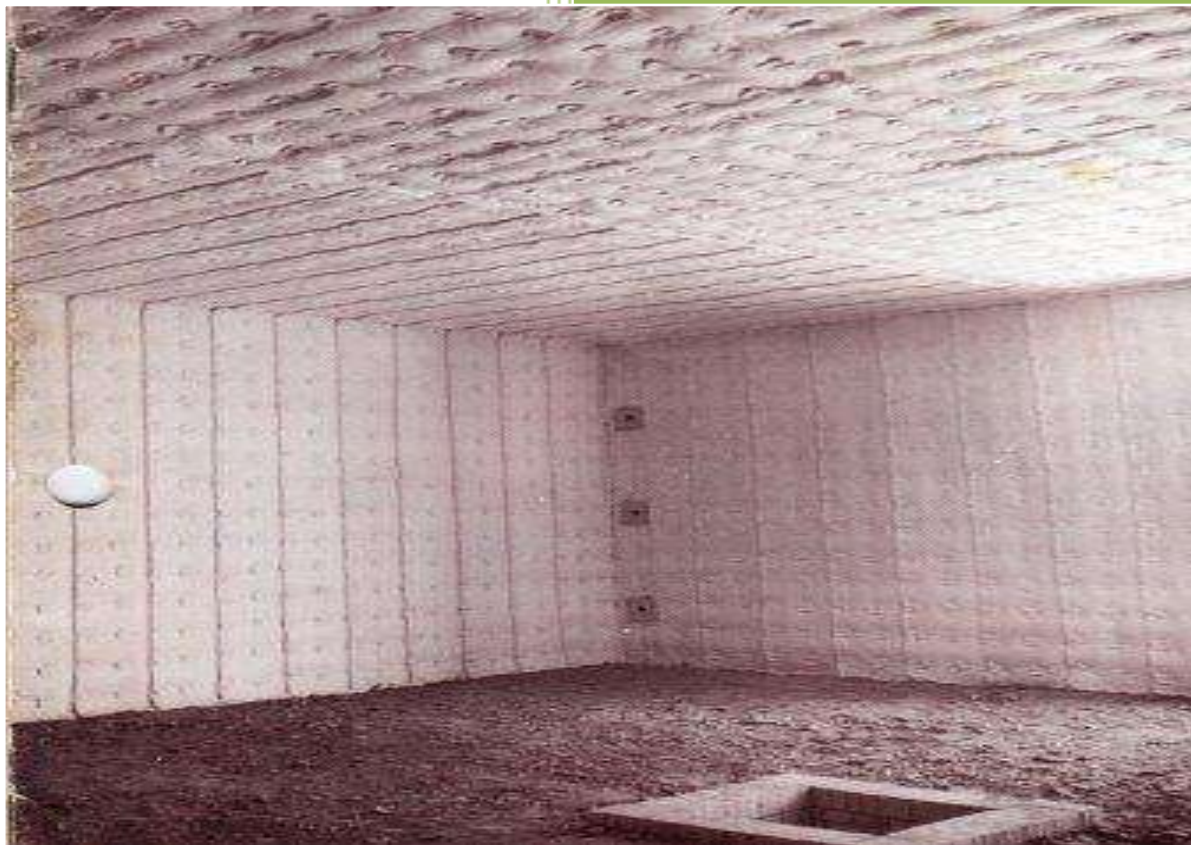


# 2009

## REVESTIMIENTOS DE MANTA Y EMPAPELADO



REFRACTARIOS NACIONALES

10/09/2009

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 75 años, Thermal Ceramics ha probado ser un líder mundial en solucionar problemas para industrias de calor intensivo.

La fibra cerámica refractaria fabricada por Thermal Ceramics es un material sumamente versátil. Se puede centrifugar o soplar a granel, depositar con aire en una manta, doblar en módulos, formar en módulos monolíticos (Pyro-Bloc), convertir en placas y formas, troquelar en empaquetaduras, doblar en estambre, entretejer en sogas o tela, y mezclar en líquidos adherentes para revestimientos y cementos. Con ésta amplia gama de productos, Thermal Ceramics puede proveer exactamente el producto adecuado o sistema diseñado para acomodar sus requisitos. Thermal Ceramics tiene un personal experimentado de especialistas refractarios para asistirlo en la selección de productos, diseño de sistemas y técnicas de instalación.

Thermal Ceramics ha gozado de un gran éxito con sus productos de fibra cerámica debido a su rentabilidad en costo y propiedades aislantes excelentes. Son livianos y tienen baja conductividad térmica, resistencia excelente al choque térmico, resistividad eléctrica sobresaliente, y buenas propiedades acústicas.

Este manual de instalación y diseño tiene la intención de darle a los diseñadores, instaladores y usuarios de los productos de fibra cerámica de Thermal Ceramics una amplia gama de información de como seleccionar el sistema de fibra más apropiado para una aplicación particular, el criterio de diseño necesario, y como instalar correctamente el sistema seleccionado.

*POR FAVOR NOTE: Este manual ha sido diseñado para acomodar fácilmente información nueva o revisada. A los poseedores del manual se les advierte que mantengan su dirección al día con el Departamento de Propaganda y Promociones de ventas en Thermal Ceramics en Augusta, Georgia. Cualquier pregunta o comentario acerca de este manual deberá ser dirigida a su representante local de Thermal Ceramics.*

## REVESTIMIENTOS DE MANTA Y EMPAPELADO

Nuestra línea de productos de manta de fibra cerámica ofrece baja conductividad térmica, excelente resistencia al choque térmico y baja capacidad de almacenamiento de calor. Esta disponible en una amplia gama de composiciones de temperaturas y densidades, las mantas de Fibra de Cerámica Refractaria de Thermal Ceramics no contienen materiales orgánicos que puedan contaminar la atmósfera de los hornos a temperaturas elevadas. Los productos de manta de Thermal Ceramics pueden ser suplidos en una variedad de densidades, espesores y anchos de rollo desde nuestro inventario.

