

**GUÍAS DE ESPECIFICACIONES  
PARA EL USO DE CRYOGEL Z  
EN TUBERÍAS Y EQUIPOS EN FRÍO**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. Ámbito de aplicación .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Requisitos generales del sistema.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Detalles para la instalación .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Requisitos de QC / QA .....</b>	<b>7</b>
<b>5. Apéndice A: Proveedores de materiales y accesorios para aislamiento.....</b>	<b>9</b>
<b>6. Apéndice B: Detalles sobre el aislamiento .....</b>	<b>11</b>

## **1. Ámbito de aplicación**

- 1.1.1 Esta especificación establece las directrices de diseño y aplicación para el uso de Cryogel Z como aislamiento térmico y/o protección pasiva el fuego. Se aplica a tuberías y equipos que operan a temperaturas de servicio por debajo de la ambiental.
- 1.1.2 Estas directrices no pretenden ser exhaustivas, y otras opciones de aplicación que no figuran en ellas pueden ser correctas. Póngase en contacto con Aspen Aerogels obtener para recomendaciones específicas.
- 1.1.3 Este documento se ofrece sólo como una guía, y debe utilizarse a discreción del usuario. No se pretende ofrecer garantías de procedimientos, ni expresas ni implícitas.

## **2. Requisitos generales del sistema**

### **2.1 *Materiales y accesorios aprobados***

- 2.1.1 Las descripciones, nombres de productos, fabricantes y limitaciones de uso de los materiales y accesorios indicados aquí se encuentran en el Apéndice A.

### **2.2 *Requisitos de almacenamiento***

- 2.2.1 Los materiales para aislamiento de aerogel deben almacenarse en un ambiente limpio, seco y protegido.
- 2.2.2 Si el material tiene que almacenarse en un entorno al aire libre, debe colocarse sobre paletas y completamente cubierto con una lona impermeable o láminas de plástico.

### **2.3 *Preparación de la superficie***

- 2.3.1 Antes de aplicar cualquier material de aislamiento, se deben limpiar las superficies a ser aisladas y estar libres de hielo, humedad u otras imperfecciones.

### **2.4 *Espesor del Cryogel Z para aislamiento térmico y/o protección pasiva contra el fuego***

- 2.4.1 El espesor total del aislamiento en cada pieza de equipo o de la tubería se determinará a partir de los valores  $k$  indicados y los parámetros específicos del proyecto. Si necesita ayuda para obtener el espesor correcto de aislamiento térmico y/o protección pasiva contra el fuego, póngase en contacto con Aspen Aerogels.
- 2.4.2 Al diseñar tanto el aislamiento térmico como la protección pasiva contra el fuego, deberá utilizarse el mayor de los dos requerimientos de espesor.
- 2.4.3 Cada capa debe ser enumerada con un marcador borrable para facilitar la inspección.
- 2.4.4 El Cryogel Z se fabrica en espesores de 5 mm o de 10 mm (0,2 o 0,4 pulg.). La determinación del espesor a utilizar debe incluir la consideración del tamaño de la tubería, como se describe a continuación:

- Para diámetros de tuberías o tubos menores de 100 mm (4 pulg.), debe usarse material de 5 mm o con ranura V de 10 mm (ver Apéndice A).
- Para diámetros de tubos igual o mayor de 100 mm, se puede utilizar material de 5 mm o 10 mm, o una combinación de los dos.

## **2.5 Anillos de soporte de aislamiento**

- 2.5.1 El aislamiento de los anillos de soporte no es necesario para tuberías verticales ni tanques que no requieren que el aislamiento sirva como protección contra el fuego.
- 2.5.2 Dependiendo del material de revestimiento y del diseño, puede que sea necesario un anillo de soporte en o cerca de la parte inferior de cualquier tendido vertical para soportar el revestimiento.

## **2.6 Juntas de expansión/contracción**

- 2.6.1 Las juntas de contracción y de expansión no son necesarias con el sistema de aislamiento de Cryogel Z.

