO Y CONFIANZA

EL RETO

A MIS HERMANOS, MAESTROS Y AMIGOS

POR ELLOS

LA SUPERACION.

# I N D I C E

## I.- INTRODUCCION

## II.- GENERALIDADES TEORICAS.

Conducción

Conductividad Térmica

Flujo de calor a través de:

- Pared simple
- Pared compuesta
- Pared de una tubería

Convección

Radiación

Pérdidas de calor en una tubería

pérdidas máximas de calor en una tubería aislada

## III.- AISLAMIENTOS TERMICOS

Aislamientos básicos

Características

Clasificación

Instalación

## IV.- REFRACTARIOS

Clasificación

Refractarios básicos

Instalación

Características

## V.- CRITERIOS DE SELECCION

## VI.- ASPECTOS ECONOMICOS

Costos

Espesor

Depreciación

Secuencia de adquisición

VII.- CONCLUSION

VIII.- BIBLIOGRAFIA.

I

I N T R O D U C C I O N

## I N T R O D U C C I O N

Las operaciones, en la mayor parte de las industrias, especialmente en la Industria Química, se efectúan por medio de absorción o generación de energía en forma de calor.

El aislamiento térmico adecuado y debidamente aplicado asegura un mejor control de energía y por consiguiente una serie de beneficios.

Dentro de los fines que se persiguen al aplicar los aislamientos térmicos se encuentra la conservación del calor o alguna otra forma de energía, el control de la temperatura, la protección de estructuras y equipos continuos contra las temperaturas adversas, para evitar condensaciones en equipos que trabajen y bajas temperaturas, etc.

En vista de que la información sobre aislamientos térmicos es escasa y restringida, el objeto principal de este trabajo es dar una breve instrucción fundamental al respecto, haciendo referencia al lenguaje usual y a las condiciones propias de la industria y proporcionar una guía practica sobre el manejo de aislamientos térmicos que es necesaria para su elección adecuada.

Es conveniente hacer notar que gran parte de la información contenida en el presente trabajo, ha sido recopilada de las principales industrias del ramo de aislamientos térmicos en nuestro país.

## G E N E R A L I D A D E S

Es de notarse que cuando dos o más objetos están a temperaturas diferentes y se ponen en contacto térmico, el calor fluye desde el objeto más caliente hacia el más frío, por lo que el flujo neto se produce siempre en el sentido de las temperaturas decrecientes. Los mecanismos, en virtud de los cuales se lleva a cabo esta transferencia de calor, son tres, aún cuando muchas de las aplicaciones en la ingeniería son dos o tres, Estos son: Conducción, -- Convección y Radiación.

CONDUCCION.- Si en una sustancia continua existe un gradiente de temperatura, el calor puede fluir sin que se produzca un desplazamiento observable de la materia.

La dirección del flujo de calor será en ángulos rectos de la pared. Esta clase de flujo calorífico se denomina conducción. La -- conducción tiene lugar a escala molecular, y el mecanismo corresponde a un transporte de cantidad de movimiento de moléculas individuales a lo largo del gradiente de temperatura.

La relación básica del flujo de calor por conducción es la proporcionalidad que existe entre la velocidad de flujo de calor a través de una superficie isotérmica y el gradiente de temperatura -- existente en dicha temperatura.

La expresión matemática para la intensidad de paso de calor es:

$$\frac{dq}{d\theta} = - KA \frac{dt}{dx}$$

A = Area de la Superficie isoter  
mica

d x = distancia en la dirección  
normal

q = velocidad del Flujo de ca  
lor

d t = Incremento de temperatura:

En el caso de que la temperatura de cualquier punto del sistema no varíe con el tiempo, se le denomina conducción en estado estacionario, siendo éste el más frecuente en la práctica.

En estas condiciones tampoco varía con el tiempo el gradiente de temperaturas y, en consecuencia, el flujo de calor por conducción es constante. Para este caso la forma diferencial general del -- flujo de calor podemos expresarlo en la forma integrada mediante la siguiente ecuación:

$$q = - KA \frac{dt}{dx}$$

Conductividad Térmica.

Cuando dos superficies de una pared están a diferente temperatura existe un flujo de calor y una resistencia al flujo de calor. La conductancia es la recíproca a la resistencia al flujo de calor, por lo que :

$$Q = \text{Conductancia} \times \Delta T \quad \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} ; \frac{\text{CAL}}{\text{hr}}$$

Cuando la conductancia se reporta para un cantidad de material de un pie de grueso con una área de flujo de un pie<sup>2</sup>, la unidad de -

tiempo l h, y la diferencia de temperatura, se llama conductividad térmica K, por lo que;

$$\text{CONDUCTANCIA} = K \frac{A}{L}$$

Ya que la conductividad térmica es en sí una constante de proporcionalidad, la cual es una propiedad de la sustancia, se ha encontrado una analogía con la viscosidad Newtoniana  $\mu$ , por lo que es considerada como una de las llamadas propiedades de transporte.

Según la ecuación  $\frac{Q}{A} = K \frac{dT}{dx}$ , se ha establecido que.

K es independiente del gradiente de temperatura, pero se ha comprobado que no tiene por qué serlo de la temperatura en sí. La experiencia confirma la independencia de K en un amplio intervalo de gradientes de temperatura, excepto para sólido muy porosos donde la radiación y la convección son responsables de una parte de flujo total de calor. Por otra parte, K es una función de la temperatura, pero la variación es relativamente pequeña, por lo que para pequeños intervalos puede considerarse constante.

Cuando los intervalos son considerables, la conductividad varía linealmente con la temperatura, de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$K = a + b T$$

a y b Constantes Empericas

Por lo que

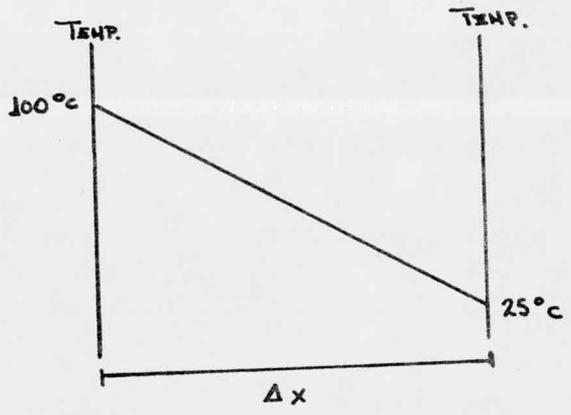
$$K = \frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} R dt$$

$$\bar{K} = \frac{K_1 - K_2}{T_2 - T_1}$$

Las conductividades térmicas varían en un amplio intervalo. Son muy elevadas para los metales y muy bajas para los materiales finamente pulverizados, de los que se ha extraído el aire. Los sólidos que poseen valores bajos de K, se utilizan como aislantes térmicos con el fin de reducir al mínimo la velocidad de flujo de calor. Los metales aislantes porosos actúan ocluyendo el aire estacionando y eliminando en esta forma la convección, con lo cual los valores de K se aproximan a los de aire.

Flujo de calor a través de una pared.

Consideramos un lámina plana tal como la que se muestra en la siguiente figura.



Considérese que k es independiente de la temperatura y que se desprecian las pérdidas de calor por los bordes. Las superficies exteriores de la lámina son isotérmicas y perpendiculares al plano de la figura, puesto que no hay acumulaciones ni vaciamiento de calor en el interior de la lámina, y Q permanece constante-

a lo largo del camino que sigue el flujo de calor. Si X es la -- distancia media desde el lado caliente, la siguiente ecuación:

$$Q = -AK \frac{dT}{dx}$$

La cual se integra

$$q = AK \frac{\Delta T}{\Delta X}$$

Si K varía con la temperatura se utilizara.

$\bar{K}$ , lo que resultara

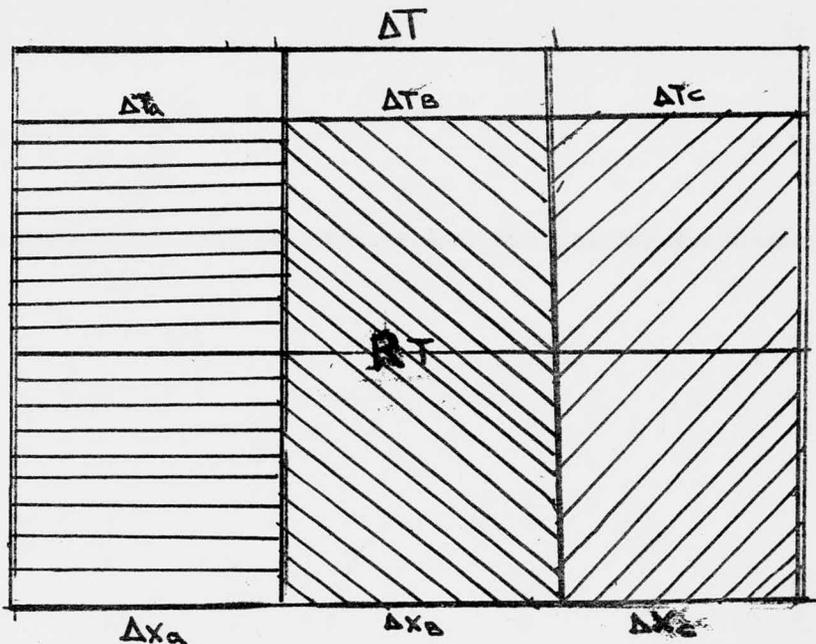
$$q = -A \bar{K} \frac{\Delta T}{\Delta X}$$

$$q = \frac{\Delta T}{R}$$

Siendo R la resistencia térmica del sólido entre los puntos 1 y 2 al inverso de la resistencia se le denomina conductancia, la cual depende de las dimensiones del sólido y de la conductividad térmica que es una propiedad del material.

#### Flujo de calor a través de una pared compuesta.-

Cuando la pared consiste en una serie de capas: (fig. 2)



$\Delta x_a$ ,  $\Delta x_b$  y  $\Delta x_c$  son los espesores de las capas, y  $K_1$ ,  $K_2$  y  $K_3$  las conductividades térmicas medias de los materiales de que están -- formados. Por otra parte,  $A$  representa el área de la pared com-- puesta en dirección normal a la figura, y  $\Delta T_a$ ,  $\Delta T_b$  y  $\Delta T_c$  los gra-- dientes de temperaturas a través de las capas A, B, y C, respecti-- vamente. Por consiguiente, si  $\Delta T$  es la caída total de temperatura ra a través de toda la pared, resulta:

$$\Delta T = \Delta T_a + \Delta T_b + \Delta T_c$$

Por lo que independientemente:

$$q_a = K_a A \frac{\Delta T_a}{\Delta x_a}$$

$$q_b = K_b A \frac{\Delta T_b}{\Delta x_b}$$

$$q_c = K_c A \frac{\Delta T_c}{\Delta x_c}$$

entonces

$$\Delta T_a = q_a \frac{\Delta x_a}{A K_a}$$

$$\Delta T_b = q_b \frac{\Delta x_b}{A K_b}$$

$$\Delta T_c = q_c \frac{\Delta x_c}{A K_c} \quad ?$$

$$\Delta T = q_a \frac{\Delta x_a}{A K_a} + q_b \frac{\Delta x_b}{A K_b} + q_c \frac{\Delta x_c}{A K_c}$$

Sabiendo que  $q$  es constante al atravesar todas las paredes, despejando, resulta que:

$$q = \frac{\Delta T}{\frac{\Delta x_a}{A K_a} + \frac{\Delta x_b}{A K_b} + \frac{\Delta x_c}{A K_c}} = \frac{\Delta T}{R_a + R_b + R_c} = \frac{\Delta T}{R}$$

Siendo  $R_a$ ,  $R_b$  y  $R_c$  las resistencias individuales, y  $R$  la resistencia total.

Por lo tanto, la última ecuación nos indica que en el flujo de calor a través de una serie de capas, la resistencia térmica global es igual a la suma de sus resistencias individuales.

En analogía con circuito eléctrico y uno térmico, las diferencias de temperatura, cuya relación con la caída total de temperatura es igual a la que existe entre las resistencias térmicas individuales y a la resistencia térmica total, podemos expresarlo con

la siguiente ecuación:

$$\frac{\Delta T}{R} = \frac{\Delta T_a}{R_a} = \frac{\Delta T_b}{R_b} = \frac{\Delta T_c}{R_c}$$

Flujo de calor a través de la pared de un tubo.-

A diferencia del flujo en una pared plana, el área de la trayectoria del flujo de calor, en un tubo aumenta con la distancia de la trayectoria desde  $r_1$  a  $r_2$ . El área a cualquier radio  $r$  está dada por  $2\pi rL$ , y si el calor fluye hacia afuera del cilindro el incremento de la longitud  $dr$  es  $\frac{dt}{dr}$ , por lo que:

$$q = 2\pi r k \left( -\frac{dT}{dr} \right) ; \frac{BTU}{hr \cdot pie}$$

Integrando

$$T = -\frac{q}{2\pi k} \ln r + C$$

Donde  $r=r_1$  y  $T = T_1$  y cuando  $r = r_0$   $t = t_0$  donde  $1$  y  $0$  se refieren a las superficies internas y externas, respectivamente, por lo que:

$$q = 2\pi k \frac{T_1 - T_0}{\ln \frac{r_0}{r_1}} = 2\pi k \frac{T_1 - T_0}{\ln \frac{D_0}{D_1}}$$

Cuando se trata de resistencia cilíndrica compuesta, entonces:

$$T_1 = T_2 + \frac{q}{2\pi k_a} \ln \frac{D_2}{D_1}$$

$$T_2 = T_3 + \frac{q}{2\pi k_b} \ln \frac{D_3}{D_2}$$

Sumando

$$T_1 - T_3 = \frac{q}{2\pi k_a} \ln \frac{D_2}{D_1} + \frac{q}{2\pi k_b} \ln \frac{D_3}{D_2}$$

Convección.- Cuando una corriente o partícula macroscópica de un flujo atraviesa una determinada superficie, tal como la envoltura de un volumen de control, lleva consigo una cantidad de entalpia. Este flujo de entalpia se llama flujo convectivo o simplemente convección. Puesto que la convección es un fenómeno macroscópico, sólo puede tener lugar cuando actúan sobre la partícula o corriente, las fuerzas de fabricación. La identificación de la convección con el flujo de calor es sólo una cuestión de conveniencia, ya que en la realidad es difícil separar la convección de la conducción verdadera cuando ambas se engloban conjuntamente bajo el nombre de convección, siendo su ecuación:

$$q = hc A (T_w - T)$$

$hc$  = Coeficiente de convección.

$T$  = Temperatura de la superficie.

$T_w$  = Temperatura de los alrededores.

Radiación. Es la denominación que recibe la transmisión de energía, a través del espacio, mediante ondas electro magnéticas.

Si la radiación se trasmite a través del vacío, no se transforma en calor u otra forma de energía, ni sufre desviaciones en su tra

yectoria. Sin embargo; si encuentra materia en su camino, la radiación puede ser transmitida, reflejada o absorbida. Solamente-- la energía absorbida puede ser transformada en calor, siendo esta transformación cuantitativa, y su ecuación la siguiente:

$$q = \sigma \epsilon AT$$

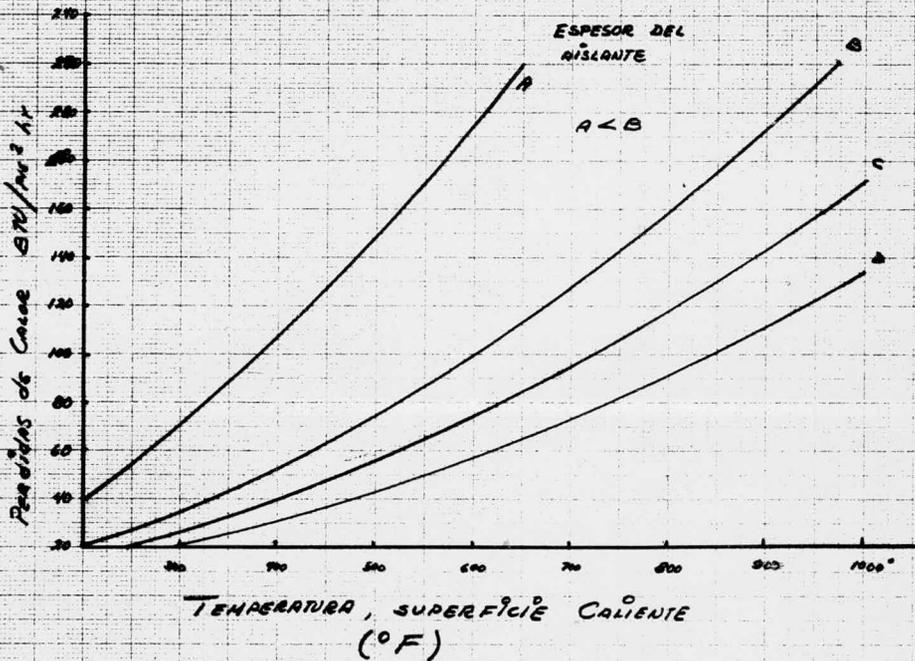
Por ejemplo, el cuarzo fundido transmite toda la energía que inci-- de sobre él; una superficie pulimentada o espejo, refleja la ma-- yor parte de la energía que recibe.

Los gases son transparentes a la radiación térmica y es muy fre-- cuente que el calor se transmita en éstos por radiación y por con-- ducción - convección. Ejemplos de este tipo se presentan en la - pérdida de calor un radiador, en una tubería de vapor no aislada-- y en la transmisión de calor en hornos y aparatos que operan a -- temperaturas elevadas.

#### Perdidas de Calor en una Tubería.-

En los puntos anteriores se supuso que la superficie externa po-- día mantenerse a una temperatura definida, pero en realidad las-- temperaturas asignadas a la pared exterior depende no sólo de las resistencias entre las superficies frías y calientes, sino tam-- bién en la habilidad de la atmósfera que la rodea para mover el-- calor que llega a la superficie externa. considerando un tubo ais-- lado en el que la temperatura interna T<sub>s</sub> está arriba de la tem--

# PERDIDAS DE CALOR



peratura atmosférica  $T_a$  la diferencia total de temperatura que --  
origina el flujo de calor hacia afuera del tubo es  $(T_s - T_a)$ . --  
Las resistencias al flujo son: (1) la del fluido al considerarse --  
y dar su calor a la temperatura interna del tubo, la cual se ha --  
encontrado despreciable; (2) la del tubo, también despreciable; --  
(3) la del aislante y (4) la del aire que lo rodea para eliminar --  
el calor de la superficie externa. Esta última es apreciable, --  
aún cuando la remoción del calor se efectúa por convección natu --  
ral del aire ambiente en adición a la radiación y tiene como ori --  
gen de temperatura la superficie exterior del aire adyacente a la  
tubería, por lo tanto, reduce su densidad. El aire tibio sube y  
continuamente se reemplaza por aire frío.

Las cuatro resistencias en forma de ecuación son: condensación --  
del fluido

$$q = h_s \pi D_o (T_s - T_s')$$

Pared del tubo

$$q = \frac{2\pi k_c}{\ln \frac{D_o}{D_i}} (T_s' - T_s'')$$

aislante.

$$q = \frac{2\pi k_c}{\ln \frac{D_1}{D_2}} (T_s'' - T_a)$$

radiación y convección del aire

$$q = h_a \pi D_1 (T_1 - T_a)$$

eliminando las dos primeras, ya que son despreciables, tendremos:

$$q = \frac{\pi (T_s - T_a)}{\frac{1}{2} \ln \frac{D_1}{D_s} + \frac{1}{h_a} \frac{D_1}{D_1}}$$

Dado que esta ecuación se tiene dos incógnitas, se ha hecho necesario que el cálculo del coeficiente de superficie deba ser obtenido por el método de prueba y error.

#### Pérdidas máximas de calor a través de un tubo aislado.-

Podría parecer, a primera vista, que entre más grueso sea el aislante, menor será la pérdida de calor, Esto es cierto, pero no para aislantes curvos. Considérese un tubo con capas sucesivas de aislamiento cilíndrico; a medida que grueso del aislante se aumenta, la superficie en la que el calor debe ser removido por el aire también aumenta, y la pérdida de calor puede aumentar si el área aumenta más rápidamente que la resistencia, Considerando la siguiente figura se observa que:

La resistencia del aislamiento será  $R_b = \frac{\ln \frac{r}{r_1}}{2\pi k_a}$

y la resistencia del aire será  $R_a = \frac{1}{2} \pi r h_a$

La resistencia es un mínimo y la pérdida de calor es un máximo cuando las derivadas de la suma de las resistencia  $R$ , con respecto al radio  $r$ , se hace igual a cero:

$$\frac{dQ}{dr} = 0 = \frac{1}{2\pi k_b} \ln \frac{r}{r_0} + \frac{1}{2ha} \frac{d}{r}$$

$$0 = \frac{1}{2\pi k_b r} - \frac{1}{2\pi h a r^2}$$

a la máxima pérdida de calor  $r = r_c$ , ( $r_c$  = radio crítico) o

$$r_c = \frac{k_b}{ha}$$

En otra palabra, la máxima pérdida de calor por una tubería tiene lugar cuando el radio crítico es igual a la razón de la conductividad térmica del aislante, al coeficiente de superficie de transferencia de calor. Esta razón tiene las dimensiones en pies. Es de desear tener el radio crítico tan pequeño como sea posible, de manera que la aplicación del aislante proporcione una reducción y no un aumento en la pérdida de calor a la tubería. Esto, obviamente se puede lograr con un material aislante de baja conductividad térmica, de manera que el radio crítico sea menor que el radio de la tubería.

$$r_c < r_i$$

III

AISLAMIENTOS TERMICOS

Los aislantes térmicos pueden ser clasificados en cuatro tipos, -  
dependiendo de su estructura, a saber:

- |                    |  |
|--------------------|--|
| Aislantes térmicos | Fibrosos<br>Granulares<br>Celulares<br>Deflectores |
|--------------------|--|

Aunque en su presentación comercial dicha clasificación tiene só-  
lo un valor limitado, la mayoría de los productos consiste en com-  
binaciones de varios tipos de estos materiales aislantes.