Los siguientes procedimientos tienen la intención de proveer instrucciones de como instalar revestimientos de manta/empapelado con éxito. Es importante que se tomen en cuenta ciertas consideraciones de instalación durante el proceso de diseño. Los procedimientos presentados aquí se aplican a la mayoría de los casos, pero no tratan de incluir todas las situaciones que puedan existir. Los temas específicos que serán discutidos son los siguientes:

1. Sistemas de Anclaje y Arreglo
2. Herramientas y Equipo
3. Diseños de Instalación

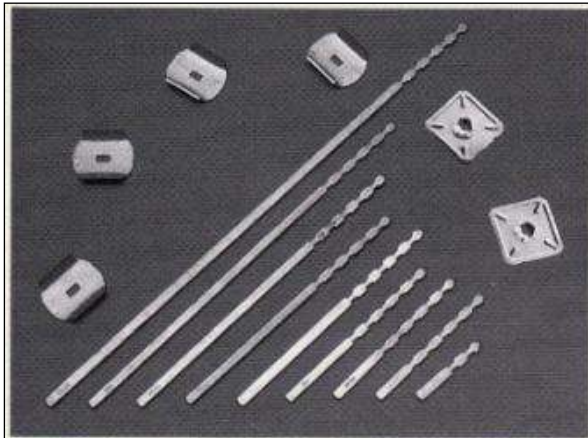
**GENERAL**
**SISTEMA DE ANCLAJE**


Figura 1 - Sistema de Anclaje


**HERRAMIENTAS Y EQUIPO**

El equipo básico que se requiere para la instalación de un revestimiento de manta de fibra de cerámica incluye los siguientes:

- Máquina para soldar de 300 amperios
- Liguillas (6.35mm x 76mm [1/4" X 3"])
- Pistola de soldar tornillos
- Iluminación
- Línea de tiza y jaboncillo
- Andamiaje
- Cinta de medir
- Pulidora eléctrica de 76mm (3")
- Cuchillos de carnicero de 152mm (6")
- Plomada
- Escuadra de 1.2m (4')

**ARREGLO DEL ANCLAJE**

El arreglo del anclaje se debe hacer en el interior de la cobertura, asegurándose que el sistema de anclaje es localizado apropiadamente para el revestimiento de manta.

Típicamente, la instalación del anclaje se empieza en la pared del fondo de la unidad. Se le debe prestar atención especial a los anclajes de las esquinas para asegurar una distancia suficiente de la pared adyacente.

El arreglo del anclaje está basado en la capa expuesta o cara caliente de la manta sin considerar ninguna de las capas de respaldo de manta. Asegúrese que las juntas de las siguientes capas de manta estén escalonadas, no alineadas. También debe haber un máximo de 76mm (3") de distancia entre la última fila de tornillos y el final o esquina de la manta. En la mayoría de los casos, el largo requerido de los tornillos será el mismo que el espesor nominal del revestimiento de manta. El arreglo debe incluir una anchura mínima de 305mm (12") para la cara caliente de la manta.

El largo máximo de la capa de manta de la cara caliente no debe exceder 3.8m (12<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"). Esto prevendrá el desarrollo de rasgaduras por encogimiento a lo largo de la manta.

Los patrones de los tornillos varían a través del ancho de la manta de acuerdo al tipo de instalación deseado. Por ejemplo, la aplicación de junta de tope requiere un patrón de tornillo de 229mm-229mm-140mm (9"-9"-5<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"); aplicaciones traslapadas a 102mm (4") requieren un patrón de tornillo de 254mm-254mm-254mm (10"-10"-10"), mientras que aplicaciones traslapadas de 305mm (12") requieren un patrón de 152mm-152mm-152mm (6"-6"-6").

**Selección de la Aleación para el Anclaje** - Los siguientes límites de uso están sugeridas por la API ("American Petroleum Institute") y están basadas únicamente en la temperatura operacional del horno. Si azufre y/u otros contaminantes están presentes, puede requerirse un cambio en la selección de la aleación. Los anclajes de acero inoxidable 316(316SS) han provisto la mayor resistencia al azufre y deben ser considerados en esta situación.

Temperatura del Horno	304SS	316SS	309SS	310SS	Inconel 601
760°C (1400°F)	X	X			
816°C (1500°F)			X		
927°C (1700°F)				X	
1093°C (2000°F)					X

Para condiciones de operación sobre los 1093°C (2000°F), anclajes de cono cerámico o de pernos cerámicos pueden ser

considerados. Para más información de estos diseños, contacte su representante de Thermal Ceramics.

### CONSTRUCCIÓN CON JUNTA A TOPE

El patrón de separación horizontal en la Construcción con Junta a Tope es 229mm-229mm-140mm (9"-9"-5 1/2") Esto será a través del ancho de la manta. El uso de 140mm (5 1/2") en vez de 152mm (6") con una manta de 610mm (24") de ancho asegura una pequeña compresión de la junta. Se puede hacer una plantilla para ayudar con el arreglo. Repita este patrón a lo largo de la parte de arriba y abajo de la pared del fondo mientras se puedan poner mantas enteras, y marque con tiza las líneas verticales conectando las marcas correspondientes.

Cuando esté intersecando otra pared, ajuste la separación para asegurar que la primera hilera de tornillos de la pared adyacente sea de 76mm (3") más el espesor del revestimiento. Mida desde la última hilera de tornillos a la esquina y substraiga 76mm (3") más el espesor del revestimiento. Tome la mitad de esta distancia para determinar la localidad de la hilera intermediaria. Véase la Figura 2.