## **2.7 Recubrimiento**

- 2.7.1 El Cryogel Z es compatible con todas las formas de recubrimiento, incluido el revestimiento metálico, PVC, masilla de vidrio, plástico reforzado con vidrio (GRP) y sistemas de membranas poliméricas y asfálticas. Consulte las especificaciones del sitio para los procedimientos para instalar el recubrimiento.
- 2.7.2 Siendo un material flexible, Cryogel Z siempre seguirá el movimiento de los equipos o tuberías a los que está adherido. Para sistemas de recubrimiento rígidos, totalmente adheridos (como algunas formas de GRP), se deben adoptar medidas para minimizar la acumulación de tensión entre el revestimiento y el aislamiento subyacente.
- 2.7.3 Para situaciones donde también se utilizará el aislamiento térmico como protección pasiva contra el fuego, recubrimiento debe ser de acero inoxidable o galvanizado.
- 2.7.4 Se deben evitar los tornillos y remaches a menos que sean absolutamente necesarios.
- 2.7.5 En los puntos donde los tornillos o remaches son necesarios para fijar el revestimiento (como cabezas de recipientes), se debe aplicar una capa de sacrificio de 25 mm (1 pulg.) de espuma de poliolefina para prevenir la punción de la barrera de vapor primaria (véase el Apéndice A). Es preferible colocar tiras discretas sobre toda el área de cobertura para permitir el drenaje.
- 2.7.6 Al hacer la perforación previa de los agujeros para remaches, utilice un tope mecánico o cinta de marcar para evitar la penetración de la barrera de vapor.

# **3. Detalles de la instalación**

## **3.1 Tuberías rectas y equipos horizontales**

- 3.1.1 Los materiales de aislamiento Cryogel Z deben aplicarse con el método de "envoltura de cigarrillo" alrededor del tubo (Figura 2, Apéndice B). El aislamiento debe aplicarse parejo con el eje longitudinal del tubo y tensarse alrededor de la circunferencia.

- 3.1.2 Las juntas circunferenciales deben estar unidas bien apretadas, sin huecos visibles. Las juntas longitudinales deben ser colocadas extremo con extremo y sin espacios visibles o ser superpuestas aproximadamente a 25-50 mm (1-2 pulg.). Todas las juntas deben escalonarse por un mínimo de 100 mm (4 pulg.).
- 3.1.3 El material puede colocarse temporalmente con cinta de embalar, adhesivo en aerosol, alambre de acero inoxidable, o bandas de acero inoxidable (véase el Apéndice A).

### **3.2 Fijación del aislamiento térmico y la protección contra el fuego**

- 3.2.1 Siempre deben colocarse bandas de acero inoxidable de 19 mm (¾ pulg.) alrededor de la segunda hasta la última capa de Cryogel, entre las capas de barreras de vapor primaria y secundaria. Las bandas deben tener una separación de 450 mm (18 pulg.) entre ellas.
- 3.2.2 En tuberías o equipos verticales, se deben instalar bandas intermedia adicionales sobre cada cuarta capa. Las bandas deben tener una separación de 450 mm (18 pulg.) entre ellas.
- 3.2.3 Cuando el aislamiento sirve como protección pasiva contra el fuego, deben instalarse bandas intermedias adicionales sobre cada segunda capa. Las bandas deben tener una separación de 450 mm (18 pulg.) entre ellas.
- 3.2.4 Las bandas de acero inoxidable no deben aplicarse directamente a las bandas de barrera de vapor primaria ni secundaria.

### **3.3 Barreras de vapor**

- 3.3.1 La barrera de vapor primaria consistirá de la manta mylar aplicada en la fábrica sobre la capa más externa del Cryogel Z, con todas las juntas selladas con la cinta adhesiva o masilla adecuada (véase el Apéndice A).
- 3.3.2 Como opción para ofrecer una mayor resistencia a la perforación, se puede aplicar una membrana adicional o masilla sobre la capa más externa de Cryogel Z (véase el Apéndice A). Si se utiliza esta opción, no es necesario separar el sello de la junta de la capa más externa.
- 3.3.3 En tuberías o equipos que funcionan por debajo de -40°C (-40°F), debe aplicarse una barrera de vapor secundaria dos capas debajo de la primaria (véase la Figura 1). La barrera de vapor secundaria estará compuesta por la manta mylar de Cryogel Z aplicada en fábrica, con todas las juntas selladas con cinta adhesiva.