Aislantes térmicos básicos.-

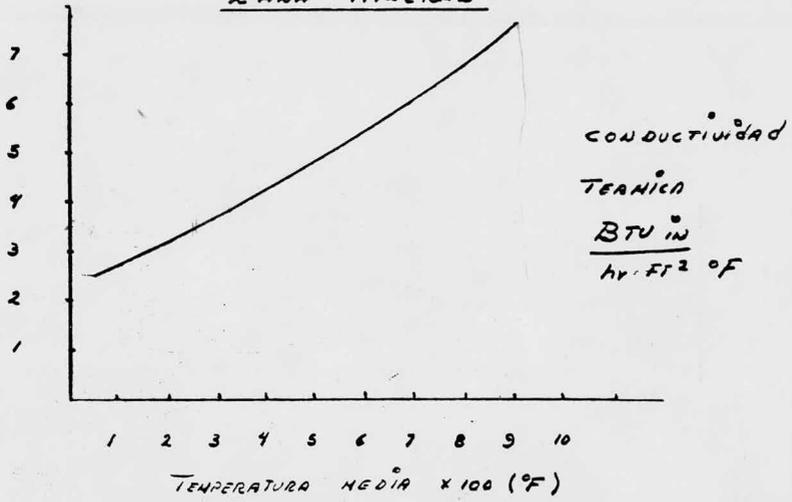
ASBESTO.- El asbesto es un material fibroso cuyas fibras se es-  
timan por su resistencia al calor y por sus propiedades químicas  
resistentes. De este material se fabrican bloques, telas, papel  
y cementos aislantes.

La estructura molecular del asbesto determina la naturaleza de --  
las fibras. El asbesto es un silicato metálico hidratado, que -  
con los grupos metálicos e hidroxílicos funcionando como conexio-  
nes laterales de la cadena molecular, forman largos cristales --  
que son las fibras.

El asbesto se utiliza para fabricar diversos materiales aislan-  
tes, ya sea sólo o en combinación con otras sustancia. Mediante

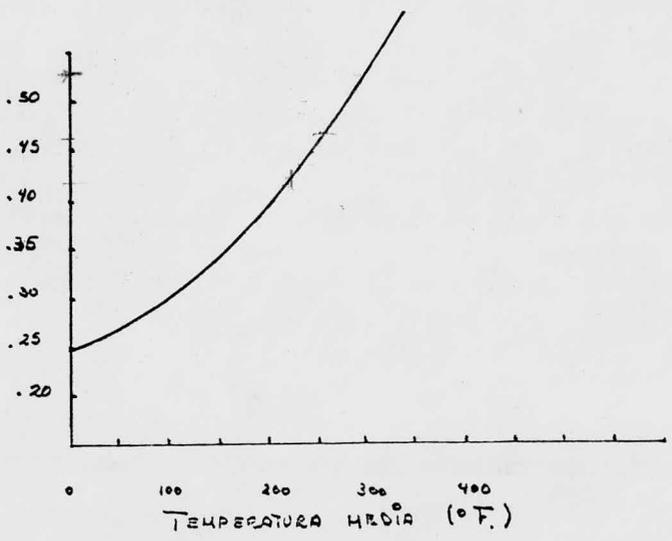
LANA MINERAL

K



FIBRA DE VIDRIO

K



la adición de adhesivos puede ser configurado a una estructura de papel, ya sea en capas planas individuales, con finos espacios de aire en ellas, o bien como papel corrugado de asbesto formado -- también es capas. Los espacios de aire relativamente vacíos sirven para disminuir la conductividad del aislamiento terminado. -- Estos aislamientos de papel de asbesto son efectivos hasta alrededor de unos 300°F (149°C) , por encima de esta temperatura, el material adhesivo se descompone. Combinándolo con pequeñas partículas de algún material celular o esponjoso, el asbesto puede tomar una estructura afieltrada. Este asbesto afieltrado resiste la vibración y soporta el manejo rudo a temperaturas hasta de --- unos 900°F (482°C ).

LANA MINERAL. Material fibroso empleado como aislante térmico o como aislante acústico. La lana mineral consiste, generalmente, en una masa de fibras finas, vitreas y flexibles que son incobustibles y que no conducen el calor. Cuando se usa un adhesivo a prueba de agua, se puede producir un aislamiento efectivo de baja temperatura, el cual es altamente resistente a la humedad. Cuando está en dicha forma, el mencionado aislamiento, por lo general, se le llama corcho mineral o roca mineral.

#### Tierra de Diatomáceas.

Es un mineral compacto, granular y amorfo, compuesto de fusión -- (2930°F) (1610°C), y propiedades exclusivas. Se forma de diato--

máceas fósiles en grandes lechos y no es una tierra.

La producción de este mineral es principalmente en Oregon, California, Washigton, Idaho y Nevada, Cuando está puro es blanco; - con impurezas, puede ser gris, café o verdoso; su peso específico es generalmente de 0.19; su alta resistencia al calor lo hace ser un gran aislante térmico lo cual puede obtenerse en ladrillos, -- bloques o pulverizado. El bloque de diatomita tiene una porosi-- dad de 90% de su volumen.

El SILL-OCEL, de Johns Manville, es una tierra diatomácea en polvo o en bloque aislante para soportar temperaturas de 1600°F. El su perex, de la misma compañía, es un polvo calcinado de diatomita, - aglutinado con fibras de asbesto para resistir 1900°F. El produco dicallite, de Philip Carey Co., es un fino polvo de diatomita-- cuyo peso específico es de 0.13 a 0.14, suelto; de 0.24 a 0.27, - cuando es roca volada, que se utiliza para fabricar aislante de - calor.

#### Barreras para vapores en los aislamientos térmicos.

Siempre que el lado frío de una estructura aislada a una temperatura inferior a la de condensación del vapor en el lado caliente, es necesario, proporcionar alguna protección contra la infiltra-- ción de los vapores. En la mayoría de los casos este problema se presenta en relación con el vapor de agua; pero en las aplicacio-- nes de temperaturas muy bajas puede condensarse bióxido de carbono

TABLA COMPARATIVA PARA AISLAMIENTOS TERMICOS

AISLAMIENTO	VIDA UTIL PROMEDIO (AÑOS)	DUREZA	TEMPERATURA	COSTO (\$POR M <sup>2</sup> /1")
LANA MINERAL	5	-	-	72
FIBRA DE VIDRO	8			78
POLIESTIRENO	10			84
POLIURETANO	12			108
SILICATO DE CALCIO	20	+	+	144

o incluso oxígeno dentro del aislamiento o sobre la superficie --  
fría.

Si existe un diferencia en la presión del vapor a través de la su  
perficie que rodea el aislamiento, pudo producirse la infiltra---  
ción aunque la superficie sea hermética al aire. Muchos materia-  
les que ofrecen una resistencia muy grande al paso del aire, tie-  
nen resistencia relativamente pequeña al paso de los vapores. Pa  
ra la infiltración de los vapores no es necesario que exista una-  
diferencia de presión total a través de la superficie. Si existe  
diferencia en la presión parcial del vapor, la infiltración se --  
producirá a menos que la superficie sea impermeable al vapor a --  
que está expuesta.

Se ha publicado muy poco sobre la protección contra los vapores--  
para los aislamientos en instalaciones de temperaturas muy bajas.  
En esos casos, la barrera opuesta a los vapores tiene que ser im-  
permeable al bióxido de carbono, al oxígeno u otros gases conden  
sables a los cuales puede estar expuesto, según la temperatura --  
mínima. La envolturas metálicas sólidas son eficaces, pero en mu  
chos casos su costo es prohibitivo. Si se usan envolturas metáli  
cas, las soldaduras u otras juntas tienen que ser tan impermea---  
bles como el mismo metal.

Un método para excluir los gases condensables del aislamiento de--  
baja temperatura es liberar dentro del aislamiento una pequeña --

cantidad de un gas seco no condensable a esa temperatura, lo que da como resultado una fuga hacia el exterior que impide la difusión de humedad hacia dentro. La cantidad de gas necesaria para excluir la humedad u otros gases en condiciones dichas, no se ha fijado bien aún. Una descripción de una planta piloto de oxígeno habla de "una pequeña corriente de nitrógeno seco". Este parece ser un método que permite mucho para la exclusión de gases condensables y es indudable que nuevas investigaciones lo perfeccionarán para su aplicación práctica. Para condiciones menos rigurosas, una membrana poco permeable para los vapores que envuelva el aislamiento en el lado caliente impide o reduce al mínimo la infiltración. El aislamiento que rodea tanques o tuberías u otras estructuras que impiden que los vapores pasen a través de ellas y abandonen el lado frío del aislamiento, exige barreras especialmente buenas para los vapores y muy bien aplicadas. Las paredes de las habitaciones refrigeradas pueden protegerse de una manera adecuada, por medio de una barrera algo más permeable si la superficie interior (fría) de la pared es muy permeable. En ese caso, el vapor pasa a través de la superficie interior -- condensa o se congela sobre los serpentines refrigerantes del equipo de refrigeración. Sin embargo; puesto que esta condensación o congelación aumenta la carga de refrigeración, dichas paredes deben impermeabilizarse eficazmente contra los vapores en la medida que sea económicamente factible.

No es posible dar aquí un tratamiento más completo de las barreras para vapores. Sin embargo; debe hacerse resaltar que en cualquier instalación donde exista el peligro de la condensación debe hacerse un estudio minucioso de las necesidades y de los métodos adecuados para satisfacerlas.

CORCHO.- El corcho presenta una estructura celular, la cual es peculiar y cada celdilla está en contacto con 14 celdillas contiguas; a causa de la falta de capilaridad no absorbe humedad. Cuando está seco, el corcho es ligero, poroso, fácilmente comprimible y muy elástico. Es una de las más ligeras de las sustancias sólidas; su peso específico es de 0.15 a 0.20. Debido a su estructura celular con más de 60% del volumen ocupado por el aire ocluido, su conductividad térmica es baja, por lo que su utilidad es muy amplia en aislamiento de bajas temperaturas.

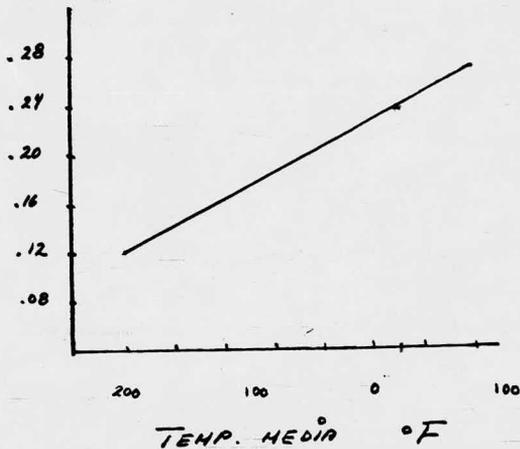
Rango de Aplicación: Temperaturas Inferiores a 50°F (10°C).

### Poliestireno.

Es un plástico celular inflexible formado por una gran cantidad de gas (aire). Tanto el plástico como el gas contribuyen a las propiedades finales de la espuma. La estructura celular proporciona excelente resistencia mecánica; las células cerradas contribuyen a la formación de un sello y el gas contenido en dichas células al excepcional aislamiento térmico que proporcionan.

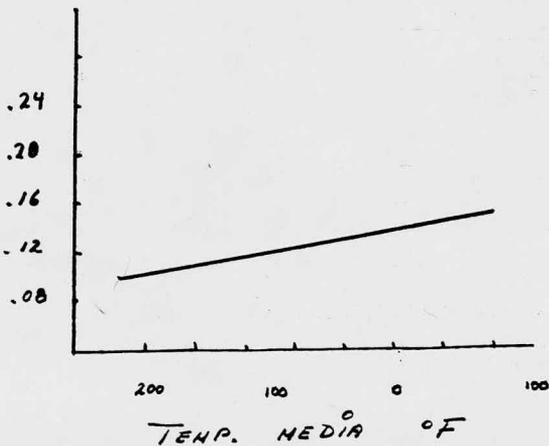
POLIESTIRENO

K  
 $\frac{\text{BTU IN}}{\text{hr FT}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$



POLIURETANO

K



Sus principales aplicaciones industriales son:

- A) Aislamiento de tanques, depósitos y recipientes.
- B) Aislamiento de cámaras de refrigeración,
- C) Aislamiento de tuberías
- D) Aislamiento de azoteas, techos y fachadas
- E) Aislamiento de camiones y vagones
- F) Aislamiento de bodegas de refrigeración.

$$\text{CONDUCTIVIDAD TERMICA} = 0.25 \frac{\text{BTU}}{\text{hr Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}}$$

Rango de aplicación = - 150 °C a 80°C

Poliuretano

La espuma rígida de poliuretano es un excelente material aislante utilizando actualmente es muy diversas aplicaciones por sus características físicas y químicas y por la facilidad y versatilidad de su aplicación.

La espuma de poliuretano es un plástico sintético. Se prepara mezclando dos componentes químicos generalmente llamados componente A. y componente B. Inmediatamente después calor, y el material expande de 30 a 35 veces su volumen inicial por la penetración de gas freón. La espuma así formada puede ser esparcida o vaciada en el lugar, o puede ser moldeada y luego cortada según sean las necesidades.

El tiempo de curado de la espuma varía con la formulación y ésta-

a su vez depende de la técnica de aplicación que se desea emplear. Así por ejemplo, la espuma espreada queda completamente libre al tacto en 6 a 8 a 8 segundos (tack free time), y alcanza su rigidez en un minuto. La espuma moldeada puede requerir de 5 a 10 minutos para alcanzar su rigidez.

Entre las características que han hecho de la espuma de poliuretano el material aislante más eficiente, se pueden mencionar los siguientes:

- 1.- Las más baja conductividad térmica que cualquier otro aislante.  $K = 0.12 \text{ BTU/hr-rt}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$  - pulgada.
- 2.- Facilidad de adaptarse y adherirse tenazmente sobre cualquier forma de superficie y prácticamente sobre cualquier material.
- 3.- Por su estructura de celdas cerradas es prácticamente impermeable.
- 4.- Con una densidad de  $35 \text{ Kgs/M}^3$  la espuma de poliuretano tiene una alta relación de resistencia a peso y posee una excelente estabilidad dimensional.
- 5.- La aplicación por el método de espreado que deja un cuerpo monolítico aislante, sin adhesivos, mano de obra, juntas, etc., es el método más eficaz de aislamiento al eliminarse las fugas térmicas.
- 6.- La incorporación de retardadores de flama le han con-

ferido su aprobación por la ASTM como un material --  
auto- extingible.

Todas estas ventajas han hecho que la espuma de poliuretano rígida espreada o vaciada en el lugar, sea utilizada ampliamente en--  
la siguientes aplicaciones: refrigeradoras, congeladores, en el -  
aislamiento de líquidos a baja temperatura, tuberías, plantas --  
criogénicas.

Rango de Aplicación = - 185 a 125 °C

Conductividad Térmica = 0.12  $\frac{\text{BTU}}{\text{hr Ft} - \text{°F pulg.}}$

#### Aislamiento deflector.

En el espacio de aire delimitado por dos cuerpos sólidos, el calor se trasmite por medio de radiación, convección y conducción.-  
Si la anchura del espacio de aire es apropiadamente seleccionada y la caída de temperatura a través de dicho espacio se mantiene -  
cerca de cierto valor óptimo, la convección será despreciable.  
La transmisión de calor por conducción a través del aire es bastante reducida, debido a la baja conductividad térmica del aire.  
Por consiguiente; la transmisión de calor puede ser reducida a un mínimo construyendo un material aislante con láminas metálicas pa  
rales, separadas por espaciadores colocados a distancias lo suficientemente pequeñas a manera que la transmisión de calor por -  
convección sea despreciable.

El metal debe tener baja emisividad y por lo tanto alta reflexi--  
vidad con objeto de que la transmisión de calor por radiación sea  
también baja. El aislamiento así contruido se denomina aislamien--  
to deflector.

Este tipo de aislamiento se ha popularizado bastante en almacena--  
miento de baja temperatura, y se ha extendido su uso en la indus--  
tria de proceso. La anchura deseable del espacio del aire es la--  
de aproximadamente 3/4 de pulgada (19 mm). La lámina de aluminio  
ha resultado el material más exitoso, ya que mantiene una emisi--  
vidad baja aún en condiciones de oxidación.

Un encamizamiento metálico corrugado, de alta reflexividad utili--  
zado en aislamiento, sirve para el doble propósito de proteger el  
aislamiento y de agregar sus cualidades aislante al proporcionar--  
un espacio de aire y una superficie altamente reflectora.

#### Instalación de Aislamiento.-

Independientemente de la extensa variedad de tipos de aislantes--  
térmicos, la mayoría de ellos se fabrican en una o varias formas--  
a saber:

- Aislamiento Térmico preformado para tuberías y codos.

A) Altas temperaturas

- Asbesto
- Magnesia 85%
- Tierras de diatomacea.
- Lana mineral
- Fibra de vidrio
- Mezclas

B) Bajas temperaturas

- Corcho vegetal
- Poliestireno expandido
- Polieuretano
- Vidrio celular
- Mezclas

Medidas standard

Longitud	1.00 mt.
Díametro	1/2 a 12 pulgadas
Espesor	1 a 2 pulgadas

- Aislamiento térmico en bloque.

A) Altas temperaturas

B) Bajas temperaturas

Medidas standard

Largo	1,00mt.
Ancho	6 pulgadas (15.2 cm.) a
	12 pulgadas (30.4 cm.)

Espesor 1 pulgada (2.5 cm.) a 4  
pulgadas (10.2 cm.) en incrementos de  
1/2 pulgada

-Aislamiento térmico en mantas y colchonetas:

A) Altas temperaturas

B) Bajas temperaturas

Medidas	standard
Longitud	4 pies (121 cm.) a 8 pies (234 cm.)
Ancho	24 pulgadas (61 cm.)
espesor	1 pulgada (2.54 cm.) a 4 pulgadas (10.16 cm.) en incrementos de 1/2 pul- gada

- Aislamiento térmico de superficie.

Cementos monolíticos y pastas impermeabilizantes

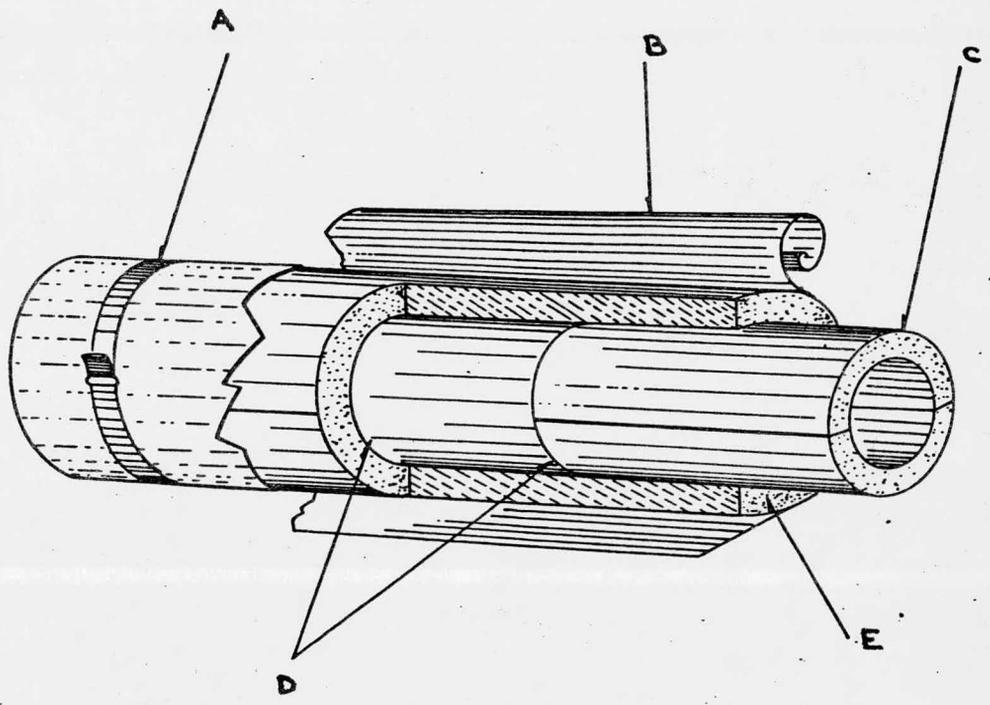
A) Altas temperaturas

B) Bajas temperaturas

Se presentan en envases de 25 a 40 Kg. y su aplicación depende de las necesidades de operación.

Los métodos de instalación de estas formas de aislamiento son -- similares al margen de la clase de aislamiento que es este emplean do.

### AISLAMIENTO DE TUBERIAS



- A.- Flejes de acero.
- B.- Camisa de aluminio corrugado (deflector).
- C.- Aislamiento térmico interior (alta o baja temperatura).
- D.- Cuatrapeado de juntas.
- E.- Aislamiento intermedio o final.

### Aislamiento de tuberías, codos y accesorios.

La superficie ~~por~~ aislar deberá estar limpia y comprobada la ausencia de fugas antes de aislar se recomienda aplicar una capa de pintura anticorrosiva.

La instalación del aislamiento ~~de~~ se lleva a cabo por la ranura --- (media caña) que se hace en la manta en cada tramo separándolas y después uniéndolas ya montadas en el tubo, de modo que las ranuras longitudinales queden hacia la parte inferior. Posteriormente se sujeta con flejes metálicos o amarras separados aproximadamente cada 12 pulgadas. Estos flejes o amarres deberán resistir la corrosión y las altas temperaturas que sean de esperar se en el área

Si el aislamiento es seccional en varias capas, éste deberá colocarse en posición cuatrapeada respecto a las juntas.

Cuando la tubería que se pretende aislar está bajo techo, en un interior donde no es sometida a daños físicos o mecánicos (golpes o paso del personal), podrá dejarse la cubierta de manta como acabado o si se prefiere se podrá aplicar una capa de pintura como acabado sobre la manta.

Si la instalación que se pretende aislar está bajo techo, pero expuesta a daño físico o mecánico, se recomienda protegerla con un recubrimiento rígido como aluminio corrugado o liso, calibre-

26 o 32, el cual, además de protegerla, le confiere sus propiedades de aislamiento térmico deflector. Los traslapes de éste deberán ser de 2" (5 cm.) como mínimo.

Para instalaciones a la interperie, se recomienda proteger el aislante además con un impermeabilizante antes de colocar el recubrimiento rígido.

Las válvulas y conexiones se aíslan con segmentos de bloque u otro material utilizado en los tramos rectos de tubo. Estos segmentos se fijan en un lugar por medio de alambre y se terminan con un recubrimiento de plástico aislante. Las conexiones menores a 3 pulgadas, por lo general se aíslan con plástico seguido por un recubrimiento de asbesto y cemento de acabado duro.