Para obtener la separación vertical entre hileras de tornillos

empiece en la misma esquina de la pared del fondo. Mida desde el techo 76mm (3") más el espesor del revestimiento y márquelo. La separación vertical entre las hileras restantes es de 356mm (14"). La única excepción a esto serán las últimas dos hileras de tornillos más cerca del suelo. Estas se localizarán de la manera descrita anteriormente al intersecar otra pared. Para completar la separación vertical, haga las mismas medidas al otro lado en la esquina opuesta y marque cada una. Las líneas horizontales pueden entonces ser marcadas para completar la cuadrícula guía.

El mismo procedimiento debe ser usado para todas las paredes del horno. Revise todas las esquinas para asegurar que la primera hilera de tornillo en cada caso sea de 76mm (3") más el espesor del revestimiento.

Para empezar el arreglo de tornillos para el techo o arco, las líneas verticales en las paredes finales se usarán para definir una de las medidas. Estas proveerán el patrón de 229mm-229mm-140mm (9"-9"-5 1/2") que se requiere a lo largo del ancho de la manta. Las líneas de tiza se pueden trazar a lo largo del horno usando estas marcas. La separación de los tornillos que corren a lo largo del horno empezará desde la pared del fondo. La primera hilera de tornillos se localiza midiendo 76mm (3") más el espesor del revestimiento. Las siguientes hileras de tornillos se localizarán cada 305mm

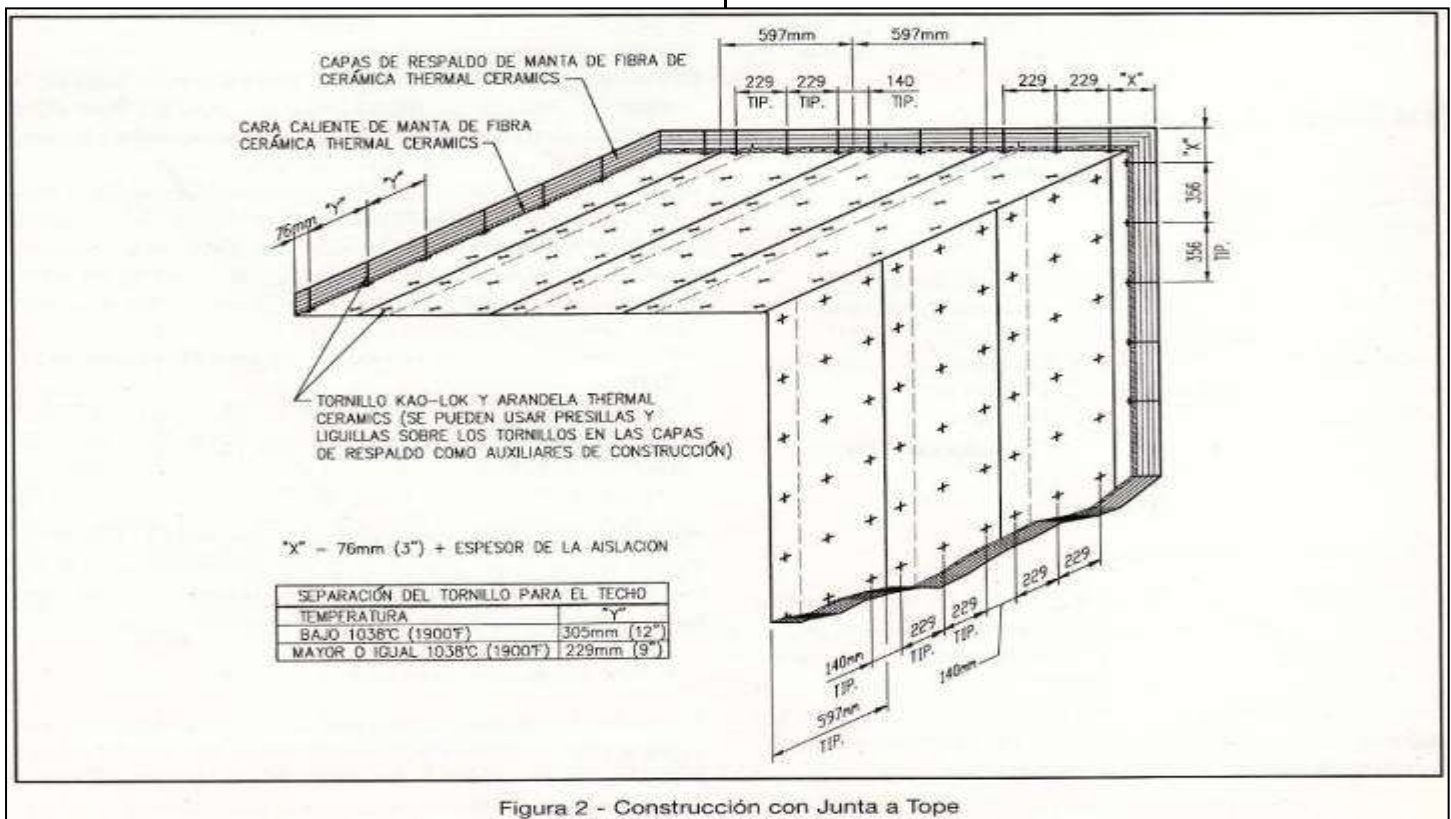


Figura 2 - Construcción con Junta a Tope

(12") si la temperatura operacional del horno es menor de 1038°C (1900°F), o cada 229mm (9") si la temperatura de operación del horno es mayor o igual a 1038°C (1900°F). En el lado opuesto del techo, ponga la última hilera de tornillos a 76mm (3") más el espesor del revestimiento. Entonces centralizo la segunda hilera entre esta y la última hilera entera.