### **3.4 Tapones contra fuga de vapor**

- 3.4.1 Para garantizar la integridad extremo a extremo de la barrera de vapor, se deben instalar tapones contra fugas de vapor en todas las terminaciones y penetraciones del aislamiento, y en ambos lado de todas las bridas, válvulas, colgadores y soportes. Consulte el Apéndice A acerca de materiales aceptables para tapones contra fuga de vapor.
- 3.4.2 El tapón contra fuga de vapor debe conectarse tanto con la barrera de vapor secundaria (cuando sea necesario) como con la primaria con una vuelta mínima de 50 mm (2 pulg.), como se ilustra en la Figura 3.
- 3.4.3 Todas las masillas aplicadas líquida o en pasta y los selladores deben construirse con un refuerzo de membrana.

3.4.4 Cuando se apliquen los tapones para fugas de vapor sobre los bordes cortados del Cryogel Z, puede ser necesario limar la superficie áspera con un capa "puente" de cinta o de Cryogel Z (véase el ejemplo en la Figura 3).

### **3.5 Codos**

3.5.1 Son preferibles las construcciones prefabricadas. Son aceptables las secciones adaptadas compradas de un proveedor o fabricadas en el sitio de instalación, como lo es la envoltura en espiral con material de 5 mm de espesor.

3.5.2 Para codos fabricados, adaptados o de "cola de langosta", deben utilizarse los codos de radio corto, de radio largo, barridos y de empalme soldado mayores de 50 mm (2 pulg) NPS.

3.5.3 Cada capa debe instalarse por separado y fijarse con cinta adhesiva, pegamento en aerosol, alambre o bandas de acero inoxidable, sujeto a las restricciones establecidas en la sección 3.2.4.

3.5.4 En tubos doblados y soldados <75 mm (3 "NPS), el codo debe aislarse como una "T" (véase la figura 4 ).

### **3.6 Superficies pequeñas o irregulares**

3.6.1 En tubos y tuberías de diámetro pequeño (<4" NPS), es aceptable Cryogel de 5 mm de ranura en V pre-fabricado (véase el Apéndice A), o con envoltura de cigarrillo o en espiral.

3.6.2 En superficies irregulares, es preferible la envoltura en espiral con Cryogel de 5mm de espesor. El material para envoltura en espiral debe cortarse previamente con anchos de 50 a 75 mm (2-3 pulg.). Deje una superposición de 50% al envolverse.

3.6.3 Puede utilizarse cinta de flejes, alambre o aerosol adhesivo para fijar los extremos de la envoltura en espiral.

### **3.7 Las bridas**

3.7.1 Las bridas deben ser aisladas al mismo espesor de la tubería adyacente.

3.7.2 El aislamiento de las bridas debe formarse a partir del aislamiento del tubo adyacente con un reborde de por lo menos 2 veces el cambio en el radio (véase la Figura 5). Los rebordes deben fijarse con bandas.

3.7.3 Los espacios vacíos deben llenarse con Cryogel Z, fibra de vidrio o mineral acolchado.

### **3.8 Conectores en T, casquetes y otros accesorios de cambio en la dirección del aislamiento**

3.8.1 Instale la manta de aerogel con la misma técnica de "boca de pájaro" que se utilizaría para la instalación del revestimiento. El aislamiento de la junta debe ser escalonado, como se muestra en la Figura 6.

### **3.9 Válvulas**

3.9.1 Las válvulas deben ser aisladas al mismo espesor que la tubería adyacente. La única excepción a esto son las tuberías de drenaje inferior y la tubería de derivación, que se pueden aislar al espesor prescrito para su diámetro.