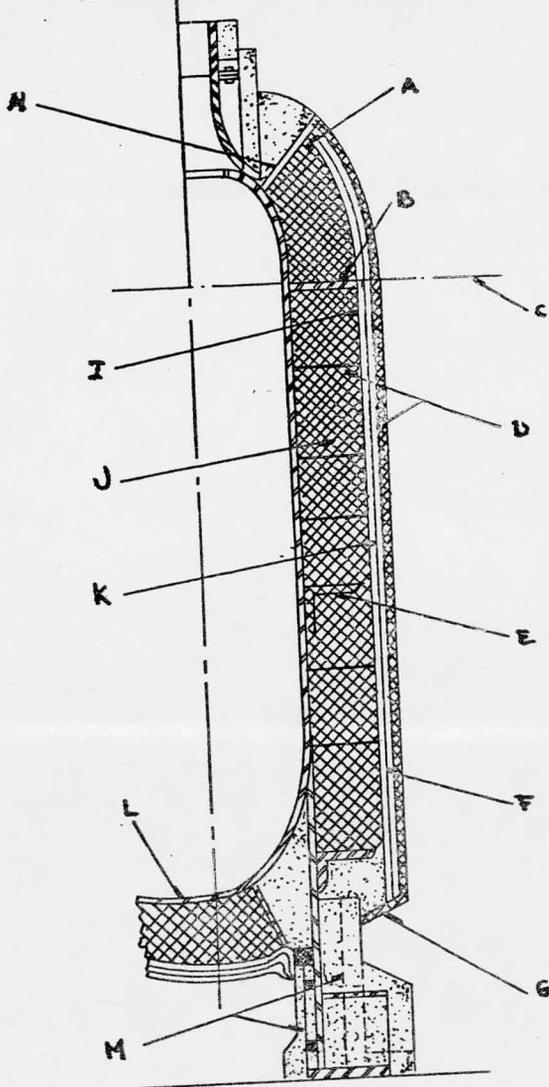
Por lo que se refiere a bridas, se ha encontrado que es más económico omitir el aislamiento de ellas en todas las líneas, menos en las de vapor. En plantas de proceso, con tanta frecuencia es necesario extraer secciones de líneas para inspección o reparación, que resulta menos costoso omitir sencillamente el aislamiento alrededor de las bridas, con lo que se evita la destrucción de toda la sección de aislamiento cuando se extrae el tubo.

#### Aislamiento de bloque.

El aislamiento que se surte en forma de bloque se usa extensamente en recipientes, cambiadores de calor, ductos, tanques y sopor

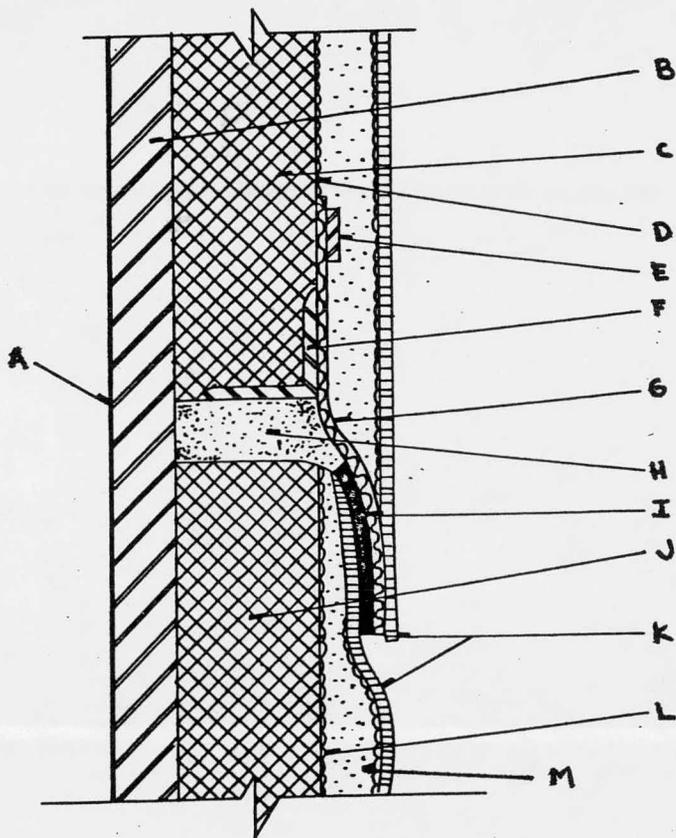
AISLAMIENTO TÍPICO DE RECIPIENTES

-34-



- A.- Enrejado de alambre galvanizado, asegurado entre anillos de 1/2 plg. de diámetro.
- B.- Anillos de 1/2 plg. de diámetro.
- C.- Tangente.
- D.- Malla metálica.
- E.- Anillo de ángulo soldado al casco.
- F.- Capa de 1/4 de plg. de cemento de acabado.
- G.- Cemento a prueba de intemperismo.
- H.- Sujetadores de placa, espaciados a 2 pies entre centros.
- I.- Fleje de acero galvanizado.
- J.- Aislamiento de bloque.
- K.- Capa de cemento de acabado, mezclado con cemento Portland.
- L.- Cabeza del recipiente.

# JUNTA DE EXPANSION PARA AISLAMIENTO EN BLOQUES



- A.- Casco del recipiente.
- B.- Parte exterior del recipiente.
- C.- Bloque aislante.
- D.- Malla metálica de 1 plg.
- E.- Amarres de acero galvanizado.
- F.- Angulo de soporte.
- G.- Tela de metal desplegado (8 plg. de ancho).
- H.- Relleno de lana mineral floja (1 plg. de ancho).
- I.- Papel encerado.
- J.- Bloque aislante.
- K.- Plástico a prueba de intemperismo.
- L.- Malla metálica de 1 plg.
- M.- Cemento aislante.

tes para paredes de ladrillo refractario. Para asegurar la instalación sobre torres y cambiadores de calor, en las cabezas, superior e inferior del recipiente, el aislamiento se sostiene con flejes (13 y 0.3 mm.) que se aseguren por medio de pernos o tuercas soldados. Para ayudar a soportar los bloques, se sueldan ángulos de acero alrededor de los recipientes verticales con un espacio de 8 a 12 pies entre centros (244 cm. a 365 cm.). Estos soportes son de 1/2 pulgadas (12.27 mm.) menos de espesor con respecto al del aislamiento. Terminado el bloque en ambos extremos del ángulo y llenando el espacio con aislamiento suelto, se adapta una junta de expansión.

La junta de expansión se cubre con una tela de hierro galvanizado o metal desplegado del No. 20 y con una malla metálica, y luego recibe un acabado, por medio de un cemento aislante, que hace hermética al intemperismo. Después que los bloques han sido colocados, con ayuda de alambre, en su lugar, alrededor de todo el recipiente se estira y aprita una malla de alambre de (1 pulgada) formando un enrejado. Sobre esa tela de alambre se aplican varias capas de plástico aislante o cemento de acabado. Para instalaciones exteriores se forma otro enrejado con malla de 1 pulgada, seguido por un recubrimiento final de plástico a prueba de intemperismo a base de una emulsión asfáltica especial. Todas las grietas del aislamiento se hacen herméticas al intemperismo mediante el uso de un cemento instantáneo.

### Aislamiento de mantas o colchonetas.

Este aislamiento es aplicado directamente a la superficie del --- equipo. Se escalonan las juntas, se unen las mantas o colchone-- tas considerandolas con alambre galvanizado del No. 16. Cuando - es necesario aislar áreas grandes, se instalan unas anclas soldán-- dolas a la superficie del equipo para anclar el aislamiento. En-- las instalaciones efectuadas en tanques, se debe reforzar con fle-- jes galvanizados, separados de 6" a 8" sobre el aislante.

Para acabados a la intemperie, el aislamiento debe cubrirse con-- una capa de cemento monolítico de (1/2") forrando éste, una vez - seco, con una malla metálica de alambre galvanizado del No. 16 --- perfectamente estirada, la cual a su vez irá cubierta con una ca-- pa de aislamiento a prueba de intemperismo.

Si es un acabado interior, se cubrirá con una capa de cemento mo-- nolítico de 1/2".

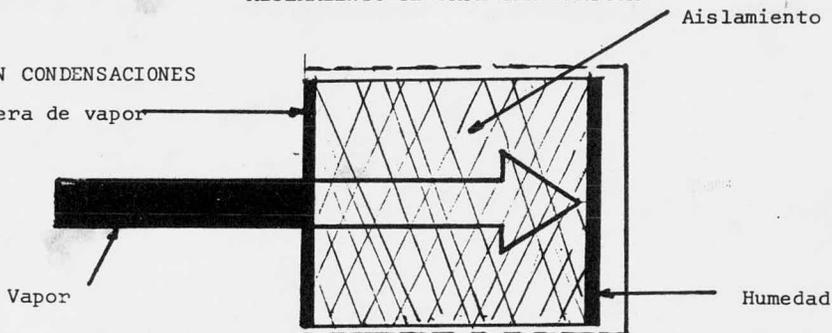
### ASLAMIENTO DE BAJA TEMPERATURA.

La principal diferencia en la instalación de aislamiento de baja-- temperatura, es que debe idearse algún medio de prevenir que el - vapor de agua penetre al aislamiento. Puesto que la superficie-- interior del aislamiento ésta a una temperatura más baja que la-- superficie exterior, la presión de vapor de agua en la superficie interna es menor que en la externa y el flujo de vapor de agua

AISLAMIENTO DE BAJA TEMPERATURA

A) CON CONDENSACIONES

sin barrera de vapor



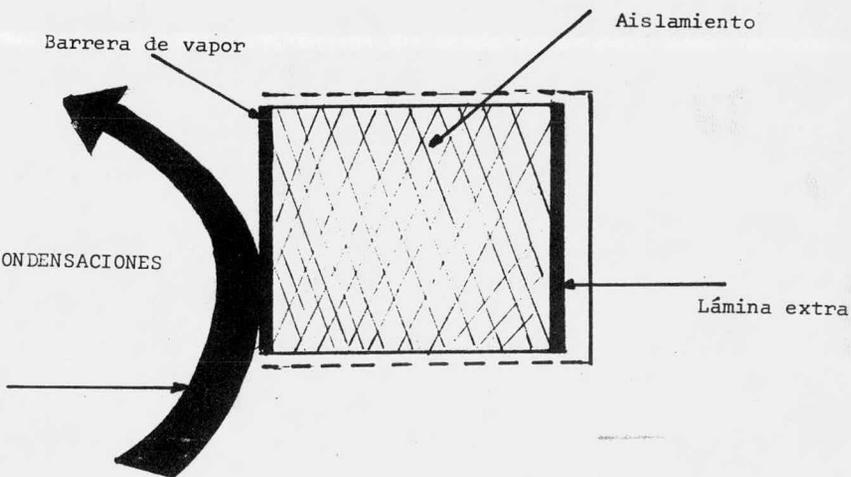
Barrera de vapor

Aislamiento

B) SIN CONDENSACIONES

Vapor

Lámina extra



es hacia el interior, en donde se congela y causa un notorio aumento en la conductividad del aislamiento y origina también su deterioro. Para reducir al mínimo éste movimiento de vapor de agua puede instalarse una barrera de vapor. Los materiales que sirven como barreras <sup>de</sup> al vapor incluyen el fieltro a prueba de vapor, el cual está terminado con un compuesto sellante de asfalto fibrado, seguido por una camisa a prueba de interperismo. Otra barrera al vapor, que funciona con éxito, consiste en una hoja de aluminio laminado entre capas de papel KRAFT terminadas en un adhesivo especial a prueba de vapor.

El aislamiento de corcho a menudo se termina con diversas capas de asfalto seguidas por cartón para techos, el cual se aplica con cantidades adicionales de asfalto caliente. Luego se aplica sobre el cartón una capa final de cemento a prueba de intemperismo reforzado con malla metálica.

Es conveniente seleccionar un recubrimiento que, como barrera de vapor, tenga una permeancia de menos de 1.2 Perms.

Cementos monolíticos y pastas impermeabilizantes.

Estos aislamientos se componen principalmente de gránulos de lana mineral, fibras de asbesto, arcillas y materiales inhibidores de la corrosión, sus usos principales son:

- A) Uniformizar los aislamientos de mantas o colchonetas.
- B) Aislar codos, valvulas y conexiones.
- C) Para reparar aislamientos dañados.

El primer paso para la aplicación del cemento es la formación de la pasta. Relación 2:1 con agua.

Esta pasta se aplicará sobre la superficie a tratar con llana de albañil hasta obtener, como máximo, 1/2 pulgada (13 mm.) de espesor. Una vez seca esta primera capa se aplicará la segunda.

Para obtener mayores espesores es necesario reforzar cada 1 1/2 - pulgadas (38 mm.) de espesor con malla metálica.

IV

REFRACTARIOS

## REFRACTARIOS

Reciben el nombre de refractarios aquellos aislamientos térmicos que resisten, sin sufrir deformaciones, altas temperaturas. Son los que revisten interiormente a los hornos permitiéndolos alcanzar altas temperaturas, al mismo tiempo que reducen las pérdidas de calor por conducción y por convección, es decir, son reacios a transmitir el calor a temperaturas elevadas.

Los refractarios, además de resistir altas temperaturas y variaciones de las mismas, deben poseer una buena resistencia mecánica y química, por estar expuestos al ataque de sustancias corrosivas que existen en el interior del horno, en forma sólida, líquida y gaseosa.

A la primera propiedad deben su nombre. Sin embargo; las tres propiedades mencionadas no son dependientes entre sí, de ahí que en la fabricación de refractarios, generalmente se tienda a una solución de compromiso.

Los efectos mecánicos a los que está expuesto un refractario -- proceden de: peso de la propia estructura, presiones debidas al cambio de volumen, presiones transmitidas por la carga del horno, la abrasión a la que está sometido el refractario procedente -- del movimiento de la carga del horno.

El ataque químico a que está expuesto puede provenir de reaccio-

nes con la carga y con los gases, y al fenómeno de corrosión debido al contacto con la escoria; Este ataque se concentra, por lo regular, en las juntas de los ladrillos refractarios.

Clasificación y Utilización.-

El conocimiento y el empleo adecuado de los refractarios es un problema bastante complejo, debido a las distintas condiciones que se les exigen en cada proceso y su empleo es más bien criterio personal, por lo que para un mismo o parecido problema existen varias alternativas.

La clasificación se lleva a cabo de acuerdo a su composición, de la siguiente forma:

I.- REFRACTARIOS DE ALUMINA

- A) De muy alto contenido
- B) De alto contenido
- C) Aluminosos

II.- REFRACTARIOS SILICO-ALUMINA

III.- REFRACTARIOS DE SILICE

- A) De semi - silice
- B) De silice

IV.- REFRACTARIOS BASICOS Y NEUTROS

V.- REFRACTARIOS ESPECIALES

VI.- PRODUCTOS AISLANTES

## I.- REFRACTARIOS DE ALUMINA.

A).- Refractarios de muy alto contenido de alumina.- Son aquellos que contienen más del 58% de  $Al_2 O_3 + Ti O_2, Fe_2 O_3$  1885°C  
Se subdividen y designan de acuerdo con su materia prima, fundamentalmente en:

1.- Productos de coridón.- Son los que se obtienen por fusión de Alumina Bayer (coridón), que da una variedad alotrópica de la Alumina Anhidrica, llamada Alumina Alfa.

Se utilizan para fabricación de cañas pirométricas para revestimientos en contacto con baños metálicos, para la zona de cocción de los hornos de cemento, para hornos eléctricos, copelas, muflas, crisoles y cámaras de combustión.

2.- Productos fabricados a base de hidrato de alumina. Toman los nombres de sus formas cristalinas y sus características físicas y químicas son parecidas al grupo anterior, aun cuando su resistencia pirosfópica es menor. Se utilizan en los hornos rotativos de cementos, en las estufas Copper y en las bóvedas de los hornos eléctricos.

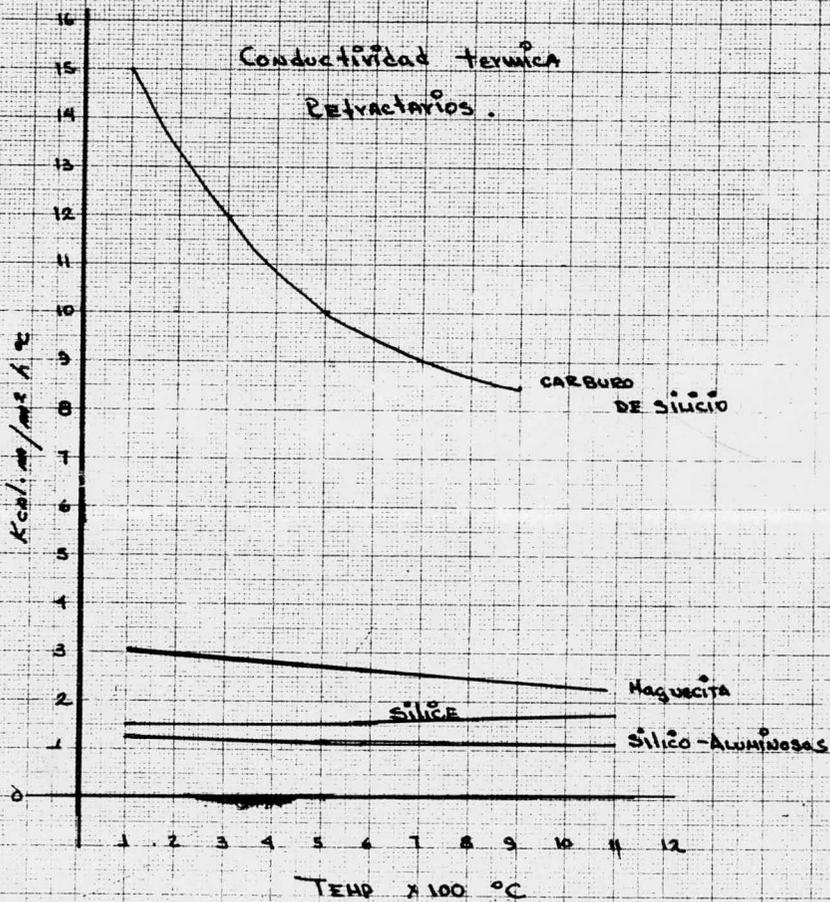
3.- Refractarios de Mullita.- Se fabrican con producto calcinado (chamota). Se utilizan en los hornos de fusión de vidrio, en las cámaras de combustión, en los hornos de cemento, en las muflas, en la industria cerámica y en las bóvedas de los hornos eléctricos.

4.- Refractarios de buxita calcinada y arcilla refractaria.- Se emplean donde se han de calentar a altas temperaturas metales fundidos, óxidos metálicos o escorias básicas, hornos Martín - Siemens, rotativos de cemento y refino de cemento.

B).- Refractarios de alto contenido de alumina.- Son aquellos que contienen del 45 al 58% de  $Al_2O_3 + TiO_3$  1700°C Se fabrican a base de los materiales del grupo anterior usando como aglomerante arcillas refractarias. Dadas las características de éstos, las propiedades son similares a los del grupo anterior al igual que sus aplicaciones, considerando que su resistencia piroscópica es menor.

C).- Refractarios aluminosos.- Son aquellos que contienen del 32 al 46% de  $Al_2O_3 + TiO_3$  1650°C. Sus propiedades dependen de su composición en general, son más favorables cuando su contenido en fundentes es menor y más elevado su contenido en  $Al_2O_3$  y de acuerdo al tipo de estructura que posean, la que a su vez depende del proceso de fabricación. Tienen un carácter químico ácido.

Se utilizan en paredes y solares que no estén expuestos a ataques de escorias básicas, ni a temperaturas exageradamente elevadas, ni que se hallen directas al fuego; en crisoles, hornos de baja y media temperatura, en tratamientos térmicos, conductos de humo, chimeneas, paredes exteriores o segundas filas de



hornos de alta temperatura, calderas y mecheros.

## II.- REFRACTARIOS SILICO - ALUMINOSO.

Son aquellos que contienen del 15 al 32% de  $Al_2O_3 + TiO_2 + Al_2O_3$ .  
 $SiO_2$ . Tienen carácter químico ácido. Se fabrican con arcillas ricas en sílice libre y contienen más del 60% de sílice. Esta gran cantidad de sílice disminuye la resistencia piros-cópica.

Su campo de aplicación está en las paredes más frías de los hornos, en los conductos de humo y en los recuperadores de calor.

## III.- REFRACTARIOS DE SILICE.

### A).- Refractarios de Semi - Sílice.-

Son aquellos que contienen menos del 15% de  $Al_2O_3 + TiO_2$  y menos del 93% de  $SiO_2$  1600 - 1650°C También se considera como criterio de clasificación, su resistencia piros-cópica.

Se fabrican, en general, a base de arenas arcillosas, también de ciertas arenas bajas en fundentes, y con suficiente cohesión, se pueden utilizar como refractarios naturales.

Se utilizan para el revestimiento de cubilotes, convertidores, cucharas de colada de arrabio o acero, y para revestimiento antiácido (por su gran resistencia a los ácidos).

### B).- Refractarios de Silice.-

Contienen como mínimo el 93% de  $\text{SiO}_2$  con contenidos de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -  
1720°C.

Son de carácter químico, acentuadamente ácido. Se utilizan para bóvedas, paredes, quemadores de hornos eléctricos de fosa, de recalentamiento, de vidrio, de coque, cerámicos que están exentos de enfriamientos bruscos, aunque trabajen a altas temperaturas. A estos refractarios también se les conocen con el nombre de dinas, no resisten escorias y fundentes básicos, y son también muy sensibles a los fluoruros, pero soportan bien las escorias básicas y a los óxidos de hierro.

### IV.- REFRACTARIOS BASICOS Y NEUTROS.

Son los fabricados a base de óxidos metálicos de alto punto de fusión, aglomerados por distintos medios, de forma que la reacción del refractario sea básica o neutra.

Se dividen de acuerdo a su materia fundamental en:

1.- Refractarios de magnesia.- Están constituidos al menos por el 80% de magnesia (2000°C).

Se utilizan en hornos eléctricos de arco o inducción, en los hornos Martín-Siemens, hornos de recalentamiento, hornos de fosa, rotativos, de tratamiento de metales, mezcladores de fundición, convertidores y hornos de refino.

2.- Refractarios de magnesia-cromo.- Son los formados con mezclas de magnesia y cromo con contenidos de  $MgO$  mayores del 55% y de  $Cr_2O_3$  inferiores al 16% (2000°C). Se utilizan en sustitución de los de magnesia, en virtud de sus mejores características, y en las mismas instalaciones de ellos.

3.- Refractarios de cromo-magnesia.- Son aquellos que contienen  $MgO$  en proporción menor del 55% y con  $Cr_2O_3$  superior al 16%. Se utilizan en los hornos de cal, de cemento, eléctricos, en la industria metalúrgica; es decir, sujetos a altas temperaturas y en contacto con escorias básicas y en cualquier atmósfera.