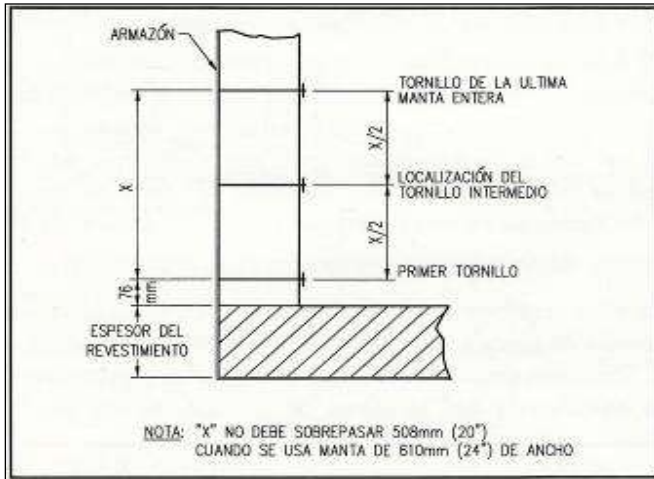


FIGURA 3 - ARREGLO VERTICAL DE TORNILLOS

**Colocación del Tornillo** - Cuando el arreglo para el horno se completa, se debe soldar un anclaje en cada intersección de las líneas de tiza. Algunas de estas intersecciones requerirán ser lijadas para asegurar una buena soldadura si están presentes moho, pintura, grasa, etc. El anclaje Kao-Lok puede ser soldado con varilla o con una pistola de soldar tornillos. Si se usa un sistema de soldadura con pistola, periódicamente se deberán de hacer soldaduras de práctica para asegurar que el equipo se mantiene apropiadamente ajustado.

Todas las soldaduras deben ser inspeccionadas visualmente y aproximadamente 5 a 10% de ellas deben ser seleccionadas al azar para ser examinadas. El examen más común es la prueba de flexión, la cual consiste en doblar el tornillo sobre

aproximadamente 30 grados del armazón y entonces enderezarlo de vuelta a la perpendicular. Una soldadura de mala calidad fallará durante esta prueba. Donde la soldadura del tornillo falló, el armazón debe ser lijado para remover todo rastro de la soldadura inicial y soldar un tornillo nuevo.

El arreglo del anclaje para las paredes del horno debe empezar desde una de las esquinas superiores de la pared de fondo. Para comenzar el arreglo de la separación horizontal entre hileras de tornillo, mida 76mm (3") desde la esquina más el espesor del revestimiento y marque. Usando una plomada, marque una recta vertical desde la medida mencionada bajando por la pared lateral. Esta línea proveerá un punto de comienzo para las otras líneas verticales.

### CONSTRUCCIÓN TRASLAPADA DE 102MM (4")

El diseño traslapado de 102mm (4") es usado frecuentemente en hornos operados sobre los 1038°C (1900°F). El patrón de tornillos es colocado considerando solamente la capa de manta de la cara caliente. El patrón de tornillos a lo largo del ancho de la manta es diferente de los otros diseños. En la construcción traslapada de 102mm (4") el patrón debe ser de 254mm-254mm-254mm (10"-10"-10").

Distinto al arreglo para la construcción con junta a tope, es más fácil empezar la colocación en la línea vertical central de la pared. Marque una recta vertical de tiza a 127mm (5") de cada lado de la línea central de la pared. Marque las otras rectas verticales cada 254mm (10") hacia cada esquina. Cuando esta pared se interseque con otras paredes, siga el mismo procedimiento descrito para la construcción junta a tope. Para localizar la separación vertical entre hileras de tornillo en las paredes, empiece en una de las esquinas superiores de la pared de fondo. Mida desde el techo 76mm (3") más el espesor del revestimiento y marque. Continúe midiendo hacia abajo de la pared y marque cada 356mm

	Construcción con Junta a Tope		Construcción Traslapada de 102mm (4")		Construcción Traslapada de 305mm (12")	
	<1038°C	≥1038°C	<1038°C	≥1038°C	<1038°C	≥1038°C
paredes	1.3	1.3	1.1	1.1	1.8	1.8
techo	1.5	2.0	1.2	1.4	2.0	2.7

Se recomienda para la mayoría de las instalaciones, 10% de anclaje adicional en el acero inoxidable apropiado.

Tabla 1 - Estimado de tornillos/anclaje requeridos por pie cuadrado de superficie plana no obstruida. (Multiplique por 10.8 para estimar anclaje requerido por metro cuadrado de superficie.)

(14") si la temperatura de operación del horno es menor de 1038°C (1900°F), o cada 305mm (12") si la temperatura de operación es igual o mayor de 1038°C (1900°F). Las últimas dos hileras de tornillos, donde la pared se encuentra con el suelo, son localizadas de la misma manera que fue descrita previamente para intersecciones de esta naturaleza. Repita las mismas medidas al lado opuesto de la pared y marque las rectas de tiza alineando las respectivas marcas.

El proceso se repite de manera idéntica en el techo.

### CONSTRUCCIÓN TRASLAPADA DE 305MM (12")

Otro método de instalar revestimientos de manta/empapelado es usar la técnica de traslapar cada 305mm (12"). El arreglo de tornillos se lleva a cabo de la manera descrita previamente para los traslapos de 102mm (4"). La única diferencia es la separación horizontal de los tornillos.

Cuando se diseña para un traslapado de 305mm (12") usa una separación horizontal del tornillo de 152mm (6") entre cada hilera.