- 3.9.2 Consulte al fabricante de la válvula con respecto a la altura del aislamiento recomendada para la tapa de la válvula.
- 3.9.3 Las válvulas con bridas deben aislarse de manera similar a las bridas, tratando el casquete como una "T", y tapándolo (consulte la Figura 6). La tapa debe moldearse para verter agua.
- 3.9.4 Siempre que la dirección del aislamiento cambie, debe "escalonarse" la junta para evitar un tránsito en frío (véase la figura 7).
- 3.9.5 Los espacios vacíos deben llenarse con Cryogel Z, fibra de vidrio o mineral acolchado.

### **3.10 Transiciones a otros tipos de aislamiento**

- 3.10.1 Las transiciones entre el Cryogel Z y otros materiales de aislamiento (*por ejemplo*, en soportes de poliuretano de alta densidad) deben construirse como se indica en la Figura 8. El reborde deben tener el doble de ancho de lo que tiene de altura.
- 3.10.2 El sistema de aislamiento contiguo debe tener tapones contra fugas de vapor antes construir la transición.

### **3.11 Cabezas de recipientes**

- 3.11.1 Es preferible la construcción prefabricada. Fabricar en el lugar de la instalación es aceptable.
- 3.11.2 Los empalmes deben unirse a tope. Las juntas en aplicaciones de capas múltiples deben ser escalonadas. Debe fijarse con adhesivo en aerosol antes del revestimiento y la aplicación de bandas.
- 3.11.3 Asegure el aislamiento con un arnés de bandas de acero inoxidable o alambra de acero galvanizado para gallineros, anclado a dos bandas circunferenciales situadas detrás de la línea tangente (véase la Figura 9). Para las cabezas que tengan una boquilla central, utilice un anillo flotante. Las bandas deben estar separadas en la línea tangente no más de 450 mm (18 pulg.).

## **4. Requisitos para el control (QC) y aseguramiento de la calidad (QA)**

- 4.1.1 Todos los aspectos del aislamiento de válvulas están sujetos a inspección, muestreo y supervisión por parte del propietario. El trabajo no procederá más allá de un elemento de retención sin la aceptación por escrito.
- 4.1.2 Punto de vigilancia: Verificar la entrega del trabajo
  - Antes del aislamiento, debe proporcionarse confirmación por escrito de que la tubería o equipo ha sido entregado para aislamiento.
  - Todas las juntas y terminaciones adyacentes han sido selladas adecuadamente, sin rompimientos, aberturas, rasgaduras ni perforaciones.
- 4.1.3 Punto de seguimiento: Verificar la barrera de vapor secundaria
  - El número correcto de capas se ha aplicado y marcado.
  - Se ha realizado la colocación y ubicación de bandas intermedias, si son necesarias.
  - Todas las juntas y terminaciones adyacentes han sido selladas adecuadamente, sin rompimientos, aberturas, rasgaduras ni perforaciones.

- Todas las reparaciones necesarias deben hacerse con cinta de sellado de juntas y/o masilla.

4.1.4 Punto de seguimiento: Verificar la barrera de vapor primaria

- El número correcto de capas se ha aplicado y marcado.
- Las bandas se han instalado y ubicado correctamente.
- Todas las juntas y terminaciones se han sellado adecuadamente, sin rompimientos, aberturas, rasgaduras ni perforaciones.
- Todas las reparaciones necesarias deben hacerse con cinta de sellado de juntas y/o masilla.