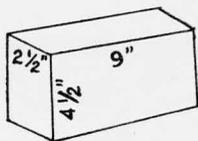
4.- Refractarios de cromita.- Están formados por diversos óxidos, principalmente por el de cromo  $Cr_2O_3$  y en contenidos superiores al 25%, y la magnesia debe ser inferior al 25% pero el óxido de hierro puede alcanzar hasta el 25%. La materia prima fundamental en su fabricación es el mineral de cromita más o menos puro  $FeO \cdot Cr_2O_3$ .

Por su carácter neutro, se utilizan como capa intermedia entre refractarios de características químicas diferentes. Por su gran resistencia a la escoria, se utilizan preferentemente en todos los casos que la resistencia a la escoria sea primordial, sin que se exija al mismo tiempo gran resistencia a altas temperaturas.

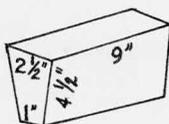
## CARACTERISTICAS DE LADRILLOS AISLANTES TIPICOS

Tipo	Composición, porcentaje	Límite normal de uso °F	Costo aproxi- mado dls/ Millón de Btu equiv. en 9 plg	Densidad de bulto lb/pie <sup>3</sup>
Grupo 16	15-37 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 30-60 SiO <sub>2</sub> más TiO <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Alcalino	1600	115	21-37
Grupo 20	26-38 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 45-61 SiO <sub>2</sub> más TiO <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Alcalino	2000	125	26-45
Grupo 23	25-42 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 45-67 SiO <sub>2</sub> más TiO <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Alcalino	2300	150	27-47
Grupo 26	40-46 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 47-55 SiO <sub>2</sub> más TiO <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Alcalino	2600	195	43-64
Grupo 28	45-53 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 42-52 SiO <sub>2</sub> más TiO <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Alcalino	2800	260	45-65
Otros	45 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 65 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 90 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2900 3000 3250	285 480 750	52 69 81

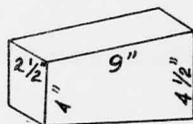
# FORMAS Y MEDIDAS STANDARD DE LADRILLOS REFRACTARIOS



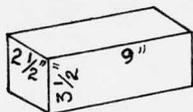
LADRILLO RECTANGULAR



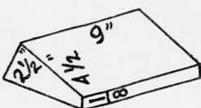
DOVELA CANTO No. 3



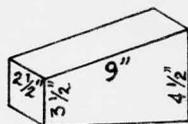
DOVELA CIRCULO No. 2



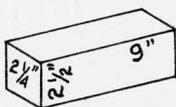
RECTANGULAR MEDIANO



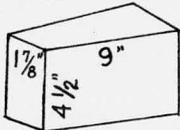
DOVELA CANTO No. 4



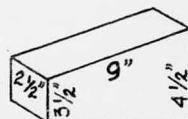
DOVELA CIRCULO No. 3



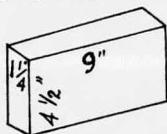
RECTANGULAR CHICO



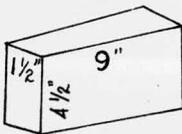
DOVELA PUNTA No. 1



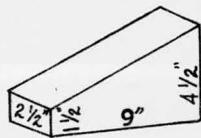
DOVELA CIRCULO No. 4



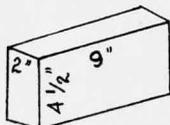
TEJA No. 1



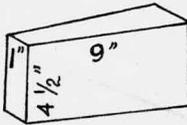
DOVELA PUNTA No. 2



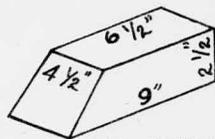
SALMER CUNA



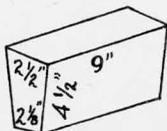
TEJA No. 2



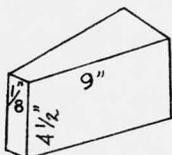
DOVELA PUNTA No. 3



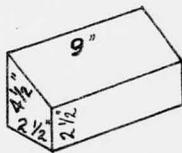
SALMER PUNTA



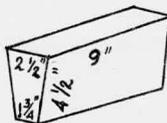
DOVELA CANTO No. 1



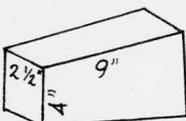
DOVELA PUNTA No. 4



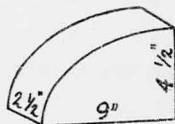
SALMER CANTO



DOVELA CANTO No. 2



DOVELA CIRCULO No. 1



JAMBA

5.- Refractarios de fosterita.- Son los formados por fosterita-  
 $S_1O_4M_q$  por lo que su contenido en  $M_qO$  es del 57% y el de  $S_1O_3$ --  
 el 43% (1900°C). Su empleo no está todavía extendido y se han -  
 utilizado para algunas bóvedas de hornos de metales no ferreos-  
 y en los hornos Siemens. Poseen un carácter químico básico.

6.- Refractarios de dolomina.- Son los formados por una mezcla-  
 de cal y magnesia, con el 55% de  $CaO$  y el 35% de  $M_qO$ . Tienen un  
 carácter químico básico. Actualmente se utilizan en los hornos-  
 de cemento y en los convertidores de acero.

#### 7.- REFRACTARIOS ESPECIALES.

Con esta denominación se agrupa una gran cantidad de refracta--  
 rios que no tienen cabida en los grupos anteriores. Su caracte-  
 rística general es su alta refractariedad.

Se dividen y designan, de acuerdo a su materia prima fundamen--  
 talmente, en:

1.- Refractarios a base de carbono.- Están constituidos a base-  
 de carbono amorfo. En general es coque aglomerado con alquitran  
 de coquería anhidro, con un contenido en carbón mayor del 90%-  
 y con cenizas menores del 10%; su temperatura de fusión es de -  
 3600°C.

Se emplean principalmente en la construcción de crisoles para -  
 altos hornos, parte baja de los mismos, para electrodos de los-

hornos eléctricos y para copelas.

2.- Refractarios a base de grafito.- Están constituidos por grafito, con una proporción no mayor del 30%, y el resto es arcilla refractaria; resisten temperaturas inferiores a los 3500°C, ya que de lo contrario se volatiliza.

Se utilizan principalmente en la fabricación de crisoles para fundición de metales y para fabricar tapones y busas de colada.

3.- Refractarios a base de circonia.- Están constituidos por óxido de circonio,  $ZrO_2$  en proporción mayor del 90%, y soportan temperaturas mayores de 2000°C. Son inertes a los metales en atmósferas oxidantes y reductoras, resisten bien a las escorias básicas excepto a los óxidos alcalinos y a los fluoruros.

Se utilizan en revestimientos de reactores de la industria química, en crisoles para metales, para tubo de núcleo de los hornos y para piquerías de colada.

4.- Refractarios a base de circonón.- El constituyente principal es el circonón  $Zr Si O_4$  y su contenido máximo en  $ZrO_2$  el 67%, con el 33% de  $SiO_2$ . Tiene una resistencia a la temperatura hasta 1775°C. Es atacado por escorias ácidas lentamente y es muy sensible a las bases y a los fluoruros.

Se utilizan en los hornos de fusión del aluminio y de metales preciosos, y en los hornos para fabricación del vidrio. Son re-

fractarios de precio inferior a los anteriores.

5.- Refractarios de carburo de silicio.- Están constituidos por carburo de silicio  $S_1C$  aglomerado con arcillas u otros aglomerantes. Tienen una resistencia a la temperatura hasta  $2200^{\circ}C$ . - Presenta una resistencia al ataque de fluoruros.

Se utilizan preferentemente, por su gran conductividad térmica, en la fabricación de muflas de hornos intermitentes, piezas de hornos de zinc, columnas de destilación de zinc, crisoles para fusión de metales no ferrosos, bóvedas de hornos para sulfatos y eléctricos, placas de soporte de productos cerámicos y para hornos túneles.

6.- Refractarios a base de carburos.- Están formados por carburos metálicos y obtenidos por reacción entre el óxido metálico y un hidrocarburo. Los más utilizados son el circonio y el de tántalo  $CZr$ ,  $CZr$  que se caracterizan por su alto punto de fusión y su gran conductividad térmica. Actualmente no son utilizados en la industria sino que están en fase de laboratorio, -- como los nitruros, óxidos y sulfuros.

7.- Cerments.- Son productos altamente refractarios, en los que se reúnen las buenas propiedades cerámicas y de los metales. Siendo los compuestos cerámicos: óxidos, carburos, nitruros, boruros y siliciuros puros o aleaciones. Entre estos cerments están: --  $Cr-Al_2O_3$ ,  $T_1C-W$ ,  $Cr_2O_3 - WC-N_1$ ,  $T_1C - Mo$ .

Son utilizados en la fabricación de piezas para turborreactores, tubo de protección de termopares de inmersión (resistencia a la corrosión) y piezas resistentes a la corrosión por sodio fundido en pilas atómicas.

#### VI.- PRODUCTOS AISLANTES.

Son los formados por ladrillos porosos, naturales o artificiales, que deben responder a la condición de refractarios. Bajo ciertas condiciones es posible economizar empleando aislantes en lugar de ladrillos refractarios. Su baja conductividad hace posible usar un muro mucho más delgado y su peso ligero hace posible un calentamiento y enfriamiento más rápido del horno.

Hay que distinguir entre ellos aquellos que se caracterizan por su gran resistencia mecánica (1500°C temperatura máxima) y aquellos que tienen gran resistencia a los choques térmicos (1300°C)

Se utilizan en segunda capa en el revestimiento de paredes, en la cara externa o intermedia, en los hogares de la caldera.

Cementos, morteros y hormigones refractarios.

Los cementos refractarios.- Tienen por objeto no solamente unir los refractarios, sino que también eliminar los puntos de ataque e igualar las juntas, de modo que la pared forme una superficie continua. Su característica fundamental es adherirse fuertemente a los refractarios y tener poca porosidad.

Los cementos refractarios pueden ser naturales o artificiales.- Los naturales son arcillas refractarias, arenas de cuarzo o cuarcita, que llevan arcilla en cantidad tal que si se humedece forma una pasta débilmente plástica. Los artificiales son mezclas de composición análoga a la de los refractarios que han de unir, pero preparados con grano mucho más fino.

Se fabrican en tres calidades: cementos pastosos, de gran finura, con endurecimiento al aire y se entregan preparados, no precisando ninguna adición; puede ser silicios, silico-aluminosos, aluminosos, extra aluminosos y básicos. Cementos secos.- Hay que prepararlos con agua en el momento de su utilización y pueden ser de las mismas características que los anteriores y también neutros. Cementos secos con ligante químico.- Se mezclan en el momento de su empleo con un ligante químico, que consigue una puesta a punto más rápida que la obtenida con los ligantes normales.

Morteros refractarios.- También llamados tierras para juntas, tienen por objeto cerrar las juntas de mampostería de refractarios y deben tener la misma composición química que la de los refractarios a unir. Su tamaño de grano debe ser apropiado al espesor de la junta que va a unir.

Los morteros no precisan puesta a punto o preparación, ni secado, ni cocción. Son polvos que humedecidos forman una pasta des

tinada a obstruir la juntas, se adhieren débilmente a los refractarios.

Los morteros también pueden ser utilizados como recubrimiento protector de equipos de proceso.

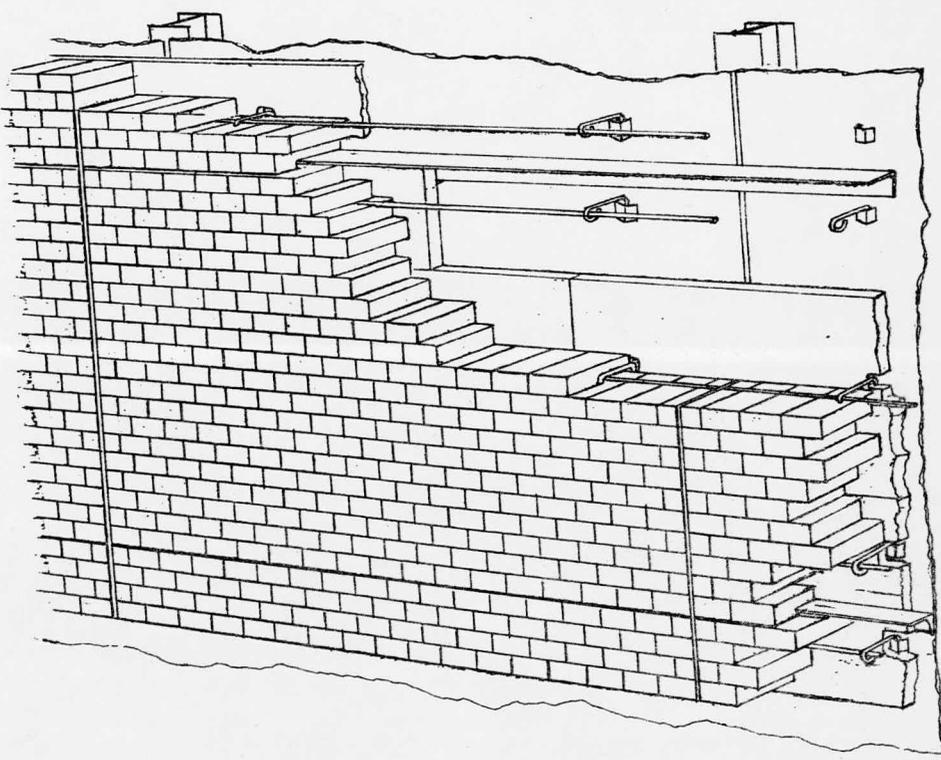
Hormigones refractarios.- Se componen de una mezcla de partículas refractarias y un cemento hidráulico resistente al calor. La elección de la calidad depende de las condiciones del lugar de aplicación de la temperatura a que se va a aplicar y de la temperatura de régimen de trabajo, por lo que pueden ser cerámicos, en hidráulicos químicos. Los hormigones son utilizados para reparación de hornos y para la fabricación de piezas especiales.

#### INSTALACION DEL ENLADRILLADO

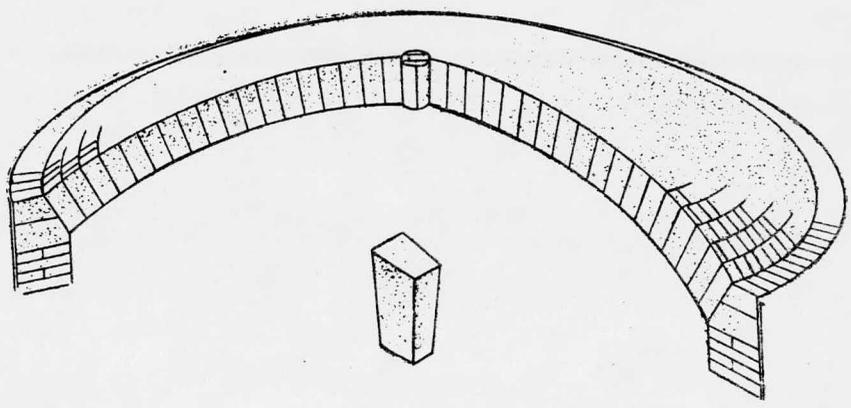
La colocación del ladrillo refractario requiere los servicios de personal experto, familiarizado con estos materiales. Una planeación cuidadosa de la obra previene pedir de 5 a 10% en exceso de los requerimientos estimados, debido a los desperdicios inevitables que ocurren durante el desarrollo de la obra.

En las figuras se ilustran los métodos comunes de colocar los ladrillos. La selección del método depende de las dimensiones y estabilidad requeridas en las estructuras final, así como del refractario elegido. Un muro típico de horno normalmente requiere una combinación, la más común de las cuales es a base de hi-

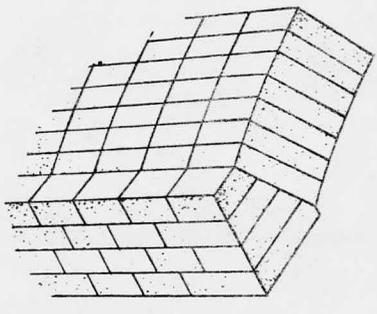
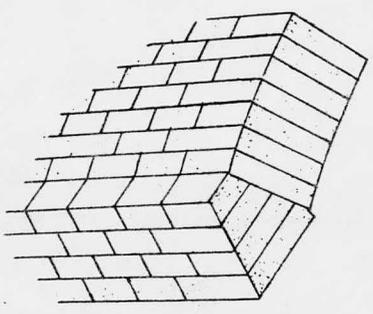
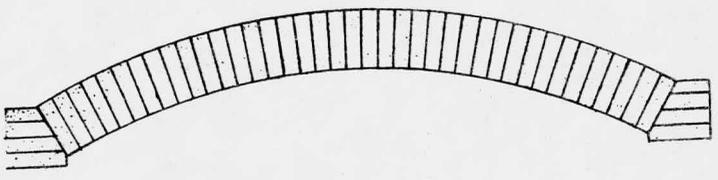
METODOS TÍPICOS DE ENLADRILLADO



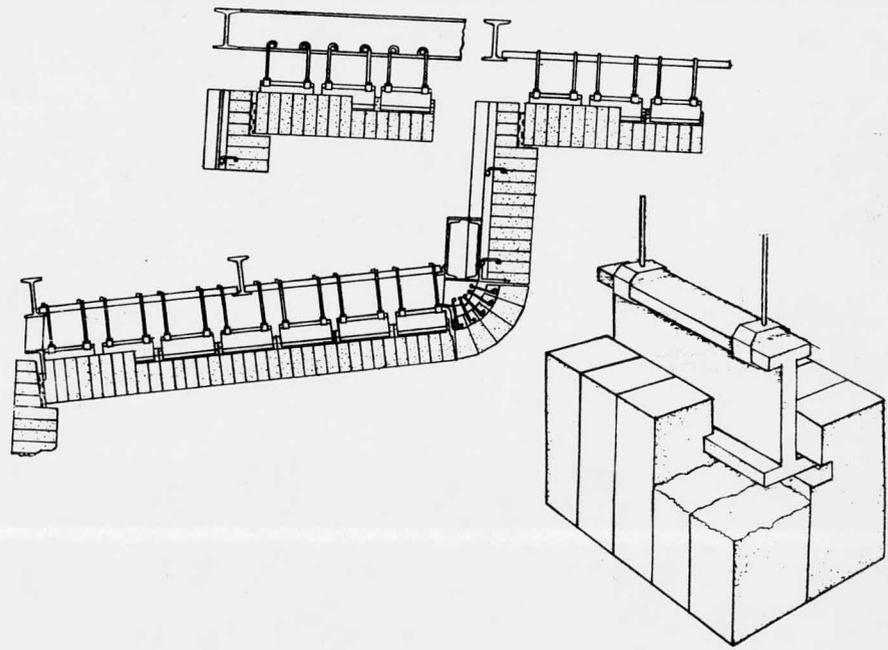
D O M O S



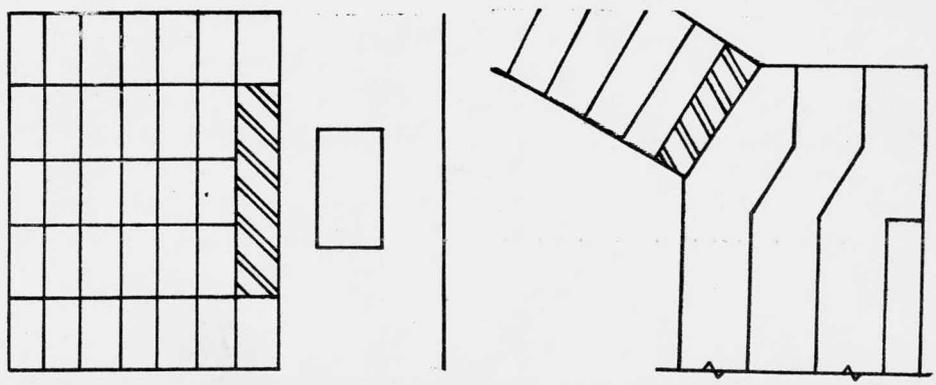
A R C O S

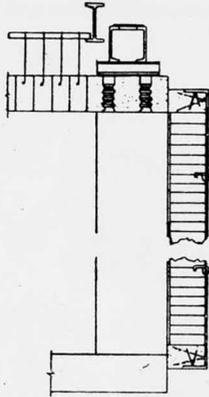


T E C H O S



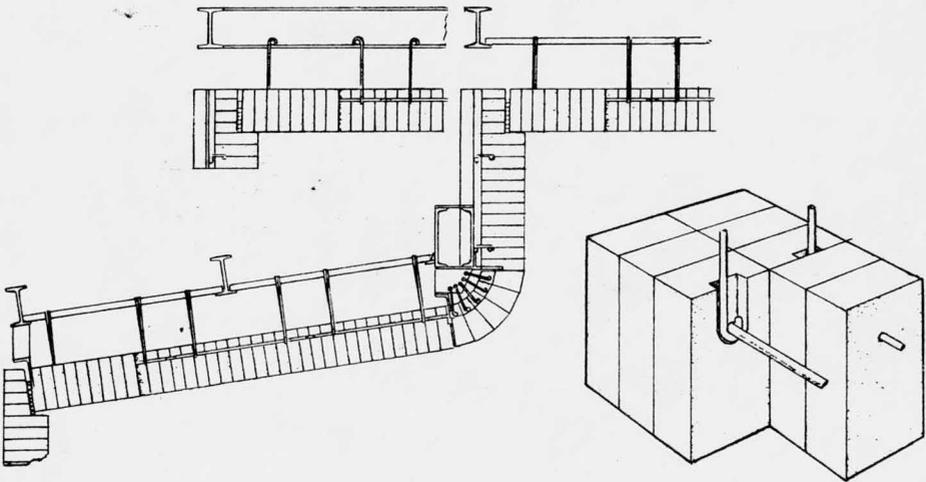
ABERTURA DE CHIMENEA



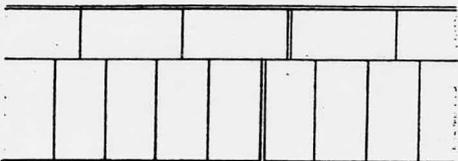


P U E R T A S

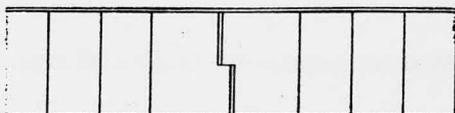
T E C H O S



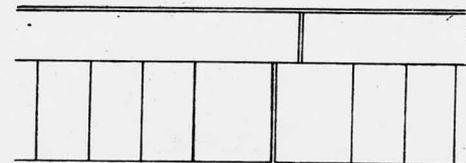
JUNTAS DE EXPANSION



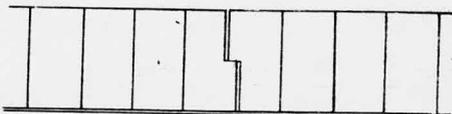
VISTA DE PLANTA



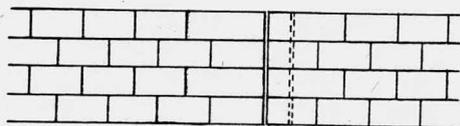
VISTA DE PLANTA



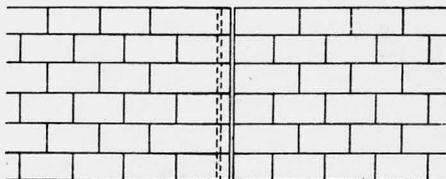
VISTA DE PLANTA



VISTA DE PLANTA



VISTA DE FRENTE



VISTA DE FRENTE

ladas longitudinales y transversales, alternadas. Este arreglo produce una mayor estabilidad estructural puesto que en tal forma todas las juntas verticales quedan compensadas.