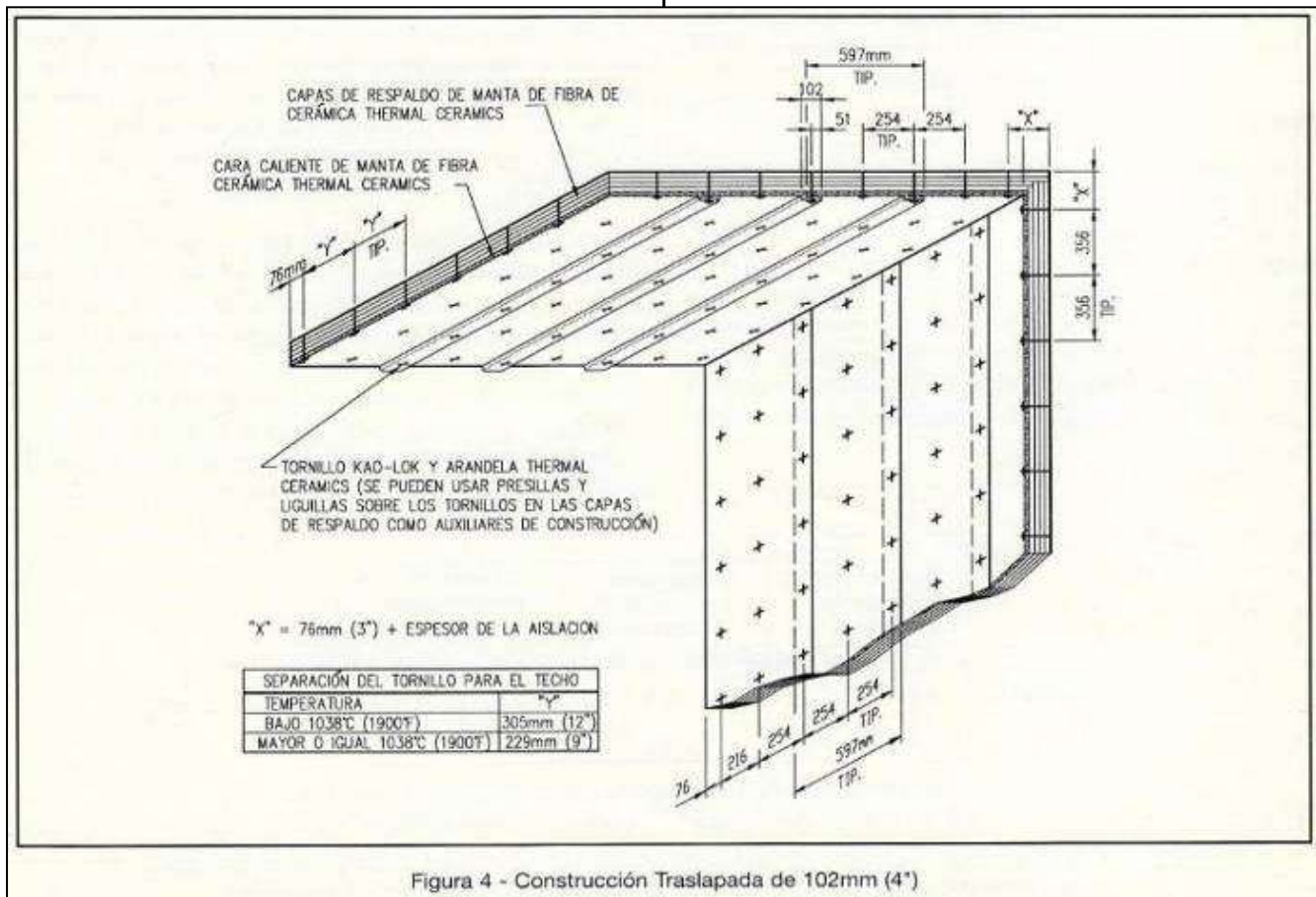
## INSTALACIÓN DE LA MANTA DE FIBRA CERÁMICA

### GENERAL

Se debe de usar el número mínimo de capas de manta que consigan el efecto deseado, para así reducir el costo de instalación. En la mayoría de las instalaciones, es conveniente desenrollar la manta verticalmente, pero también se pueden aplicar horizontalmente. La dirección del flujo de gas se debe tomar en cuenta cuando se fije la orientación de las juntas.

La fibra cerámica tiene relativamente poca resistencia a la erosión de gases a alta velocidad con partículas abrasivas, y al abuso mecánico o físico. En estos diseños estratificados, se recomienda que la manta de la cara caliente sea de 25.4mm (1") de espesor y de una densidad de 128kg/m<sup>3</sup> (8 pcf). Dependiendo de la severidad de estas condiciones, la durabilidad del revestimiento se puede incrementar aplicando un endurecedor (límite de temperatura 982°C [1800°F]) a la cara caliente de la manta.

La capa de la cara caliente se debe diseñar con la holgura



adecuada para tomar en cuenta el encogimiento. Para más información sobre encogimiento de fibras cerámicas, refiérase a la publicación "Aspectos Técnicos de la Fibra Cerámica" (M143).

Un revestimiento de 152mm (6") de espesor es uno de los más comúnmente usados en la industria y se usará para los próximos ejemplos.

Nuestro ejemplo de revestimiento consistirá de las siguientes capas:

- 50.8mm (2") de manta de fibra cerámica de 4#
- 50.8mm (2") de manta de fibra cerámica de 4#
- 25.4mm (1") de manta de fibra cerámica de 6#
- 25.4mm (1") de manta de fibra cerámica de 8#
- (Capa de la Cara Caliente)

Es importante recordar que es deseable cortar lo mínimo posible de la cara caliente de la manta, y que las uniones entre mantas deben ser contrapesadas o escalonadas con respecto a las capas inferiores. Como resultado, en este

ejemplo, la manta inicial instalada en la primera y tercera capa se debe cortar aproximadamente en la mitad para formar tiras de 305mm (12").