4.1.5 Consulte las especificaciones del sitio sobre los requisitos de inspección del revestimiento.

## 5. Apéndice A: Proveedores de materiales y accesorios para aislamiento

**Tabla 1: Aislamiento, protección contra fuego y proveedores de materiales y suministros.**

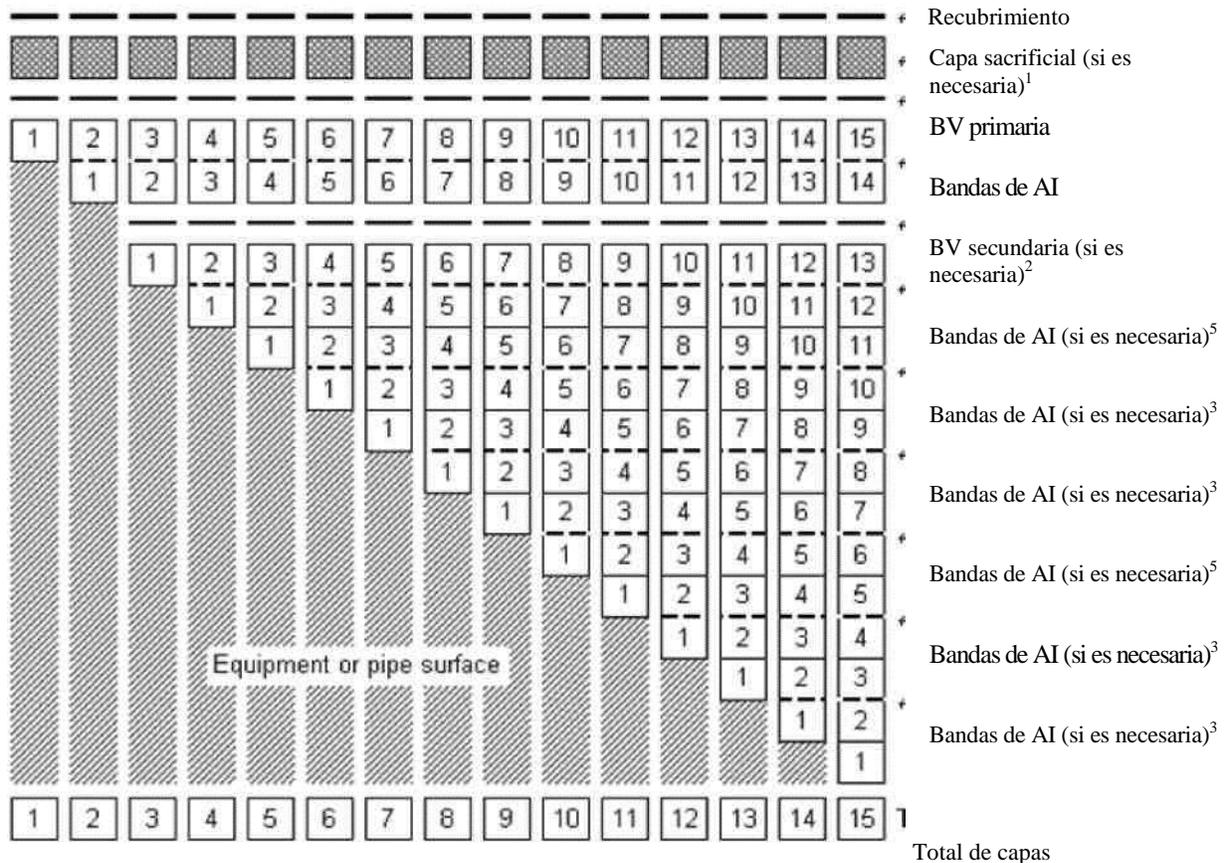
<b>Componente del sistema</b>	<b>Descrip. del material para el sistema de</b>	<b>Fabricante / Nombres</b>	<b>Superficies aplicables</b>
Aislamiento y/o protección pasiva contra el fuego	Manta de aerogel de 5 mm (0.2 pulg) de	Aspen Aerogels / Cryogel Z	Todo
	Manta de aerogel de 10 mm (0.4 pulg) de espesor	Aspen Aerogels / Cryogel Z	Tubería $\geq 100$ mm (4 pulg) NPS; todos los recipientes y equipos
	Manta de aerogel con canales en V	Sproule Mfg. / Cryogel Z V-Groove	Tubería <100 mm (4 pulg) NPS
	Codos pre-cortados	Sproule Mfg. / Cubierta de adaptadores de	Todos los codos de radio corto, de radio largo, de empalme soldado y
Cinta para sellar juntas	Cinta de butilo con cara laminada, 50-100 mm (2-4 pulg.) de ancho	Covalence Adhesives / Polyken 360-17	Para temperaturas de aplicación de o mayor de 15°C (59°F), o cuando se utiliza imprimación para clima frío
		Denso / Denso Butyl 35 Tape	
		Venture Tape / Mastiktape 1580	
		Isoltema / Crio-Seal Tape 19/15	
		Isoltema / Crio-Seal Tape Lite 19/15	
		O equivalente	
	Cinta / poliéster de cara laminada, 50-100 mm (2-4 pulg) de ancho	Venture Tape / 1555CW	Para temperatura de aplicación igual o superior a -18°C (0°F)
Hoja de selladores opcionales	Hoja laminada de butilo de 1.2 mm (0.050 pulg.).	Polyguard / Insulrap 50	Todo
		Foster Products / C.I. Wrap 50	
		Isoltema / Crio-Seal Vapour Barrier 12/25/12	
		O equivalente	
Imprimador de superficie para climas fríos	SBR	Adhesivo Foster Products / 8200	Para usar cuando las bajas temperaturas reducen la pegajosidad de las hojas cintas y masillas
		Foster Products / 85-45 FOS-STIK	