La face más compleja del anladrillado de los refractarios en la construcción de aberturas u orificios en los muros, y los arcos suspendidos (techo de un cerramiento) las anchuras de las puertas se mantienen lo más pequeñas posibles los arcos suspendidos consisten en unidades refractarias especiales, diseñadas para recibir soportes y metálicos, los cuales a su vez, se fijan en una armadura superior de acero.

V

CRITERIOS DE SELECCION

## CRITERIOS DE SELECCION

Es fundamental tomar una decisión respecto al tipo de aislamiento térmico para una planta o equipo industrial, de acuerdo a -- sus necesidades. Obtener la máxima eficiencia al costo mínimo -- posible, tanto inicial como a largo plazo, es el aspecto determinante que deberá afrontarse, y analizarse al seleccionar un -- tipo comercial de aislamiento térmico.

No se trata de optimizar el diámetro de aislamiento en una tubería ni el espesor ideal de un horno. Para lograr una eficiente operación con la consiguiente economía, todas las partes por -- aislar, así como el equipo de transmisión de calor, deberán estar en una proporción adecuada, de tal manera que el total en -- conjunto represente un diseño balanceado. Esto requiere de un -- trabajo considerable y complicado, es decir de una optimización total de la unidad. En éste trabajo se analizan en forma global las variables fundamentales que en un momento dado modifican las características.

Para evaluar apropiadamente un material aislante, se deberán -- considerar los siguientes factores:

## 1.- PROPIEDADES FISICAS

- a) Conductividad térmica.
- b) Calor específico.
- c) Resistencia a la compresión, alta tensión e impacto.

- d) Dureza.
- e) Resistencia al fuego.
- f) Resistencia a la fatiga.
- g) Porosidad, permeabilidad y descostramiento.
- h) Peso específico.
- i) Cambios dimensionales.
- j) Pérdidas de calor.

## 2.- PROPIEDADES QUIMICAS

- a) Composición química.
- b) Reacciones químicas.
- c) Naturaleza corrosiva.

## 3.- CARACTERISTICAS DE INSTALACION

- a) Toxicidad.
- b) Acción sobre la piel.
- c) Manejabilidad total.

## 4.- CARACTERISTICAS ECONOMICAS

- a) Costo inicial.
- b) Costo de mano de obra.
- c) Costo de mantenimiento.
- d) Vida útil promedio.
- e) Eficiencia de aislamiento.

## 5.- CARACTERISTICAS DE FABRICACION

Los fabricantes y los instaladores de aislamientos publican especificaciones, recomendaciones e instrucciones detalladas para el manejo de sus productos y servicios, las cuales deben ser consideradas y tomadas en cuenta para poder aplicarlas y obtener así el mejor resultado.

A continuación se presenta un catálogo tipo de un fabricante de aislantes térmicos.

## CUBIERTA PARA TUBERIA

MASA

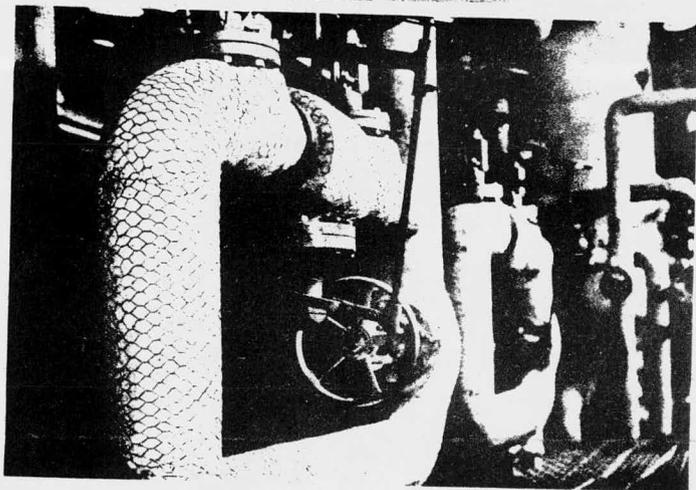
-66-

Para temperaturas  
hasta 650°C. 1,200°F.

### TIPO 90.

Este tipo de aislante se fabrica con lana mineral, prensada y afelpada a una densidad de 14 lbs., por pie<sup>3</sup>. La parte interior de la cubierta para tubería ajusta con llaves o "keys" a la circunferencia exterior del tubo por aislar y la parte exterior de la cubierta, que se compone de una chaqueta de metal desplegado de 2.5 lbs., sigue la línea de la tubería incluyendo el grueso del aislante, que depende en cada caso de la temperatura del tubo aislado.

La flexibilidad en una sola dirección, la tela metálica permite que la aplicación de la cubierta para tubería Tipo 90 sea de fácil aplicación al tubo que se está aislando, cosiéndose a lo largo con alambre galvanizado suave y empotándose en sus extremos unas a otras, para lo cual están



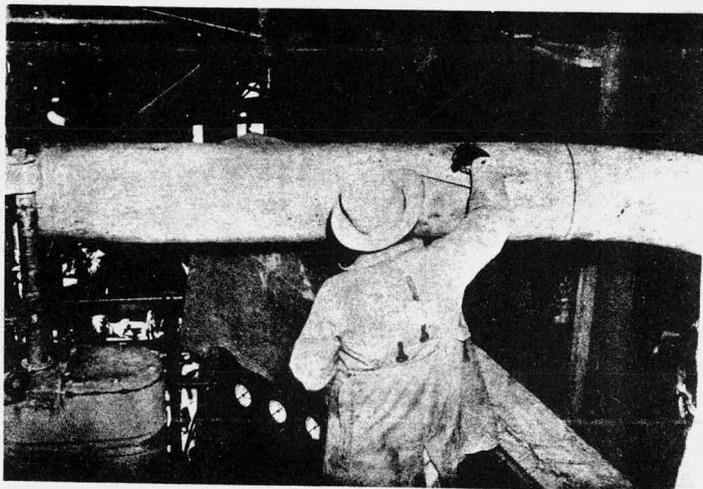
Aplicación de Tipo 90

B

provistas de una solapa especial, cosa que elimina en forma efectiva las fugas que pudieran resultar de las uniones de cada tramo de cubierta.

Una vez colocadas las cubiertas para tuberías en su lugar, se pueden usar diferentes tipos de acabado, bien con monolítico MASA, con papel para techos, o con forro o cubierta metálica, con objeto de darles una buena presentación y acabado a satisfacción de la clientela.

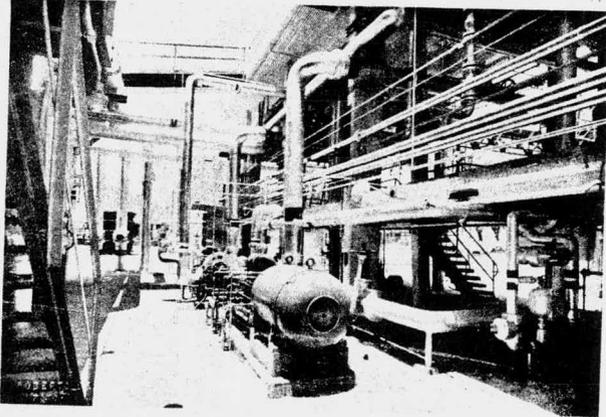
Las cubiertas para tubería MASA se fabrican al grueso necesario según la temperatura de la operación, empacándose en sólidos huacales de madera protegidos interiormente con cartón, fabricándose para tuberías de 5.08 cms. (2") en adelante.



Acabado de Monolíticos sobre Tipo 90.

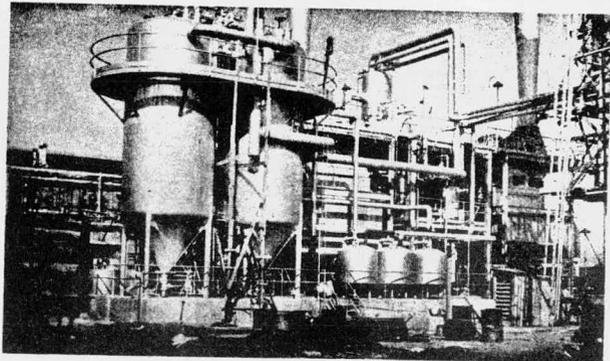
BA

C



Instalación Típica de  
Cubierta para Tubería  
MASA.

Aislante MASA aplicado  
a equipos de muy altas  
temperaturas.

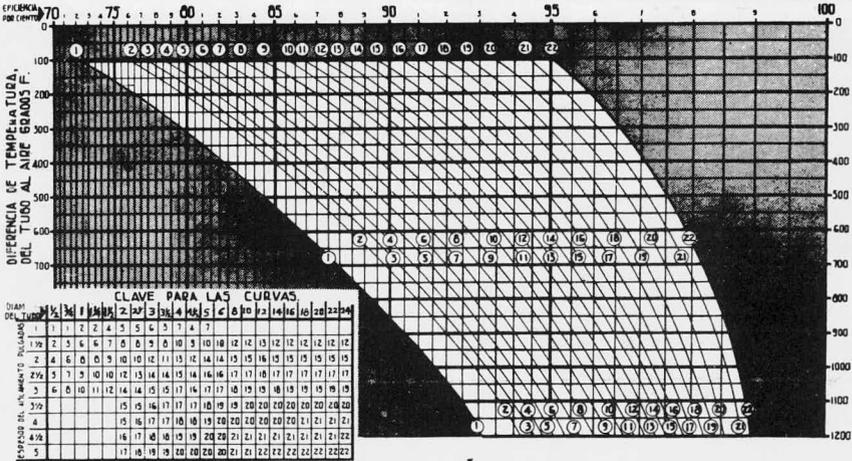


# MASA CUBIERTA PARA TUBERIA

## EFICIENCIAS

Eficiencia X pérdida de calor de tubo sin aislamiento = calor conservado por medio del aislamiento (B. t. u. / pie lin. / hora.)

100—Eficiencia X pérdida del calor de tubo sin aislamiento = cantidad de pérdida pasando el aislamiento (B. t. u. / pie lin. / hora.)



## GRUESO RECOMENDADO.

		DIFERENCIA EN TEMPERATURA ENTRE SUPERFICIE CALIENTE Y EL AIRE, GRADOS F.										
		200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO - PULGADAS.	1/2	1	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2	2 1/2	3	3
	3/4	1	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2	2 1/2	3	3
	1	1	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2	2 1/2	3	3
	1 1/4	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2	2 1/2	2 1/2	3	3
	1 1/2	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2 1/2	2 1/2	3	3	3
	2	1	1	1 1/2	1 1/2	2	2	2 1/2	2 1/2	3	3	3
	2 1/2	1	1	1 1/2	1 1/2	2	2 1/2	2 1/2	3	3	3	3
	3	1	1	1 1/2	1 1/2	2	2 1/2	2 1/2	3	3	3 1/2	3 1/2
	3 1/2	1	1	1 1/2	2	2	2 1/2	3	3	3 1/2	4	4
	4	1	1	1 1/2	2	2	2 1/2	3	3	3 1/2	4	4
	6	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2	2 1/2	3	3	3 1/2	4	4
	8	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2	2 1/2	3	3 1/2	3 1/2	4	4 1/2
	10	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4	4 1/2
	12	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2 1/2	3	3	3 1/2	4	4 1/2	5
	14	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2 1/2	3	3	3 1/2	4	4 1/2	5
	16	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2 1/2	3	3	3 1/2	4	4 1/2	5
18 a 72	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2 1/2	3	3	3 1/2	4	4 1/2	5	



□ TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE MENOS DE 140 °F.  
 ▨ TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE ENTRE 140 °F y 145 °F.  
 ■ TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE ENTRE 145 °F y 150 °F.

### CUBIERTA PARA TUBERIA

# M.A.S.A.



**DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO**  
**Aislantes de México y Representaciones, S. A.**  
 Monterrey No. 64      Tels. 533-62-95      México 7, D. F.

**BLOQUE AISLANTE**

# **F** PV SUPERTEMP **MASA**



Propiedades refractarias excepcionales



Baja conductividad térmica



por

Para temperaturas hasta de 1900°F (1037.78°C).

Satisface el Standard Comercial Americano CS117, la Especificación A. S. T. M. C-392-Clase 2 y la Especificación Federal Americana HH-1564.



El Bloque Aislante PV Supertemp de MASA es un bloque aislante de gran eficiencia fabricado por un proceso completamente nuevo, a base de lana mineral MASA para alta temperatura. Este nuevo proceso, en el que se emplean equipo y técnicas especiales para variar presiones y vacíos, fué desarrollado por los Laboratorios de Investigación y el Departamento de Ingeniería de Eagle-Picher para satisfacer específicamente la necesidad existente en el campo de los aislantes térmicos de un bloque aislante de elevada eficiencia, acabado perfecto, gran resistencia a la ruptura y adecuado para emplearse dentro de límites muy amplios de temperaturas y hasta 1900°F (1037.78°C).

Fabricado básicamente con lana mineral para alta temperatura, el Bloque Aislante PV Supertemp de MASA tiene baja conductividad térmica, excelentes propiedades refractarias y una gran estabilidad tanto física como

química. No solamente posee la ligera estructura celular de espacios muertos llenos de aire, tan esencial para obtener una eficiencia elevada, sino que es suficientemente firme y resistente para soportar los manejos y el uso normales.

El Bloque Aislante PV Supertemp de MASA puede instalarse fácil y rápidamente; muy pronto se recupera su costo mediante ahorro en el combustible y un mejor control de la temperatura. Su eficiencia duradera asegura un ahorro constante que representa una recuperación considerable de la inversión y que continuará aún después que el costo inicial se haya amortizado. Su notable efectividad ha sido ampliamente comprobada, tanto por las rígidas pruebas a que ha sido sometido en laboratorios científicos como por la enorme experiencia de los grandes consumidores de aislantes térmicos.

## USOS RECOMENDADOS:

Ductos de Humo	Fosas de Recocido	Refractario de los Hornos.
Tanques - Torres	Ductos de Aire Caliente	Hornos de Tratamiento Térmico
Hornos	Fosas de Enfriamiento	Hornos en las Industrias de Cerámica y Vidrio
Paredes de Calderas	Turbinas	
Tanques de Fusión	Detrás del	

## VENTAJAS DEL BLOQUE AISLANTE SUPERTEMP DE MASA

**Resiste Altas Temperaturas**—El Bloque Aislante PV Supertemp de MASA conserva su elevada eficiencia térmica y resistencia estructural aún cuando se le someta a temperaturas tan elevadas como 1900°F (1037.78°C).

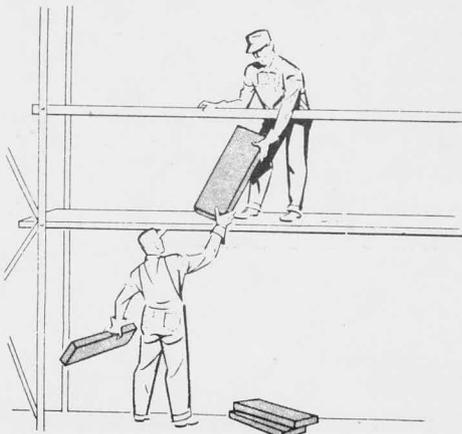
**Economía y Gran Eficiencia**—El Bloque Aislante PV Supertemp de MASA tiene una conductividad térmica extremadamente baja, factor esencial para disminuir el costo de operación. Su facilidad de aplicación se traduce en un reducido costo por metro cuadrado.

**Un Bloque para Todos los Usos**—El Bloque Aislante PV Supertemp de MASA cubre las necesidades de cualquier temperatura de operación, hasta 1900°F (1037.78°C). Un tipo único de bloque es necesario.

**Se Corta Fácilmente**—El Bloque Aislante PV Supertemp de MASA puede cortarse con cuchillo para adaptarlo a superficies o figuras irregulares. Sin embargo, es suficientemente resistente para soportar el manejo y uso normales.

**Peso Ligero**—La baja densidad del Bloque Aislante PV Supertemp de MASA lo hace fácil de manejarse y además indica la presencia de millares de células de aire muerto, cualidad esencial para obtener una elevada eficiencia. Requiere un mínimo de refuerzo.

**Resistencia a la Humedad**—El Bloque Aislante PV Supertemp de MASA es resistente al paso del vapor y la humedad que se encuentran normalmente en los lugares en los cuales se recomienda su uso.

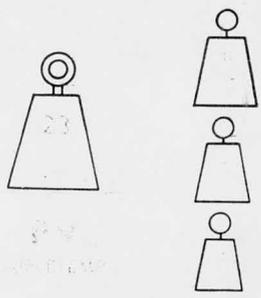
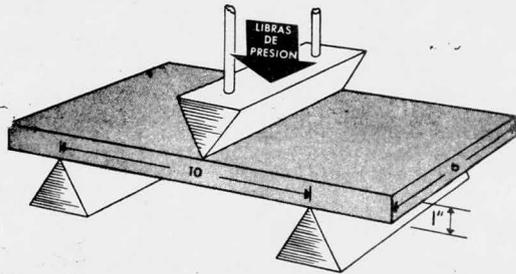




**Para usarse dentro de límites muy amplios de temperatura**  
**Fácilmente adaptable a piezas irregulares**  
**Estructura celular de espacios de aire**  
**Aplicación rápida**  
**Alta eficiencia para toda la vida**

# DE LANA MINERAL

FUERZA COMPRESIVA DEL BLOQUE AISLANTE PV SUPERTEMP EN COMPARACION CON OTRAS MANTAS



## CUALIDADES DEL NUEVO BLOQUE AISLANTE PV SUPERTEMP DE MASA DE LANA MINERAL FLOCULADA A PRESION AL VACIO.

- Densidad: 18 - 19 lb/pie cúbico máximo
- Temperatura de Servicio: Hasta 1900 °F
- Absorción de Humedad: Prácticamente nula
- Corrosión al Acero: Ni la causa ni la acelera
- Resistencia al Fuego: Incombustible
- Encogimiento Lineal a 1900 °F: 2.0%
- Pérdida de Peso a 1900 °F: 2.0%
- Módulo de Ruptura: 55 psi promedio
- Fuerza de Compresión a 10% de Deformación: 18 psi
- Fuerza de Ruptura: 23 libras (superficie de 1" x 6" x 10") promedio
- Tamaños Standard: 18 y 36 pulgadas
- Largo: 6 y 12 pulgadas
- Ancho: de 1 a 4 pulgadas, en aumentos de 1/2"
- Espesor: También en 5 pulgadas.
- Conductividad Termal Unidad Termal Inglesa en / °F/pies cuadrados/hora
- 200° Temp Media .35      800° Temp Media .54
- 400° Temp Media .40      1000° Temp Media .63
- 600° Temp Media .47

Espesores Recomendados a Diversas Temperaturas

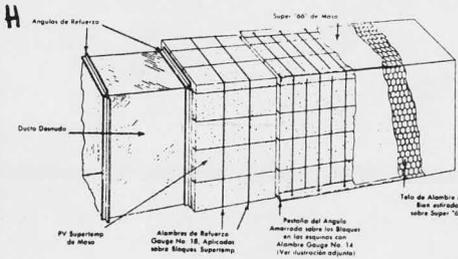
Temp.	Espesor	Temp.	Espesor
100 - 250 °F	1 - 1 1/2 pulgadas	751 - 900 °F	4 pulgadas
251 - 400 °F	2 pulgadas	901 - 1050 °F	4 1/2 pulgadas
401 - 600 °F	3 pulgadas	1051 - 1200 °F	5 pulgadas
601 - 750 °F	3 1/2 pulgadas	sobre 1200 °F	6 pulgadas

Cantidades y Pesos por Paquete (Empacado en Resistentes Paquetes Corrugados)

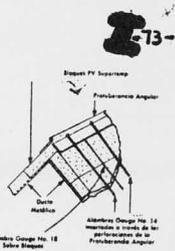
Espesor	Pies Bd. por Paquete		Pies cuadrados por Paquete	
	"18"	"36"	"18"	"36"
1 pulgada	48	48	48	48
1 1/2 pulgadas	45	45	30	30
2 pulgadas	48	48	24	24
2 1/2 pulgadas	45	45	18	18
3 pulgadas	45	45	15	15
3 1/2 pulgadas	42	42	12	12
4 pulgadas	48	48	12	12

# Métodos usuales de aplicación del bloque aislante

**SUPERTEMP**



Aplicación de Bloques PV SuperTemp de Mosa o Ductos de humo y para columnas de gran tamaño; usarse siempre según el mayor que la altura de la pantalla!



DETALLE AMPLIFICADO ILUSTRANDO APLICACION DE LA PROTECCION ANGULAR

73-

**PROTECCION ANGULAR Y DE VENTAS.** En el momento de la preparación de un equipo se debe tener en cuenta la aplicación de los bloques aislantes PV SuperTemp de MASA en las esquinas y en las aberturas, que deben hacerse de acuerdo a las instrucciones de aplicación.

Para proteger las aberturas MASA-STIC se recomienda para las aberturas de los equipos que sean de tipo horizontal, utilizar los bloques y el material de alambre de protección MASA-STIC en un recubrimiento para aberturas de 1" de espesor, con un ángulo de 45° en las esquinas y en las aberturas de tipo vertical, con un ángulo de 90° en las esquinas y en las aberturas de tipo horizontal.