Usando un mínimo de tres personas, empiece con la primera capa de 50.8mm (2") de manta de 4# en la esquina trasera del techo del horno. Una persona debe sujetar el rollo de manta, mientras que los otros dos desenrollan aproximadamente 1.8m (6') de material. Para este ejemplo, deje la orilla de la manta colgar de la pared lateral aproximadamente 1.2m (4') desde el techo, y entonces empuje la manta sobre los tornillos Kao-Lok. En la esquina, asegúrese de amoldar la manta antes de empujarla contra los tornillos.

Para instalar la manta en el techo, la persona con el rollo de manta debe ponerlo sobre su cabeza y caminar hacia atrás despacio, dejando que la manta se desenrolle en línea recta, mientras que mantiene el rollo contra las puntas de los tornillos. Los otros dos trabajadores deben de empujar la manta sobre los tornillos Kao-Lok y estirar liguillas entre los tornillos para prevenir temporalmente que la manta se caiga.

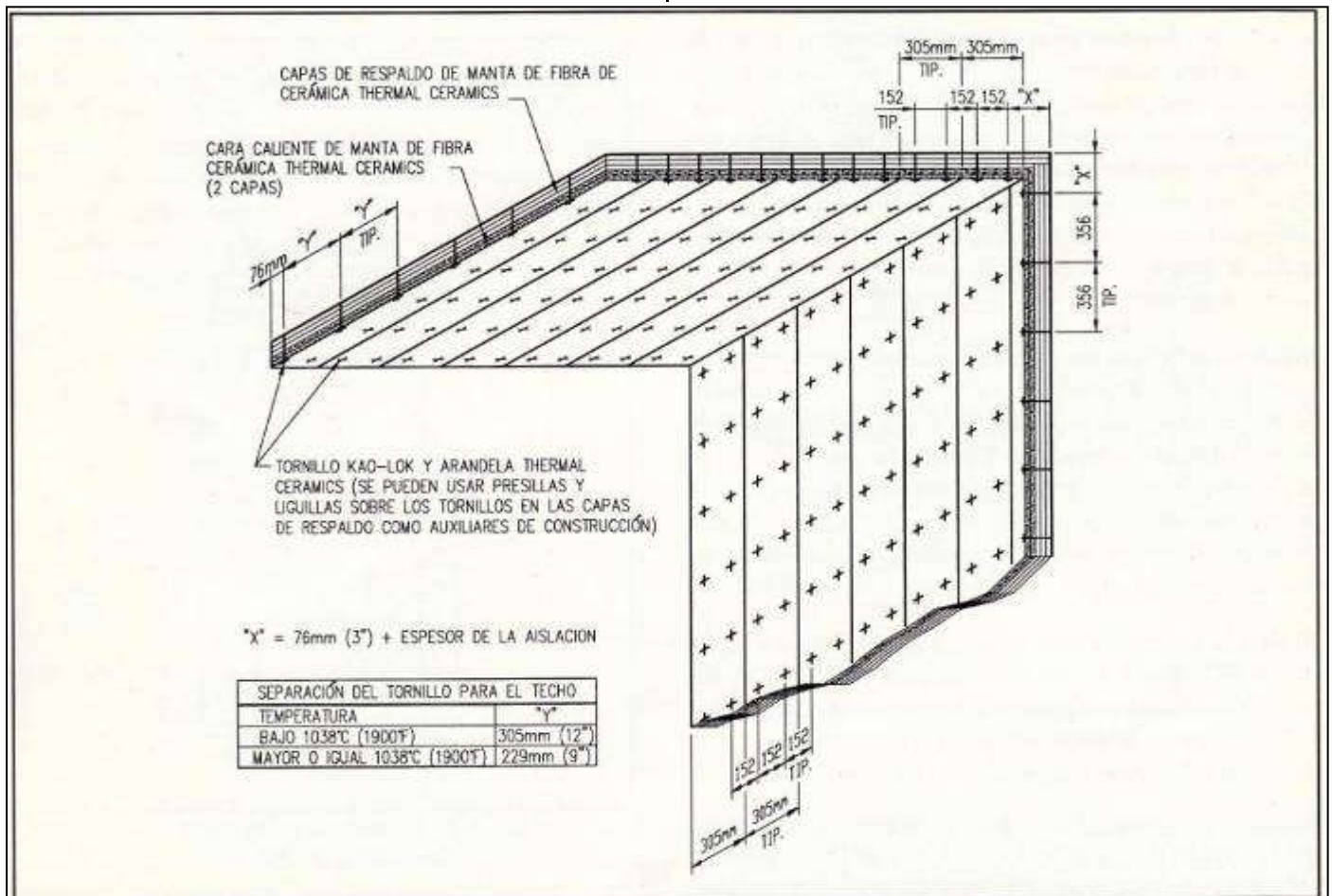


Figura 5 - Construcción Traslapada de 305mm (12")

La manta se debe empujar en su lugar cuidadosamente, sin estirarla o rasgarla.

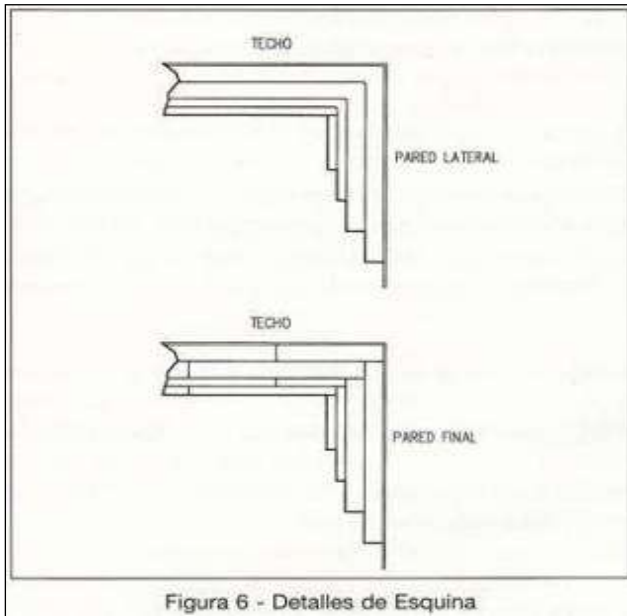


Figura 6 - Detalles de Esquina

Instale lo suficiente de la primera capa de manta para permitir que la segunda capa se empiece, mientras se escalonan las uniones formadas a lo largo del borde longitudinal de la manta. La manta completa de 610mm (24") de ancho usada en la segunda capa va automáticamente a cubrir la unión de la primera capa de manta de 305mm (12"). Cuando esté poniendo la manta, siempre empalme apretadamente las mantas contiguas.