**Tabla 1: Aislamiento, protección contra fuego y proveedores de materiales y suministros (Cont.).**

<b>Componente del sistema</b>	<b>Descrip. del material para el sistema de</b>	<b>Fabricante / Nombres comerciales</b>	<b>Superficies aplicables</b>
Sello para tapones contra fugas de vapor	Recubrimiento Hypalon de caucho para barreras de vapor	Foster Products / Monolar II 60-38/39	Para temperaturas de funcionamiento por debajo de -40°C (-40°F)
		Foster Products / Monolar 60-95/96	
	Recubrimiento de barrera de vapor criogénica	Foster Products / 90-66	Para temperatura de procesos menores de -196°C (-320°F)
		Foster Products / Cryolar 90-61	
Masillas para barreras de	Masilla Hypalon de caucho para barreras de	Foster Products / Monolar II 60-38/39	Todo
Refuerzo de membrana	Tela de tejido abierto de vidrio o poliéster	Foster Products / Mast-a-Fab	Todo
		O equivalente	
Cubrecodos	Cubiertas de revestimiento de aluminio prensado para los espesores de aerogel	Sproule Mfg. / AA WeatherJacs	Todos los codos de radio corto y largo hasta 900mm (36 pulg.)
Adhesivo en aerosol	Adhesivo en aerosol libre de cloruro (en lata o suelto)	Foster Products / 85-45 FOS-STIK	Todo
		3M / 78-Spray	
		Nashua / 357SA	
		O equivalente	
Flejes	Cinta de embalado de 12 mm (1/2 pulg) de ancho reforzada con fibra	Scotch Reinforced Strapping Tape 862	Todo
		O equivalente	
Capa de separación mecánica	Membrana de HDPE con hoyuelos de 20 mm (0,75 pulg.)	Cosella Dorken / Delta - MS 20	Todo
		Separador mecánico o equivalente no aislante	

*Esta especificación está sujeta a cambios sin previo aviso. Comuníquese con Aspen Aerogel para obtener la versión más reciente.*

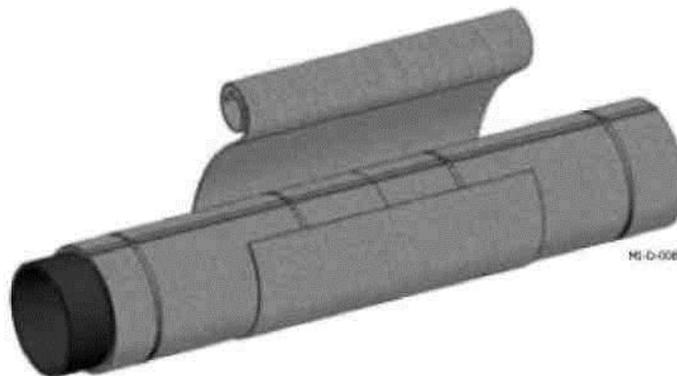
## 6. Apéndice B: Detalles sobre el aislamiento