El equipo será localizado en la intemperie o está expuesto a una humedad excesiva, deberá colocarse sobre el Monolítico MASA tela de galvánico galvanizada de 1". Después deberá aplicarse una capa gruesa (1/2") de lana mineral con objeto de proteger la instalación y prolongar su vida. Cuando la aplicación se hace bajo techo y no está expuesta a humedad excesiva se deberá aplicar directamente con Monolítico MASA o con MASA-112.

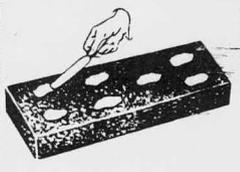
**Derecha:** En aplicaciones en las que los muros de refuerzo sobrepasan de la superficie de los bloques el aislamiento deberá diseñarse como se muestra en la figura, para ayudar a evitar la formación de grietas ocasionadas por expansión y contracción no uniforme del metal. Arriba a la derecha: Método para instalar los ángulos para protección de las aristas del Bloque Aislante PV SuperTemp de MASA cuando esto es necesario, así como para evitar que los alambres de refuerzo corten el aislante.



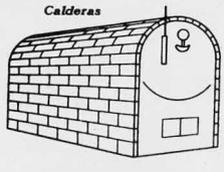
Si el equipo será localizado en la intemperie o está expuesto a una humedad excesiva, deberá colocarse sobre el Monolítico MASA tela de galvánico galvanizada de 1". Después deberá aplicarse una capa gruesa (1/2") de lana mineral con objeto de proteger la instalación y prolongar su vida. Cuando la aplicación se hace bajo techo y no está expuesta a humedad excesiva se deberá aplicar directamente con Monolítico MASA o con MASA-112.

## MASA-STIC Un Material Adhesivo QUE ACELERA LA APLICACION DEL BLOQUE AISLANTE PV SUPERTEMP

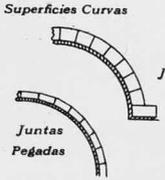
Masa-Stic es un adhesivo en forma de pasta que se emplea para simplificar la aplicación del Bloque Aislante PV SuperTemp de MASA. En superficies lisas son necesarios 2 1/4 Kgs. por cada metro cuadrado (50 lbs. x 100 sq. ft.); en superficies rugosas 3 3/4 Kgs. por cada metro cuadrado (75 lbs. x 100 sq. ft.). El Masa-Stic se suministra en envases de 70 Kgs.



## Como Facilitar Aplicaciones Especiales

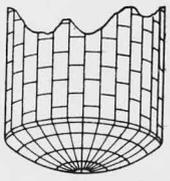
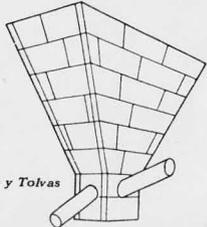


Superficies Planas y Curvas



Juntas a Inglete

Ductos y Tolvas



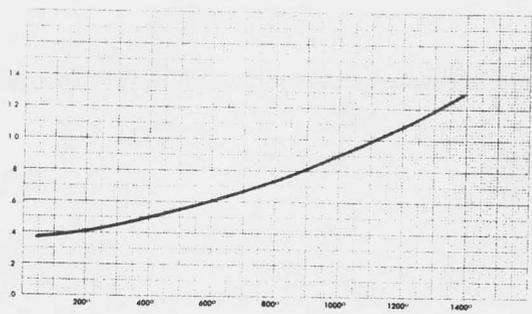
Tanques



**MASA** México y Representaciones, S. A.  
 México, D. F.

CONDUCTIVIDAD TERMICA BLOQUE SUPERTEMP MASA

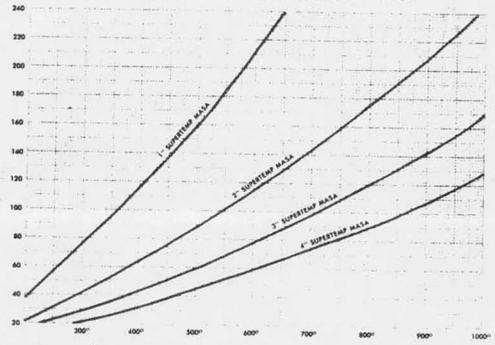
"K" BTU POR HORA POR PIE<sup>2</sup>



TEMPERATURA MEDIA GRADOS FAHR.  
CURVA BASADA EN PRUEBAS HECHAS POR EL  
LABORATORIO DE PRUEBAS M. I. T. Y EL LABO-  
RATORIO DE PRUEBAS PITTSBURGH.

PERDIDA DE CALOR - B.T.U. POR PIE<sup>2</sup> POR HORA

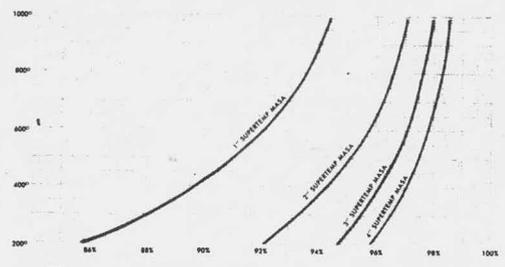
PERDIDA DE CALOR - BLOQUE SUPERTEMP MASA



TEMPERATURA, SUPERFICIE CALIENTE - GRADOS FAHR.

CONDUCTIVIDAD BLOQUE SUPERTEMP MASA

TEMPERATURA SUPERFICIE CALIENTE, GRADOS FAHR.



I CALOR CONSERVADO (EFICIENCIA) POR CIENTO

AZB



# COLCHAS AISLANTES MASA

SATISFACE AMPLIAMENTE LOS REQUISITOS DE LA NORMA COMERCIAL CS-117-49



Las Colchas MASA representan un método muy conveniente para instalar la Lana Mineral MASA de alta temperatura sobre superficies planas o ligeramente curvas de los tipos más grandes de Equipos Caloríficos, con el objeto de obtener importantes economías de calor. La Lana Mineral ha sido afelpada y asegurada cuidadosamente entre diversas combinaciones de telas metálicas, proporcionando así una variedad de diferentes estilos de colchas, para

adaptarse a los muchos requisitos de los diversos equipos caloríficos.

La Lana Mineral MASA constituye el elemento aislante en las Colchas MASA; es resistente al fuego, resistente al agua y tiene una notable eficiencia térmica. También tiene una gran estabilidad física y química, que es razón de su durable eficiencia y además proporciona la seguridad de obtener una constante economía a pesar de las condiciones más adversas que haya en el servicio.

## VENTAJAS DE LA COLCHA AISLANTE MASA

**Baja Conductividad Térmica** — Millones de minúsculas celdas de aire "entrapado" entre las fibras de Lana Mineral MASA de alta temperatura, dan a este material una conductividad térmica sumamente baja. Esta alta eficiencia da la seguridad de obtener el máximo de ahorro en calor, cuando se utilizan las Colchas Aislantes MASA.

**Resistentes a Altas Temperaturas**—Las Colchas Aislantes MASA resisten temperaturas tan altas como 1200°F sin perder su eficiencia aislante.

**Fuertes Mallas Metálicas** — Las fuertes y útiles mallas metálicas que se utilizan en la fabricación de las colchas MASA preservan a éstas de rupturas y aseguran una gran duración. Se puede disponer de mallas especiales para condiciones anormales de operación, con un ligero aumento en el precio.

**Sin Grietas ni Juntas Flojas** — Los extremos de las colchas MASA se pueden unir enlazándolas firmemente. Al aplicarlas forman una capa aislante compacta y continua, sin grietas ni juntas flojas que de otra forma, darían por resultado costosas pérdidas de calor.

**Separación Automática de Aire** — No se requiere material adicional para obtener un espacio de aire entre la superficie caliente y el aislante, cuando las colchas dotadas de costillas de metal, volteadas hacia afuera, son instaladas descansando en la superficie caliente.

**Resistentes a Golpes y Vibraciones**—Flexibles y fuertes a la vez; no se dañan fácilmente al embarcarlas o manejarlas; no se rompen ni se apelmazan.

**Aplicación Rápida... Menos Juntas**—Disponibles en piezas de 2 pies por 4 pies y 2 pies por 8 pies, que cubren grandes áreas rápida y fácilmente.

**Simplifican los Refuerzos**—Frecuentemente eliminan la necesidad de utilizar malla de alambre u otras telas que normalmente se requieren para sostener el aislante firmemente en su lugar.

**Se Cortan Fácilmente**—Se pueden cortar en el mismo sitio donde se efectúa la aplicación, con tijeras para lámina a fin de ajustarlas a áreas irregulares y para rodear obstrucciones.

**Disponibles en forma Semi-Rígida**—Las Colchas MASA se fabrican en forma flexible y en forma semi-rígida. Las colchas con costillas de  $\frac{3}{8}$ " o  $\frac{1}{2}$ " llenan los requisitos necesarios en los casos en que se desea tener rigidez.

**Estabilidad Física y Química** — La Lana Mineral MASA de alta temperatura, tiene una notable estabilidad física y química. Resiste perfectamente los efectos perjudiciales del agua, el vapor, la humedad o los gases corrosivos; resiste todas las vibraciones normales sin "fallar" y sin perder su eficiencia.



Máximo ahorro de combustible.



No se asienta



No hay roturas



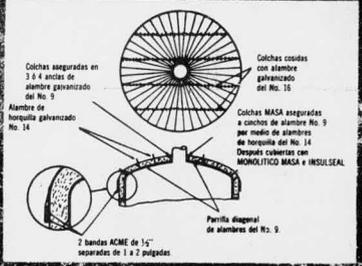
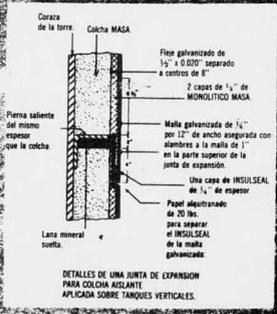
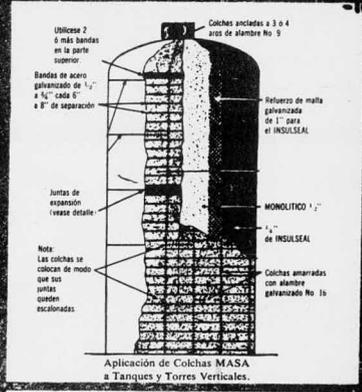
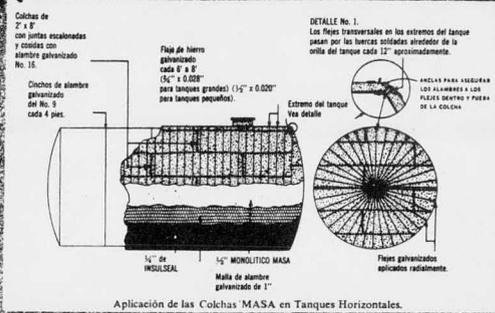
Resiste 1,200 °F



Fácil de manipular



Práctica de una



## METODOS DE APLICACION

Las Colchas MASA son aplicadas directamente a la superficie del equipo. Se escalonan las juntas, se unen las colchas cosiéndolas con alambre galvanizado del No. 16. Cuando es necesario aislar áreas grandes, se instalan unas anclas soldándolas a la superficie del equipo para poder anclar las colchas. En las instalaciones que se efectúan en tanques, se debe reforzar con flejes galvanizados, separados de 6" a 8" sobre el aislante.

**Acabado para intemperie**—Las Colchas MASA deben cubrirse con MONOLITICO MASA (1/2") forrando éste una vez seco, con una malla metálica de alambre gal-

vanizado del No. 16 bien retirada, la cual a su vez vá cubierta con una capa de INSULSEAL, (con un espesor aproximado de 1/4" húmedo), bien aplanada sobre la malla con una llana de albañil.

**Acabado interior**—Las colchas MASA en instalaciones interiores deben ir cubiertas con una capa de MONOLITICO MASA DE 1/2" de espesor que a su vez irá cubierta con una capa de 1/4" de cemento de acabado o de INSULSEAL. Se recomienda utilizar el INSULSEAL en acabados interiores, cuando el aislante va a estar expuesto a humedad excesiva, goteo, vapor, agua o abrasivos.

### ALGUNAS DE SUS APLICACIONES:

- Hornos para esmaltado
- Hornos secadores
- Hornos para acabados en laca
- Tachos
- Hornos para templado

- Lavadoras industriales
- Grandes tanques y depósitos
- Instalaciones azucareras y azufreras
- Ductos de aire caliente
- Hornos para ladrillo

- Calderas y ductos de humo
- Torres de destilación
- Carros Tanque de Ferrocarril
- Destiladores
- Cambiadores de calor

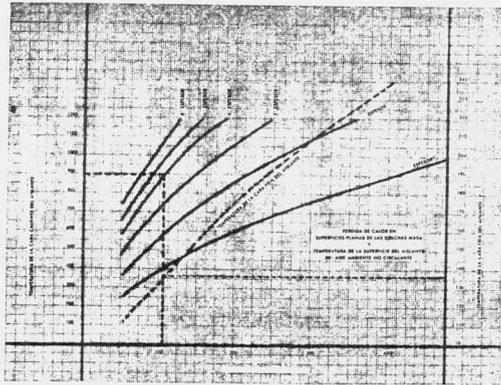
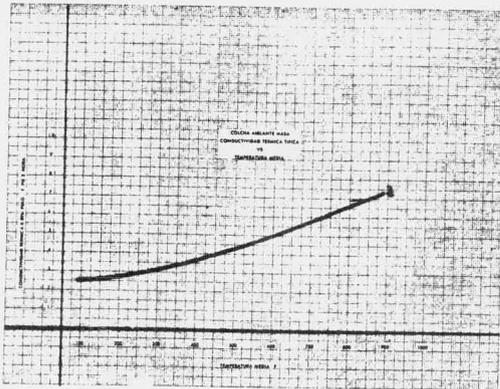


## GRAFICA DE CONDUCTIVIDAD Y TEMPERATURA MEDIA DE LAS COLCHAS AISLANTES MASA

### (abajo) GRAFICA DE PERDIDA DE CALOR

#### Uso de la Gráfica

Desde "Temperatura de la Cara Caliente del Aislante" (900°F) léase hacia la "Curva Espesores" (4"). Del punto de intersección léase hacia abajo en "Pérdida de Calor" (108 BTU). Para "Temperatura de la Cara Fría" léase hacia arriba desde "Pérdida de Calor" (108 BTU) hasta la "Curva de Temperatura de la Cara Fría del Aislante". Del punto de intersección léase hacia "Temperatura de la Cara Fría" (136°F).



## TIPOS STANDARD

### ESTRUCTURA A USARSE

- B-1 Metal desplegado y tela políera
- B-2 Metal desplegado standard y metal desplegado grueso
- C 1 Metal desplegado con costillas y tela políera
- A-1 Tela políera en ambos lados

## PROPIEDADES FISICAS

Temperatura de Servicio... Hasta 1200°F  
 Absorción de Humedad... Menos de 1% por peso a 120°F y 100% de humedad relativa por 96 horas.  
 Resistencia al Fuego..... Incombustible  
 Corrosión al Acero..... No la causa ni la acelera.

Medidas Standard

Longitud..... 4' y 8'  
 Anchura..... 24"  
 Espesor..... 1" a 4" en incrementos de 1/2"

Envases... Huacales de madera extrafuerte, forrados interiormente de cartón.

Conductividad Térmica (K) BTU por pulgada, por pie cuadrado, por hora, por grado F, a una temperatura media de:

296.9 .....	0.29
389.3 .....	0.38
564.8 .....	0.45
638.4 .....	0.55

## ESPEORES RECOMENDADOS A DIVERSAS TEMPERATURAS

Temperatura	Espesor
1000 - 200 °F	1"
2010 - 300 °F	1 1/2"
3010 - 500 °F	2"
5010 - 700 °F	2 1/2"
7010 - 900 °F	3"
9010 - 1100 °F	3 1/2"
11010 - 1200 °F	4"

MASA

# CEMENTO AISLANTE MONOLÍTICO "SUPER"

HAHA TEMPERATURAS HASTA DE 700°C

Es el cemento que aisla el calentador y el condensado. Para el aislamiento industrial en general. Se aplica en una sola capa. Ahorra tiempo. Reduce los costos de instalación.



Compuesto de Lana Mineral MASA de alta calidad, este revolucionario aislante industrial representa una economía positiva para cualquier presupuesto de instalación industrial.

Excepcionalmente limpio y no-irritante, puede aplicarse al espesor deseado en una sola capa. Ahorra tiempo, trabajo y dinero. Al secar deja un color claro, una superficie lisa.

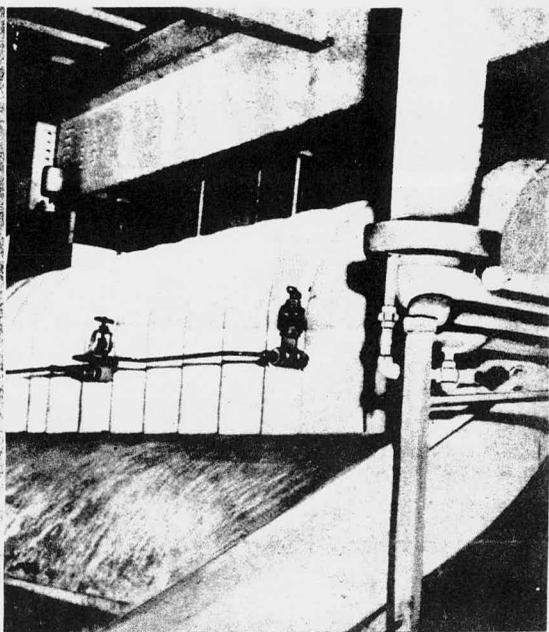
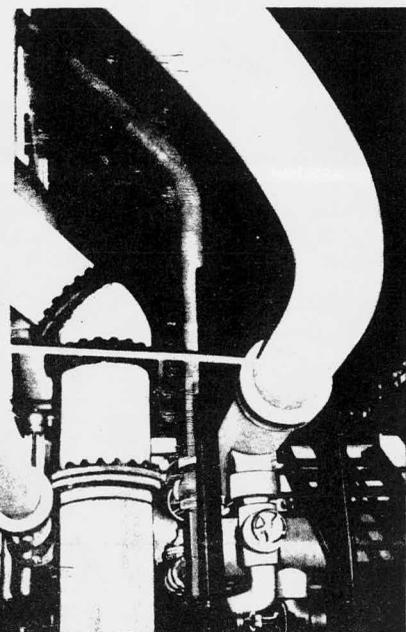
El empleo del Cemento Monolítico "Super", de MASA, produce economías adicionales en la instalación al ser aplicado en interiores, lo que elimina la necesidad de emplear el tratamiento usual de acabado, a menos de que el aislante esté expuesto a condiciones excepcionales.

## Aplicaciones Recomendadas

El Cemento Monolítico "Super", de MASA, abarca una lista de aplicaciones amplia y variada en el campo de operaciones de control de calor, dentro de las industrias progresistas de hoy. Estudie la lista siguiente y vea dónde el Monolítico "Super" puede producir economías en los sistemas de aislamiento dentro de su planta.

Válvulas y juntas	Hornos
Tanques de almacenamiento	Cilindros para vapor
Digestores	Calentadores de aire
Ductos de humo	Ductos de
Hornos para vidrio	aire caliente
y cerámica	Turbinas
Destiladores	Tubería

Tratamiento de acabado para superficies de aislamiento expuestas a la intemperie.



Aquí se ilustra el Cemento Monolítico "Super", de MASA, aplicado y terminado con lona o manta sobre tubería para vapor, en una estación eléctrica de mediana capacidad.

Una caldera parcialmente tratada con aislante. Se ha empleado el Cemento Monolítico "Super" como acabado sobre la caldera y se aplicará también a las derivaciones del tambor de vapor.



## MONOLITICO "SUPER" LE PROPORCIONA VERDADERA ECONOMIA

**UNA SOLA CAPA ES SUFICIENTE.** En una sola operación se aplica el aislante, se perfila, se sella y se obtiene una superficie lisa que refleja la luz.

**SE ADHIERE A SUPERFICIES METALICAS.** El Cemento Monolítico "Super" se adhiere con facilidad al equipo de metal frío (sobre 32° F). El equipo de metal caliente deberá ser totalmente recubierto con el cemento para que la adhesión sea satisfactoria.

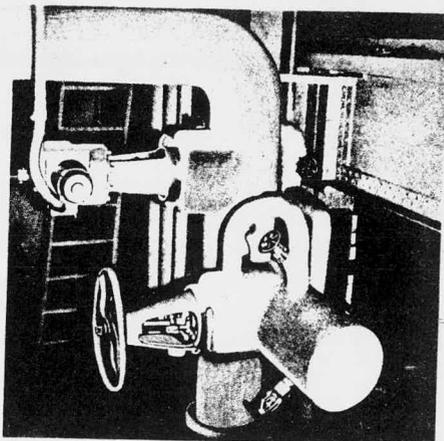
**ELIMINA LA TELA METALICA.** Para aplicaciones interiores, el Cemento Monolítico "Super", de MASA, no requiere tratamiento de acabado. Con ello se logra una economía adicional.

**SECA RAPIDAMENTE.** El Cemento Monolítico "Super" puede aplicarse a la intemperie, bajo condiciones normales. Dos horas después de su aplicación, resiste la lluvia o la humedad sin ablandarse.

**INSTALACIONES EXTERIORES.** Cuando se emplea Monolítico "Super" para instalaciones exteriores, se recomienda la aplicación de un protector permanente contra la intemperie.

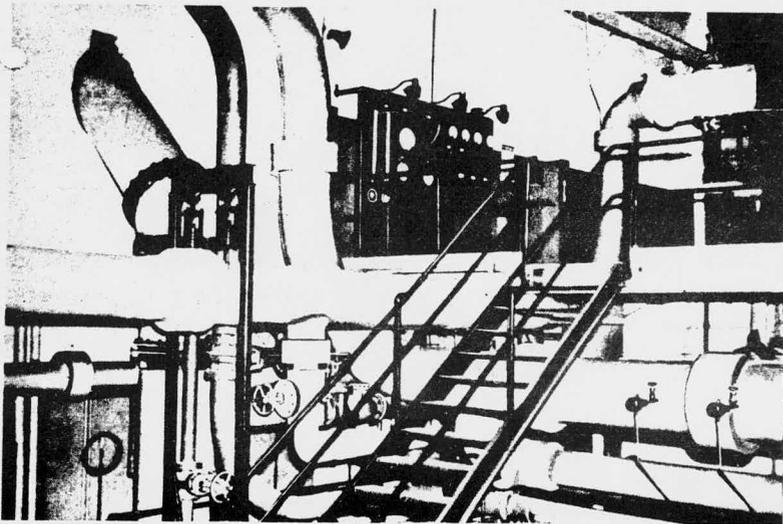
**FACIL DE PINTAR.** Pueden aplicarse directamente sobre el Cemento Monolítico "Super" la mayoría de las pinturas a base de aceite, una vez seco el cemento. Posteriormente, se pueden aplicar capas adicionales de pinturas a base de agua.