El final de la segunda capa de manta se debe empezar en un punto de la pared lateral aproximadamente 0.9m (3') del techo. De esta manera habrá un desplazamiento de 305mm (12") al final de la manta entre capas sucesivas. Cada capa de manta debe de ser escalonada de esta manera.

Después de que suficiente área se haya cubierto con la segunda capa de manta, la tercera capa se puede empezar siguiendo las mismas técnicas para asegurar que todas las uniones estén escalonadas. En situaciones donde se use empapelado grueso en el techo, se puede instalar una presilla Kao-Lok antes de la cara caliente de la manta para que ayude a sujetar el peso del revestimiento.

En este momento, la capa de manta de la cara caliente puede ser instalada. En la mayoría de las situaciones es recomendable instalar primero la capa de la cara caliente del techo, seguida de las capas de la cara caliente de la pared lateral y de la pared final. comprima la manta, introduzca y

role una arandela Kao-Lok en cada tornillo Kao-Lok para asegurar la manta en sitio.

#### APERTURAS DEL CONDUCTO DE CHIMENEA

Los conductos de chimenea en revestimientos de empapelado pueden ser acomodados mejor cortando cuatro pedazos adicionales del material de la cara caliente de la manta, según se muestra en la Figura 7. De esta manera, la apertura puede ser revestida en forma efectiva sin usar una unión que atraviese directamente el revestimiento. El solapar tantas capas como sea posible asegura el mejor sello posible para las uniones entre las mantas.

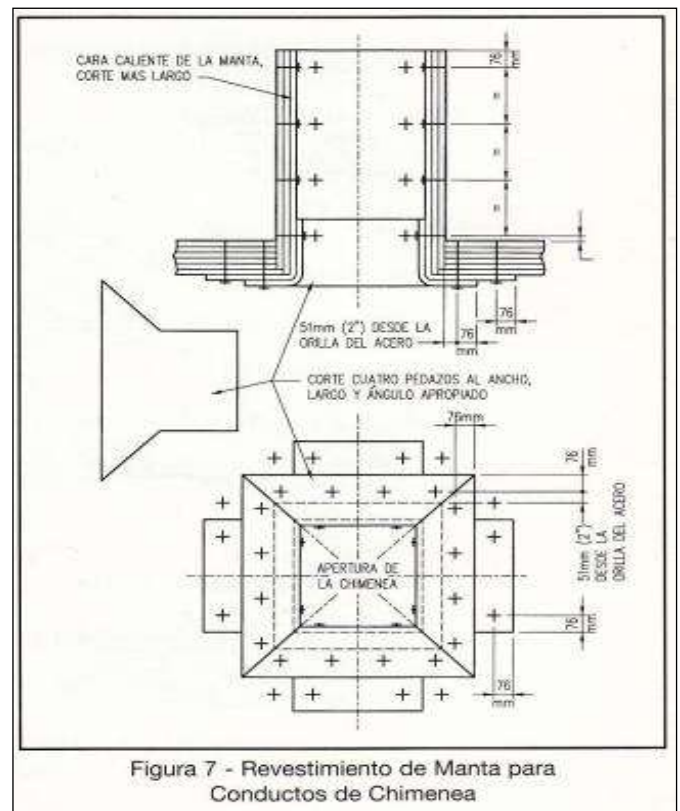


Figura 7 - Revestimiento de Manta para Conductos de Chimenea

#### ESQUINAS

En la Figura 8, un método alternativo para manipular esquinas es ilustrado. La tira adicional del material de la cara caliente de la manta provee una solapa adicional resultando en una unión bien sellada.



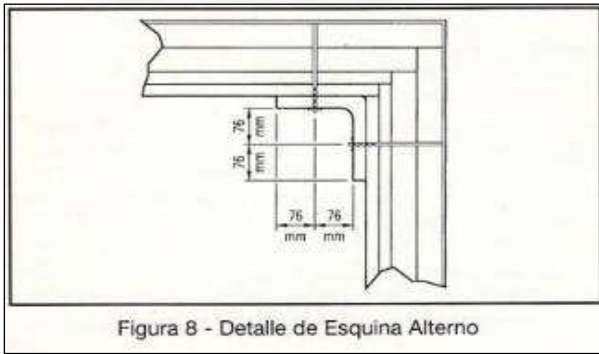


Figura 8 - Detalle de Esquina Alterno

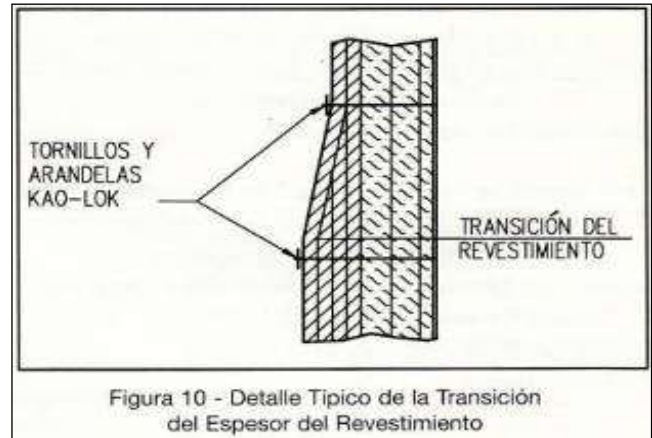


Figura 10 - Detalle Típico de la Transición del Espesor del Revestimiento

**QUEMADORES**

En esas áreas donde hay quemadores, se le debe prestar atención especial al arreglo de la fibra alrededor de la apertura del quemador. El arreglo recomendado, el cual es mostrado en la Figura 9, consiste de una envoltura de 25.4mm (1") de espesor de manta de fibra cerámica de 8# de cara caliente. Con ésta se empaqueta el bloque del quemador antes de la instalación de la manta en la pared. Al ser instalada la manta en la pared, cada capa debe ser empalmada ajustadamente con esta envoltura.