**A LOS MECANICOS LES GUSTA EMPLEAR MONOLITICO "SUPER".** Por ser excepcionalmente limpio y no irritante, los mecánicos de instalación prefieren emplear Monolítico "Super" más que cualquier otro producto similar.

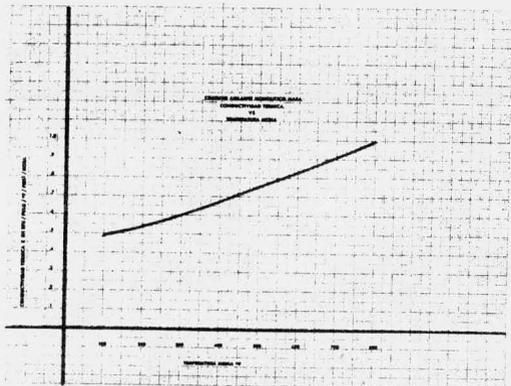


Esta es otra aplicación ideal del Cemento Monolítico "Super": codos, válvulas y juntas.

**FACTOR "K" EXCEPCIONALMENTE FAVORABLE.** A una temperatura media de 200° F, el factor "K" del Cemento Monolítico "Super" es de .50, lo cual es una ventaja de operación.



Tubería para vapor, válvulas, juntas y bridas. Estas son algunas de las muchas aplicaciones recomendadas para el Cemento Monolítico "Super" de MASA.



## MONOLITICO MASA CURVA DE CONDUCTIVIDAD TEMPERATURA MEDIA

(abajo) GRAFICA DE PERDIDA DE CALOR  
Uso de la Gráfica

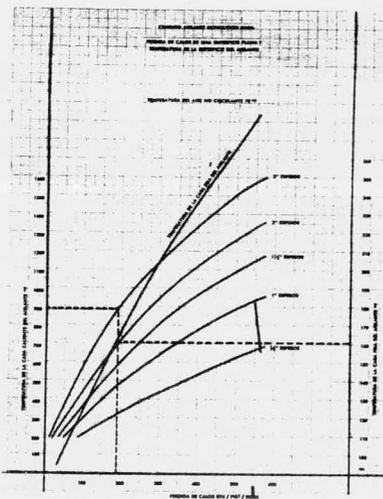
De la Temperatura de Superficie Caliente del Aislamiento (900 °F) léase hacia la Curva de Espesor (3"). Del punto de intersección léase hacia abajo en Pérdida de Calor (185 BTU). Para obtener Temperatura de la Superficie Fría, léase hacia arriba de Pérdida de Calor (185 BTU) en la Curva de Temperatura de la Cara Fría del Aislante (163 °F).

### PROPIEDADES FISICAS

Temperatura de Servicio	Hasta 2000 °F
Rendimiento Seco (Bd. Ft. / 100 lbs. de cemento)	50-55
Contracción Volumétrica (húmedo a seco)	14 1/2%
Densidad ya Instalado	22-24 lbs. por pie <sup>3</sup>
Fuerza Adhesiva al Acero	7 1/2 lbs. por pulg. <sup>2</sup>
Resistencia a la Comprensión (a 10% de Deformación)	34 lbs. por pulg. <sup>2</sup>
Corrosión al Acero	Ninguna
Resistencia al Fuego	Incombustible
Envases	Sacos de papel de capas múltiples
Peso Neto por Envase	40 Kilos
Conductividad Térmica (K) BTU / pulg. / pie <sup>2</sup> / hora / °F a temperaturas medias de:	
100 °F	0.49
500 °F	0.74
800 °F	1.06

### ALGUNAS APLICACIONES QUE SE RECOMIENDAN

Cuerpos de Calderas	Economizadores	Tanques de Agua
Cabezas de Calderas	Hornos: de ráfaga, forja, aire caliente, tratamiento térmico, fundición, secadores, esmaltables	Cilindros de Vapor
Cubiertas de Calderas		Generadores de Vapor
Toberas de Calderas		Planchadoras de lavanderías
Turbinas		Extremos de rodillos de molinos de papel
Conectores		Digestores, pre-calentadores de aire
Bombas		Cubiertas de fosas para esmaltar
Válvulas y Conexiones	Tanques de Almacenamiento: Agua caliente, aceite, alquitrán, y productos químicos	
Calentadores de alimentadores de agua	Estufas domésticas	
Cambiadores de Calor		



VI

ASPECTOS ECONOMICOS

## COSTOS

Uno de los principales puntos en la realización de cualquier proyecto o inversión en la industria es la consideración de costos, actualmente para la determinación de los costos en aislamientos -- termicos y en general en cualquier otro tipo de maquinaria, equipo e instalaciones es necesario profundizar elaborando una evaluación económica perfectamente encaminada a obtener los minimos valores al mas bajo desembolso economico. Dicha evaluación económica o estimación de costos se puede obtener por una gran variedad de metodos, de los cuales los más usuales son:

A): Indices de costos.- Es fundamental que dia a dia los precios de los productos cambien debido a los aumentos de materia prima, mano de obra, demanda etc. Para utilizar este metodo es necesario conocer los indices economicos de varios años para poder comparar con el año actual la variación en elevaciones e incrementos que se han efectuado y asi afectar los precios anteriores y actualizarlos.

Cada indice esta basado en un año o en el promedio de varios -- años; para los cuales, el costo de los aislamientos, equipos --- accesorios y materiales, se les asigna un valor de 100. Para los años siguientes el precio se compara con el que se dio en el año que se toma como base; la relación entre ambos indices por el -- costo nos dara el costo actualizado.

$$\text{costo A} = \frac{(\text{indice año A})}{(\text{indice año B})} = \text{costo año A}$$

Actualmente para la determinación de costos reales en aislamientos termicos se ha encontrado inoperante ya que se obtienen resultados que oscilan en un error de  $\pm 25\%$ .

B).- Metodo de Factores.- Este metodo se a encaminado solamente a cotizaciones preliminares utilizando datos existentes o información registrada en archivos o literaturas.

Los costos asi, se multiplican por un factor denominado de la--  
na-- el cual varia de acuerdo al proceso que se desempeñara en -  
la planta que se desea cotizar.

Este metodo es muy limitado por su poca exactitud.

C).- Metodo de Modulos.- En este metodo se considera a la planta separada en modulos cada uno de los cuales esta constituido por grupos de equipos similares los cuales se cotizan por medio de información existente y el resultado asi obtenido se multiplica por un factor de Lang modificado, posteriormente los valores obtenidos de cada modulo son sumados y adicionandole al valor total un porcentaje (25 a 30%) en el cual se incluyen los imprevistos.

Este metodo para aplicación de aislamientos y equipo en general es al igual que el anterior de aplicación muy limitado por su -

poca exactitud.

D).- Estimación por operaciones unitarias.- Este metodo esta basado en la premisa de que unidades similares tienen costos similares. El costo de aislamiento termico para una determinada operación sera función de:

- tamaño
- material de construcción
- temperatura de operación
- manejo, etc.

La exactitud de este metodo se desconoce pero esta mejor considerada que los determinados por los metodos de factores y modulos.

E).- Estimación detallada de costos.- Para determinar el valor-real para la adquisición de aislamientos termicos se requiere - una mayor cantidad de datos que en los metodos anteriores, para este estimado, cada equipo a aislar se calculara en forma sepa-rada, razón por la cual se tendran que tener perfectamente catalogados los equipos, por areas, longitudes, tamaños asi como número de capas y espesores o necesarias para aislarlos asi como- las condiciones de operaciones requeridos.

La determinación de Areas, longitudes y tamaños en los equipos - a aislar son magnitudes que no presentan gran dificultad en su- calculo, ya sea que se consideren los datos especificos del fa-

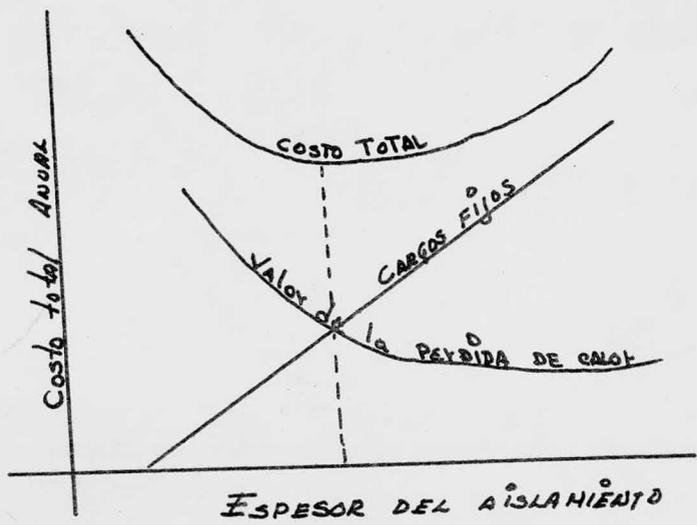
bricante o se determinen directamente de una manera fisica.

Para lo que respecta al calculo del numero de capas de aislante o espesor requerido es necesario analizarlo por medio de una serie de calculos y graficas que nos encaminen a la obtención de un espesor optimo.

Espesor optimo del aislamiento termico.-

El espesor optimo se define como aquel que a las condiciones normales se reditua como un minimo en su inversion. Si un equipo descubierto fuera a conducir un fluido caliente, habria cierta perdida de calor por hora cuyo valor podria determinarse del costo de producir las calorias en la planta generadora. A menor perdida de calor mayor grueso del aislante termico asi como, mayores costos iniciales y mayores cargos fijos anuales (mantenimiento y depreciación), los que deben añadirse a las perdidas anuales de calor. Los cargos fijos en el aislamiento termico instalado varian de 15 a 25% del costo inicial. Suponiendo cierto numero de capas o espesores de aislante y sumando los cargos fijos al valor de la perdida de calor, se obtendra el costo minimo y el grueso correspondiente sera el correspondiente al espesor optimo del aislamiento.

De forma gráfica esto estara representado de la siguiente manera:



El calculo analítico requiere los siguientes datos:

- Disponibilidad de aislamientos estandares en planchas, medias-cañas o en bloques (  $\gamma$  m )
- Precios de aislamientos (  $X$  pesos/m<sup>2</sup> )
- Conductividades termicas(  $K$  kcal/mhrc°)
- Tiempo de vida util (  $\alpha$  Años)
- Temperatura de trabajo y temperatura normal (  $\Delta T$  °C)
- Precio de generación del calor (  $\beta$  pesos/milooones de Calorias)
- Tiempo normal de trabajo

Una vez ordenados los datos anteriores para los diferentes tipos de aislantes, sera necesaria una tabulación para comparar las -- características de cada uno.

El calculo numerico para la determinación del espesor optimo se-- llevara de la siguiente manera:

siendo  $q = \frac{\Delta T}{R}$

Y N el numero de placas, bloques o medias cañas necesarias

por lo que  $q = \frac{\Delta T}{R} = \frac{T_2 - T_1}{\gamma / K_m} = \frac{Y}{N}$  kcal / m<sup>2</sup>. hr

Costo del calor perdido (Anual)

$\frac{Y}{N} \times 24 \text{ hr/día} \times 340 \text{ días/ANO} \times \beta \text{ Pesos} / 10^6 \text{ kcal} = \frac{Z}{N}$  ;  $\frac{\text{Pesos}}{\text{m}^2 \cdot \text{AÑO}}$

Costo anual del aislamiento por metro cuadrado (incluye manteni-- miento y depreciación)

$WN = \frac{\text{PRECIO AISLANTE}}{\text{TIEMPO DE VIDA UTIL}} = \frac{X}{\alpha}$  ;  $\frac{\text{PESOS}}{\text{m}^2 \cdot \text{AÑO}}$

Costo total (T) sera igual al costo del calor perdido + costo -  
del aislamiento

$$T = \frac{Z}{N} + WN$$

La variación del espesor respecto al costo sera:

$$\frac{dc}{dN} = -\frac{Z}{N^2} + W$$

Para el costo minimo se tendra

$$\frac{dc}{dN} = 0$$

Por lo que

$$0 = -\frac{Z}{N^2} + W$$

$$N = \sqrt{\frac{Z}{W}} = \text{NUMERO DE PLACAS, BLOQUES O MEDIAS CADAS DE ESPESOR CONOCIDO}$$

Por lo tanto el espesor real sera igual al Número de placas por-  
el espesor de cada placa.

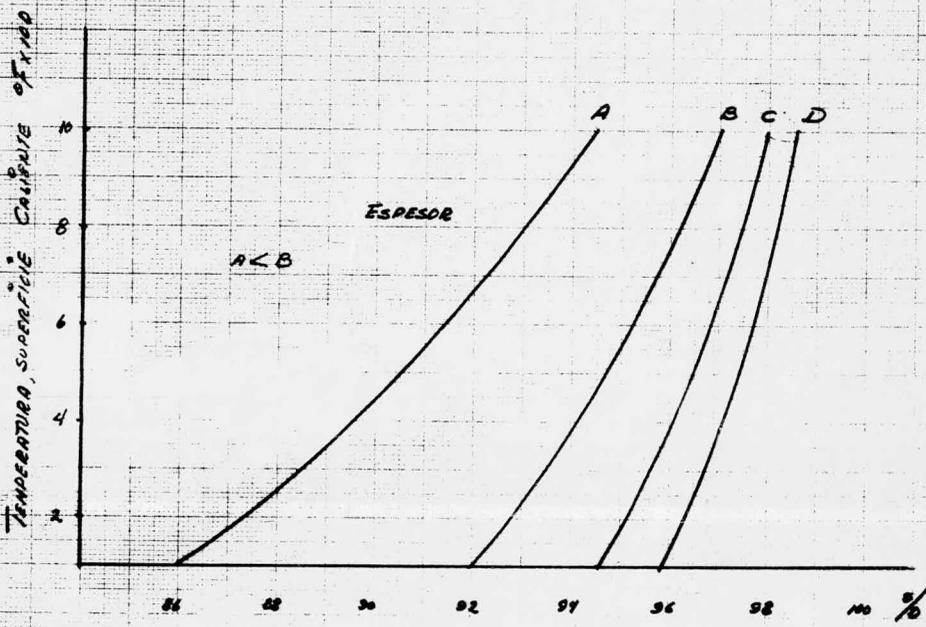
Por lo consiguiente el costo total (T), una vez conocido N se -  
tiene:

$$T = \frac{Z}{N} + WN \quad ; \quad \frac{\text{PESOS}}{\text{M}^2 \cdot \text{AÑO}}$$

Dando valores de acuerdo con los datos conocidos y considerando  
el numero de placas de espesor o minimo conocido se obtendra por  
comparación del valor del espesor optimo.

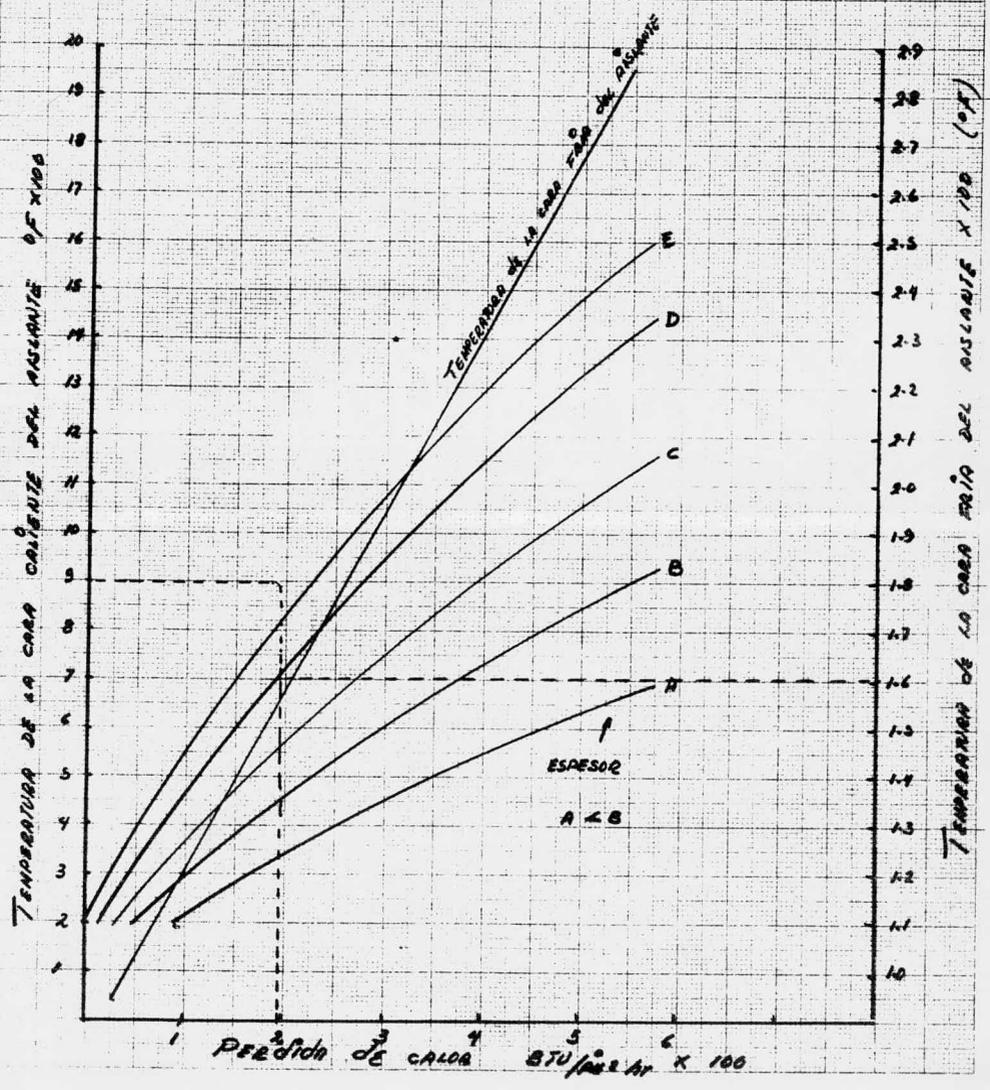
Independientemente de todos los calculos anteriores existen ta-  
blas especificas de espesores aproximados a los optimos los cua  
les son publicaciones ordinarias de los fabricantes al igual --

# EFICIENCIA DEL AISLAMIENTO



CALOR CONSERVADO (EFICIENCIA) POR CIENTO

# Pérdidas de Calor de una Superficie Plana y Temperatura de la Superficie del Aislante



TEMPERATURA DE LA CARA CALIENTE DEL AISLANTE  $^{\circ}\text{F} \times 100$

TEMPERATURA DE LA CARA FRÍA DEL AISLANTE  $^{\circ}\text{F}$

TEMPERATURA DE LA CARA FRÍA DEL AISLANTE

ESPAESOR  
A < B

PÉRDIDA DE CALOR BTU/hr ft² x 100

que las tablas de eficiencia y de perdida de calor.

El costo total para aislamientos termicos evaluado por este metodo para equipos y tuberias en una planta ordinaria se ha determinado y es aproximadamente del 8 al 9% de la inversión total del equipo, lo cual es equivalente al 2% del costo total de la inversión.

Este metodo tiene una exactitud del 95% pero su aplicación tiene un alto costo y depende en gran parte de la experiencia del personal que se encarga de efectuarla por esto un gran numero de compañías tienen un departamento exclusivo para costos y compras.

### DEPRECIACION

La depreciación es la reducción de valor que sufre una partida del activo fijo, bien sea maquinaria, edificios, equipos, etc., debido al desgaste motivado por el uso natural o extraordinario a que se sujeta, o por cualquier otra circunstancia que la haga inadecuada para su objeto; es decir, por el consumo normal o anticipado de su vida útil. Como estos bienes instrumentales son indispensables para la producción moderna, su depreciación es un factor de costo, concibiéndose entonces como un activo fijo que se convierte en circulante a través de los productos que se elaboran.

Las causas de la depreciación fundamentalmente son dos: a) el uso físico y b) la obsolescencia.

Consiste esta última en el término anticipado de la vida útil de un bien fijo por la disminución de su utilidad económica, debida a causas diversas, tales como nuevas invenciones y mejores técnicas, cesación de la demanda del producto, etc.

Supongamos que se adquiere un aislante X, cuya vida probable de servicio es de 10 años; para recuperar el valor de este aislante es indispensable aplicarlo al costo de los artículos que con el se fabriquen durante los 10 años. Esta sería la depreciación motivada por el uso natural.

Supongamos ahora la posibilidad de que a los 4 años se invente un nuevo aislante que produzca los mismos resultados a un costo inferior; el aislante X, aunque todavía se encuentre en excelentes condiciones de trabajo, no puede competir con el nuevo: anticuado y obsoleto.

El problema de la obsolescencia es particularmente agudo en los países muy industrializados, en donde constantemente se están haciendo investigaciones para impulsar el progreso de la técnica, con la finalidad de reducir los costos de producción.

Para el cálculo de la depreciación se requiere conocer tres elementos básicos: 1) el valor original, que llamaremos  $V_0$ ; 2) el-

valor de desecho, que distinguiremos con las iniciales Vd, y 3)-  
la vida probable de servicio, que representaremos con la inicial  
P.

Los métodos para calcular la depreciación pueden clasificarse --  
bajo los siguientes rubros: A) métodos en línea recta, B) méto--  
dos a base de producción; C) métodos de cargo decreciente y D) -  
métodos de interés.

Trataremos cada uno de ellos.

A) Métodos en línea recta.- Este método es el que generalmente -  
se emplea, debido a su sencillez. Presupone que la deprecia--  
ción es uniforme en función del tiempo, y para obtenerla, divi  
de la cantidad que va a depreciarse entre el número de perio-  
dos de servicio probable. La fórmula para su cálculo es la si  
guiente:

$$\frac{V_o - V_d}{\text{Vida probable de servicio en años}} = \text{Depreciación que correspon de a cada año.}$$

Para un aislante cuyo valor original es de \$9,500.00 y cuyo va--  
lor de desecho es de \$300.00, suponiendo que dure en servicio --  
diez años, la depreciación anual será:

$$\frac{\$9,500.00 - \$300.00}{10 \text{ años}} = \frac{9,200.00}{10} = \$920.00, \text{ depreciación anual.}$$

El asiento será:

Gastos de Producción.....	\$ 920.00
Depreciación	
Reserva para Depreciación.....	\$ 920.00
Provisión para la depreciación	
por el período correspondiente.	

Ahora bien, en la práctica es frecuente no considerar el valor de desecho y dividir simplemente el valor de adquisición del bien entre su vida probable. En el caso anterior sería:

$$\frac{9500}{10 \text{ años}} = \$ 950.00 \text{ depreciación anual.}$$

El porcentaje de depreciación se calcularía dividiendo la depreciación anual entre el valor sujeto a depreciación:

$$\frac{\$ 950.00}{\$ 9,500.00} = .1, \text{ o sea } 10\%$$

Cuota por grupo. La depreciación puede calcularse separadamente respecto de cada aislante, maquina, equipo, etc., y entonces se dice que se aplica la cuota por unidad; pero este procedimiento es muy laborioso particularmente cuando se tiene gran diversidad de pequeñas unidades. Para simplificar, se clasifica el activo despreciable en varios grupos de bienes que tengan aproximadamente la misma vida probable y se calcula un porcentaje para cada grupo.

Cuota compuesta. Si se desea aplicar un sólo porcentaje de depreciación, aun cuando los bienes sean heterogéros, se calcula una cuota compuesta. Así por ejemplo, supongamos tres unidades de bienes cuya vida probable, costo de inversión y valor de desecho, son los siguientes:

Vida probable en años	Costo de Inversión	Valor de Desecho	Depreciación Total	Depreciación Anual
3	\$10,000.00	\$1,000.00	\$ 9,000.00	\$3,000.00
10	30,000.00	5,000.00	25,000.00	2,500.00
12	20,000.00	2,000.00	18,000.00	1,500.00
	\$60,000.00	\$8,000.00	\$52,000.00	\$7,000.00

La cuota compuesta es de  $\frac{52,000}{7,000} = 7.43$  años

Objeciones al método en línea recta. Mencionaremos únicamente las principales:

- Se dice que la depreciación calculada por este método, que es uniforme, difiere completamente de la verdadera, ya que el activo depreciable, en realidad, sufre poco demérito en los primeros años, y después baja rápidamente de valor.
- Se dice que al cargar la misma cantidad anual por concepto de depreciación durante toda la vida de servicio del activo fijo, no se logra hacer uniforme los costos unitarios, puesto que a-

medida que pasa el tiempo éstos se van recargando por el costo creciente de reparaciones.

- En el caso de las empresas cuya actividad no es uniforme, sino que tienen períodos en que se intensifica y períodos en que decrece la producción, el método en línea recta resulta inadecuado, porque no distribuye uniformemente la depreciación sobre los costos unitarios. Esto ha dado lugar al empleo de los métodos a base de producción que adelante se exponen.

- El mismo problema se presenta en vastos sectores de la industria en las épocas de actividad intensa, como son las de guerra, en que la depreciación se acelera; de aquí que en dichas épocas muchas empresas sustituyan al método en línea recta -- por otro a base de producción.

B) Métodos a base de producción. Estos métodos consisten en -- calcular la depreciación en función al volumen de la producción; o dicho en otras palabras, consiste en dividir el valor neto del activo a depreciar entre la vida probable en -- unidades de producción, o en horas de trabajo.

La fórmula es:

$$\frac{V_o - V_d}{\text{Vida probable en unidades de producción o bien en horas de producción}} = \text{Depreciación que corresponde a cada unidad de producción, u hora de producción.}$$

Ejemplo: se tiene un aislante cuyo costo de inversión es de -- \$10,000.00 y cuyo valor de desecho se supone será de \$500.00 - después de haber rendido una producción de 1,000.000 de unidades. La depreciación correspondiente a cada unidad será la siguiente:

$$\frac{10,000 - 500}{1,000.000} = \frac{9,500}{1,000.000} = .0095, \text{ depreciación por unidad.}$$

Este método, como ya se dijo, toma en cuenta la mayor o menor intensidad de la actividad productora, así es que se aplica -- principalmente en los casos en que la producción no es uniforme. Desde el punto de vista teórico, resulta más adecuado de--preciar los bienes en función de los servicios prestados y no del tiempo transcurrido; sin embargo, las dificultades prácti--cas que se presentan para hacerlo, dan en muchos casos la ventaja al método en línea recta. Por una parte es muy difícil -- determinar la vida probable de un aislante en términos de unidades de producción; por otra, no debe perderse de vista que - los bienes se deprecian por el simple transcurso del tiempo y que, por tanto, en las épocas en que se suspende en absoluto - la producción, no por ello deja de presentarse el fenómeno de la depreciación. No obstante, los que principalmente apoyan es--te procedimiento son los contadores de costos, porque les faci--lita la aplicación de la depreciación a los costos unitarios.

C) Métodos de cargo decreciente. De estos métodos el más importante es el de porcentaje fijo sobre base variable. Este método consiste en calcular, con la fórmula citada a continuación, una tasa fija, para aplicarla sobre el valor decreciente que se obtiene restando al valor original del activo depreciable el importe de la depreciación durante el primer ejercicio; a ese saldo se le resta la depreciación del segundo ejercicio, y así sucesivamente.

La fórmula que se aplica es la siguiente:

$$t = 1 - \sqrt[n]{\frac{v}{v_0}}$$

Ejemplo: Un aislante costó \$17,000.00 y se calcula su vida probable en 15 años, al fin de los cuales se estima su valor de desecho en el 5% de su costo. Se desea saber cuál es el porcentaje fijo anual de depreciación que deberá aplicarse a los sucesivos valores depreciados hasta llegar al de desecho.

Aplicación:  $t = \sqrt[15]{\frac{850}{17,000}}$ ;  $\frac{850}{17,000} = .05$

Log. .05 = 8'69897000

$\frac{1}{15}$  Log. .05 = 9'913264

$\sqrt[15]{.05} = .81896$

$1 - \sqrt[15]{.05} = .18104$

El porcentaje de depreciación anual es 18.104%.

En la tabla siguiente puede verse la depreciación del aislante-máquina durante su vida útil:

Años	Valor neto al principio del año	Depreciación anual	Depreciación acumulada
1	17,000.00	3,077.67	3,077.67
2	13,922.33	2,520.49	5,598.16
3	11,401.84	2,064.18	7,662.34
4	9,337.66	1,690.48	9,352.82
5	7,647.18	1,381.44	10,737.26
6	6,272.64	1,133.80	11,871.06
7	5,128.94	928.53	12,799.59
8	4,200.41	760.43	13,560.02
9	3,439.98	622.76	14,182.78
10	2,817.22	510.02	14,692.80
11	2,037.20	417.68	15,110.48
12	1,889.52	342.07	15,452.55
13	1,547.45	280.14	15,732.69
14	1,267.31	229.42	15,962.11
15	1,037.89	187.89	16,150.00
	850.00	16,150.00	

Como puede verse por las cantidades que aparecen en la columna de depreciación anual, este procedimiento origina un cargo decreciente a los costos por concepto de depreciación, así es -- que puede emplearse cuando por algún motivo se desee hacer recaer el peso de la depreciación principalmente sobre los primeros años de la vida útil de un bien.

D) Métodos a interés. Son fundamentalmente dos: el de fondo de amortización y el de anualidad.

Método de fondo de amortización. Este método consiste en la -- acumulación sistemática de un fondo, ya sea en una institución de crédito, en calidad de depósito a plazo que devengue interés, o mediante la inversión la cantidad que periódicamente se vaya separando en títulos de crédito que devengue un interés -- fijo, de tal manera que la suma acumulada más intereses sea -- igual, al fin de la vida probable del bien en cuestión, al -- monto de lo depreciado. La fórmula para el cálculo de la amortización es la siguiente:

$$\text{Amortización} = \frac{Vt}{r^n - 1}$$

Aplicada a los problemas de depreciación (que llamaremos D), -- esta fórmula se substituye por la siguiente:

$$D = \frac{(V_o - V_d)t}{r^n - 1}$$

Ejemplo: Si se toman los mismos datos del caso anterior y se suponen que la imposición del capital en un banco se hace al 6% anual, el problema queda planteado como sigue:

$$V_o = 17,000.00$$

$$V_d = 850$$

$$T = 6\%$$

$$p = 15 \text{ años}$$

$$D = x$$

Haciendo la substitución numérica, se tiene:

$$\frac{(17,000 - 850) \cdot 0.06}{1.06^{15} - 1} = 693.85$$

Por tanto, será necesario depositar anualmente \$693.85 en la institución de crédito, para constituir el fondo de amortización cuyo monto ascenderá a \$16,150.00 al cabo de los 15 años.

Método de anualidad. La característica de este método consiste en que en él se considera un interés sobre el capital invertido en el activo depreciable, y dicho interés se carga a los costos al mismo tiempo que la depreciación.

La cantidad a depreciar (valor original menor valor de desecho)-

se considera como el valor actual de una serie de anualidades - inmediatas, a una tasa dada y en un tiempo igual a la vida probable. Ahora bien, la fórmula de las anualidades inmediatas es la siguiente:

$$\text{Anualidad} = \frac{Vt}{1 - r - n}$$

Aplicada al problema de depreciación queda como sigue:

$$\text{Anualidad} = \frac{(V_o - V_d)_t}{1 - r - P}$$

Ejemplo: Tomaremos los mismos datos que se usaron en los métodos anteriores y consideraremos que el activo depreciable debe producir un interés del 6% anual. Haciendo la sustitución numérica se tendrá:

$$\text{Anualidad} = \frac{(1700 - 850) \cdot 0.06}{1 - 1.06 - 15} = 1,662.85$$

En la tabla siguiente aparecen las proporciones en que la anualidad se distribuye entre la reserva para depreciación y los intereses.

Años	Cargo a Gastos de Producción (Depreciación	Abono a Reserva para Depreciación	Abono a Intereses
1	\$ 1,662.85	\$ 693.85	\$ 969.00
2	1,662.85	735.48	927.37
3	1,662.85	779.61	883.24
4	1,662.85	826.39	836.46
5	1,662.85	875.97	786.88
6	1,662.85	928.53	734.32
7	1,662.85	984.24	678.61
8	1,662.85	1,043.30	619.55
9	1,662.85	1,105.89	556.96
10	1,662.85	1,172.25	490.60
11	1,662.85	1,242.58	420.27
12	1,662.85	1,317.14	345.71
13	1,662.85	1,396.16	266.69
14	1,662.85	1,479.93	182.92
15	1,662.85	1,568.73	94.12
	<u>\$24,942.75</u>	<u>\$16,150.05</u>	<u>\$8,792.70</u>

Como se ve, los costos resultan recargados en \$8,792.70 por concepto de intereses, pues en total se cargan a Gastos de Producción \$24,942.75 en los quince años, mientras que por cualquier otro procedimiento de los mencionados anteriormente, durante el-

mismo lapso se cargarían únicamente los \$16,150.00 que importa -  
la depreciación.

Valor de reemplazo como base para el cálculo de la depreciación.  
Al exponer los diversos métodos de dividir la depreciación, he--  
mos tomado el costo del activo sujeto a depreciación como base -  
para el cálculo de ésta, que es la práctica universalmente acep-  
tada.

Pero, como se pudo observar al tratar los ciclos económicos, los  
cálculos de la depreciación pueden ser matemáticamente exactos y  
sin embargo falsear su base debido a las fluctuaciones en el va-  
lor de la moneda. Supongamos, por ejemplo, que en una época de -  
auge estamos usando una maquinaria adquirida durante la depre---  
ciación que ahora vale el doble de los costos, calculada de acuer-  
do con el precio en que adquirimos la maquinaria, es en realidad  
la mitad de la que deberíamos cargar.

De estas consideraciones ha surgido un movimiento que tiende a -  
tomar como base para el cálculo de la depreciación, entendida --  
como factor de costo, no al valor de adquisición del activo fijo,  
sino su valor de reemplazo.

Tablas de depreciación. Se ha hecho una comparación entre la vi-  
da humana y la vida de la máquina y equipos para la formación de  
tablas de depreciación, a semejanza de las tablas de mortalidad -  
La estadística ha venido a proporcionar un gran servicio en la --

catalogación de la vida probable de los diferentes bienes que se deprecian, y de acuerdo con estas tablas se han formado, a la vez, otras tablas de porcentajes que pueden utilizarse como punto de partida para calcular la depreciación cuando se desconoce el rendimiento, o sea, la vida probable de servicio del objeto depreciado.

### SECUENCIA DE ADQUISICION

#### Departamento de compras.

Una de las fases más importantes que se siguen en el desarrollo de un proyecto o de una redaptación, es la adquisición del equipo y materiales necesarias. Dicha adquisición debe hacerse a un costo razonable y en un tiempo de entrega adecuado. De realizar lo anterior se encarga el departamento de compras de una compañía; en dicho departamento debe contarse con ingenieros o personal de gran experiencia tanto en el proceso mismo como en los diferentes materiales que han de ser adquiridos.

El departamento de compras es el encargado de proporcionar al ingeniero de proyecto, la información necesaria acerca de los diferentes tipos de materiales que existen en el mercado y de sus precios, así como servirá de enlace con los proveedores. Debido a las múltiples operaciones que realiza de un proyecto, es necesario una buena organización del mismo, así como un personal con un amplio criterio y experiencia. Este departamento generalmente está constituido por un gerente de compras, asisten--

tes, agentes de compras y secretarias, aunque su organización dependerá de cada compañía.

La compra del material, equipo y mano de obra necesarios para el proyecto, puede llevarse a cabo por dos métodos:

- Método de compras por contrato.
- Método de compras por equipo o materiales.

En el método de compras por contrato, uno o más proveedores se asignan a un proyecto específico (contrato). Este método requiere de compradores con un amplio conocimiento del equipo o materiales a comprar. Las compras por contratos son aconsejables para organizaciones pequeñas.

En el método de compras por materiales y equipo, cada comprador maneja cierto tipo de materiales o equipo, sin importar el proyecto para el cual se requieren. Este método se emplea con mayor frecuencia en grandes organizaciones que manejan un sinnúmero de proyectos.

#### Especificaciones y diagramas.

En la adquisición de equipos e implementos, pocos son los que se pueden comprar sin especificaciones y diagramas, ya que éstos ayudan a proporcionar los datos de diseño en una forma clara y concisa. Este tipo de trabajo debe ser desarrollado por los grupos de ingeniería de la compañía, siendo aconsejable so

licitar la asesoría técnica del departamento de ventas de los proveedores, ya que uno de los errores más comunes y caros en un proyecto, es la tendencia a diseñar equipo sin tener en cuenta la disponibilidad de materiales, mano de obra o los costos.

Secuencia de actividades en un departamento de compras.

- a) Cantidad y descripción del material cotizado.
- b) Precio. (Tanto el unitario como el total).
- c) Peso estimado.- Este dato es necesario para el embarque.
- d) Tipo de cotización.- Aquí se incluye el tiempo durante el cual es válida la cotización (generalmente treinta días); - cláusula de escalación (permite el ajuste del precio en función de las variaciones de mano de obra, materiales y - transportación, entre la fecha de pedido y la fecha de embarque).
- e) Descuentos.
- f) Condiciones de pago, incluyendo la especificación LAB (libre de bordo), entendiéndose en este caso que la mercancía será entregada a bordo de un transporte en el sitio indicado.
- g) Tiempo de entrega. Este dato debe aparecer en cualquier cotización. (Generalmente se expresa en días, semanas o meses).

### Comparación de precios.

Después que se reciben las cotizaciones de los diversos proveedores con los datos que se incluyen en éstas, se elabora una tabla comparativa, la cual constituye un método claro y eficaz de comparar la información proporcionada por los proveedores.

En la construcción de una tabla comparativa se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- a) Especificaciones.
- b) Precio y escalación.
- c) Condiciones de pago.
- e) Política del proveedor.
- f) Garantías.
- g) Fletes.
- h) Cláusula de mano de obra.
- i) Tipo de embarque.

Una vez elaborada la tabla comparativa, es necesario un análisis detallado de la información contenida en ella. En base a dicho análisis, se seleccionara el proveedor que ha de encargarse del pedido. Como en el caso de las solicitudes de cotización, también existen formas estándar para tablas comparativas, elaboradas por cada compañía. Todas aquellas decisiones en base a la tabla comparativa deben ser aprobadas por el ingeniero de proyecto. El departamento de compras debe indicar en forma clara -

todos los términos y condiciones de embarque, haciendo resaltar las diferencias entre cada proveedor. En los estudios de ingeniería hechos por la compañía, deben incluirse copias de las tablas comparativas de los diversos equipos. El ingeniero de proyecto del contratista generalmente debe enviar una copia de dichas tablas al ingeniero de proyecto del cliente, para su aprobación.

Pedido (orden de compra).

El pedido debe referirse a una cotización escrita del proveedor, la cual debe estar perfectamente identificada con su fecha y -- su número, y elaborarse en una forma especial para tal objeto.

Generalmente un pedido consta de los siguientes datos:

a) Descripción y precios.- Aquí debe hacerse referencia a las - especificaciones que sirvieron de base para solicitud de cotización, haciendo una descripción exacta de lo que fue coti- zado por el proveedor; se debe indicar de cuántas piezas es- tá compuesta cada partida, los precios unitarios y totales - de los equipos y materiales, así como el precio total del me- dio, los impuestos sobre ingresos mercantiles, descuentos y- el precio total neto del pedido.

b) Condiciones de pago.- En este punto se incluye la forma de - pago, las que generalmente son:

1.- Contado.

2.- Por financiamiento. Si se cuenta con crédito en la compañía proveedora, el pago puede hacerse en forma diferida - contra el cumplimiento de alguna condición fijada de común acuerdo entre el proveedor y el contratista. Si el pedido es de cuantía y el proveedor pide algún anticipo, generalmente se solicita una fianza en favor del contratista que garantice el buen uso de ese dinero.

c) Tiempo de entrega.- Se toma el tiempo de entrega fijado por el proveedor en su cotización y en base a la fecha del pedido se fija una fecha límite de entrega, pasada la cual, el proveedor está sujeto a una multa (generalmente 2 al millar) - por día de retraso.

Esta cláusula de multa debe estar especificada en el pedido - y debe ser aceptada por el proveedor; en caso de no hacerlo, debe expresarlo por escrito.

d) Garantías.- En este punto se indican las garantías que han de tener los materiales y equipos. Si el pedido es de equipo, se pide una fianza con un valor de aproximadamente el 10% del pedido, otorgada en favor del contratista para garantizar el buen funcionamiento, así como la buena calidad de los materiales y mano de obra.

e) Observaciones.- Aquí se incluyen todas las aclaraciones necesarias concernientes al pedido como son: lugar a donde ha de

ser enviada la correspondencia que origina el pedido, como y dónde han de ser presentadas las facturas para su cobro, lugar a donde ha de embarcarse el equipo o material, etc.

f) Anexos.- En este punto deben anotarse los documentos que forman parte integral del pedido.

### Expeditación.

La función principal de esta operación es asegurar que el equipo o material sean entregados en las fechas establecidas en el proyecto, cumpliendo además con lo siguiente:

- Revisión de los datos que pueden afectar las fechas de entrega
- Anticipar cualquier demora o cuello de botella y tratar de solucionar directamente con el proveedor.
- Asistir al proveedor en la obtención de prioridades.
- Cambiar la programación de fechas de entrega, si es necesario.
- Estar pendiente de los cambios en la programación del proyecto efectuados por los departamentos de ingeniería y notificarlos al proveedor o fabricante, cuando sea necesario.
- Expedir a su propia organización con objeto de que los diagramas y especificaciones se terminen en el tiempo programado.

Es conveniente hacer notar que las entregas del equipo o material efectuadas antes o después del tiempo programado, implican serios problemas en el almacenaje, por lo cual la persona encargada de la operación de expedición debe tener conocimiento de los proce

dimientos de fabricación, de los métodos de adquisición de los-  
proveedores y de las prácticas comunes de embarque.

VII

CONCLUSIONES.

CONCLUSION

La selección, manejo e instalación de los aislamientos termicos actualmente es fundamental para el ahorro de energeticos dentro de la industria, ya que el precio de estos y por consiguiente - el de generación de energia se han incrementado en forma alar-- mante.

Se ha estimado que el 10% del costo total de la generación de - energia dentro de la industria podra ser ahorrado casi sin in-- versiones adicionales con solo mantener, conocer y aplicar algu nos detalles como son:

- A).- Diseño y selección adecuada de los sistemas termino aislant
- tes
- B).- Instalación correcta del sistema aislante
- C).- Mantenimiento oportuno de los aislamientos termicos
- D).- Diseño racional y objetivo de los equipos para producción, manejo y transmisión de calor
- E).- Control y modificación de las fugas existentes en los sistemas de operación.
- F).- Control periodico de consumo de energetico contra producto terminado.

El objetivo principal del presente trabajo ha sido proporcionar medios fundamentales para el conocimiento general acerca de las aislamientos termicos, los cuales aunados a la experiencia per-

sonal podran ser utilizados de forma practica y objetiva para el desarrollo, sustitución y mejora dentro del equipo de transferencia de energia, y lo cual nos asegurara un control racional de los energeticos, y por consiguiente una serie de beneficios por de ello se implica.

VIII

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Abelardo Rovira Preira  
Metalurgia General.  
Editorial Dossat S.A. Madrid 1970
- 2.- Warren L. McCabe  
Principios Basicas de Ingenieria Química  
Editorial Reverte" S.A. México 1973
- 3.- Haward F. Rase y M.H. Barrow  
Ingeniería de Proyecto para Plantas de Proceso  
John Willey And Sons 1976
- 4.- Kern D.Q.  
Procesos de transferencia de Calor  
C.E.C.S.A. 1974
- 5.- Ernest E. Ludwig  
Applied Proces Desing for chemical and petroquematical prants.  
Gulf Publisking Compani 1965
- 6.- Max S. Peters y Klaus D. Timmerhaus  
Plant Desing and Economics for Chemical Engineers  
Mc graw-Hill Kogarusha LTD 1972
- 7.- Seatiel Alatryste  
Tecnica de los Costos  
Editorial Porrúa 1972
- 8.- Joaquin Ocon y Gabriel Tojo  
Problemas de Ingenieria Química  
Editorial Aguilar 1974
- 9.- Jose Torres Lugo  
Generadores de Vapor  
Tesis Profesional UNAM, Facultad de Quimica 1978
- 10.- Manual Industrial del Acero  
The Making Shaping and treating of steel.
- 11.- Kirk Othomer  
Enciclopedia Tecnologica Quimica  
Editorial Uthea 1967
- 12.- Scott Pattisom E.  
Tecnologia de Materiales  
Editorial Aguilar 1971