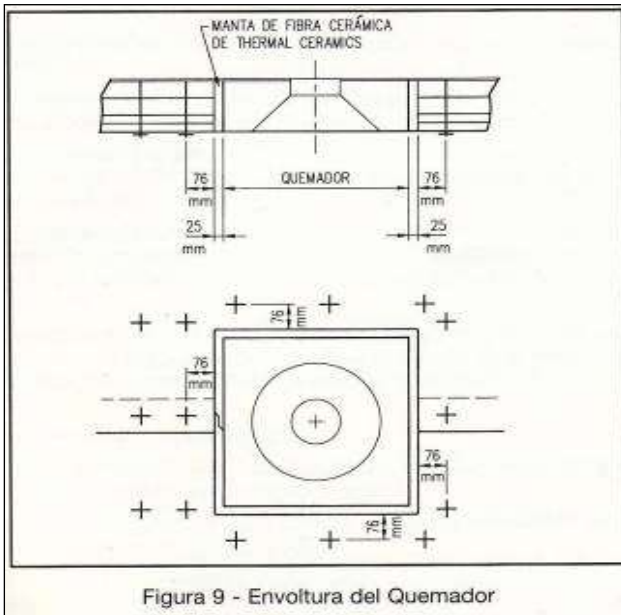


Figura 9 - Envoltura del Quemador

**MISCELÁNEOS**

Otras áreas que necesitarán cuidadosa atención son las puertas y las secciones con disminución gradual de espesor. La Figura 10 y 11 se incluyen para ser usadas como guías cuando se encuentren estas áreas.

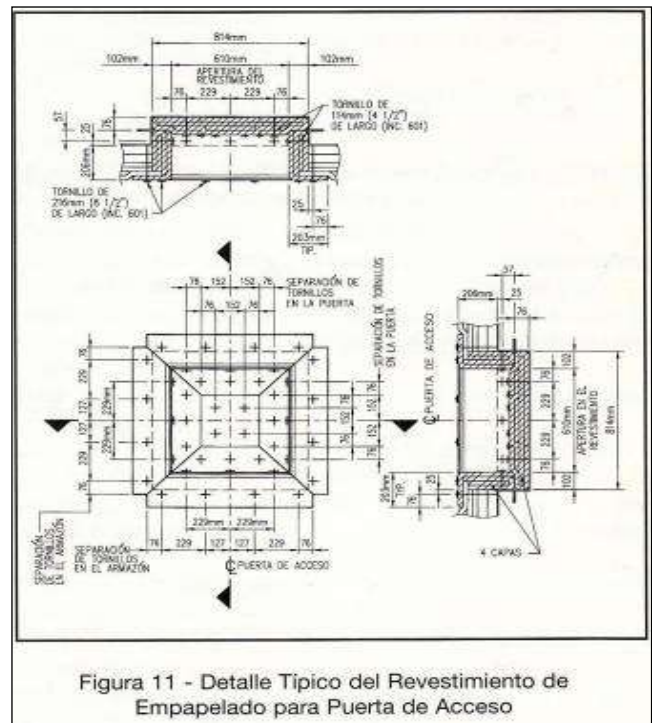


Figura 11 - Detalle Típico del Revestimiento de Empapelado para Puerta de Acceso

Para más información sobre los diseños de revestimientos de manta/empapelado de Thermal Ceramics, por favor contacte su representante local de Thermal Ceramics o el departamento de ventas técnicas y servicio al (706) 796-4200.

**NOTA:**

*ALGUNOS DE LOS PRODUCTOS DESCRITOS EN ÉSTA LITERATURA CONTIENEN FIBRA CERÁMICA REFRACTARIA (FCR ) Y/O SÍLICE CRISTALINO (CRISTOBALITA O CUARZO). BASADO EN DATOS OBTENIDOS POR MEDIO DE EXPERIMENTOS CON ANIMALES, LA AGENCIA INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN DEL CÁNCER (AIIC) HA CLASIFICADO LA FCR, JUNTO CON LA LANA DE VIDRIO FIBROSA Y LANA MINERAL, COMO UN POSIBLE CANCERÍGENO HUMANO (GRUPO 2B) Y AL SÍLICE CRISTALINO RESPIRABLE COMO UN PROBABLE CANCERÍGENO HUMANO (GRUPO 2A).*

*PARA REDUCIR EL RIESGO POTENCIAL DE EFECTOS A LA SALUD, THERMAL CERAMICS RECOMIENDA DISEÑAR CONTROLES Y PRÁCTICAS DE TRABAJO SEGURAS PARA QUE LAS SIGAN LOS USUARIOS DEL PRODUCTO. PÓNGASE EN CONTACTO CON EL GRUPO ADMINISTRADOR DE THERMAL CERAMICS (1-800-722-5691) PARA PEDIR INFORMACIÓN DETALLADA CONTENIDA ES SUS MSDSS, LITERATURA DEL PRODUCTO Y FIDEOS.*