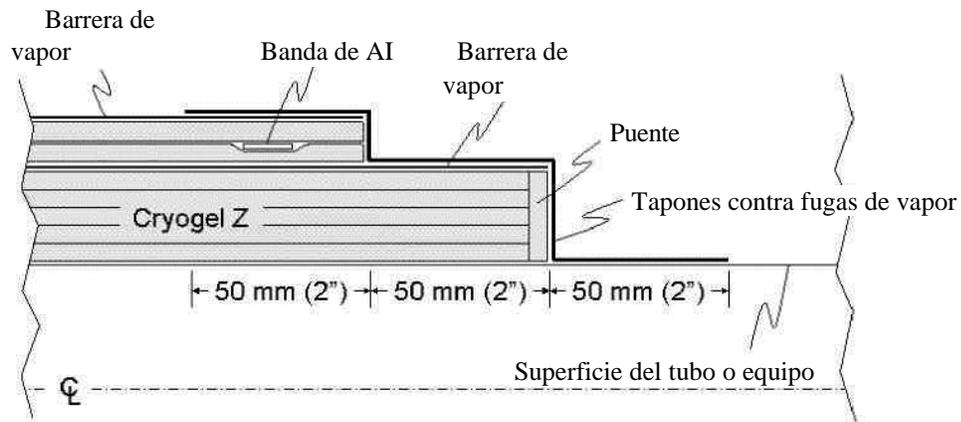
### Observaciones:

1. La capa sacrificial es necesaria solo cuando los tornillos o los remaches del recubrimiento podrían perforar la barrera de vapor.
2. La barrera de vapor secundaria es necesaria solo para temperaturas debajo de  $-40^{\circ}\text{C}$  ( $-40^{\circ}\text{F}$ ).
3. Las bandas intermedias de acero inoxidable (AI) son necesarias solo en tuberías y contenedores verticales, y/o para aislamiento que también funcione como protección pasiva contra el fuego.

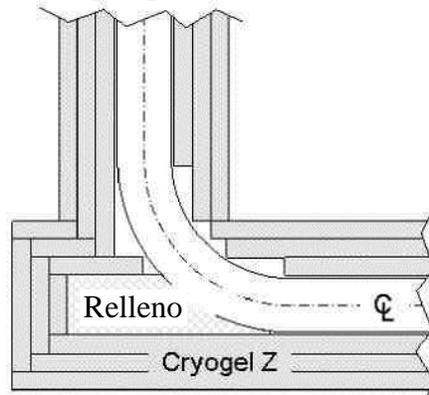
**Figura 1: Ubicación de la barrera de vapor y la banda para instalaciones de Cryogel de 1 a 15 capas.**



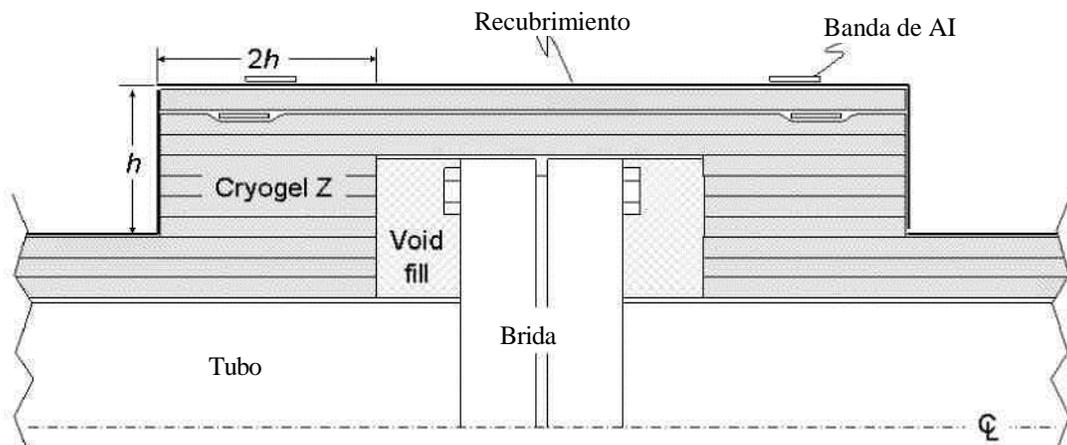
**Figura 2: Instalación de la primera capa sobre la tubería.**



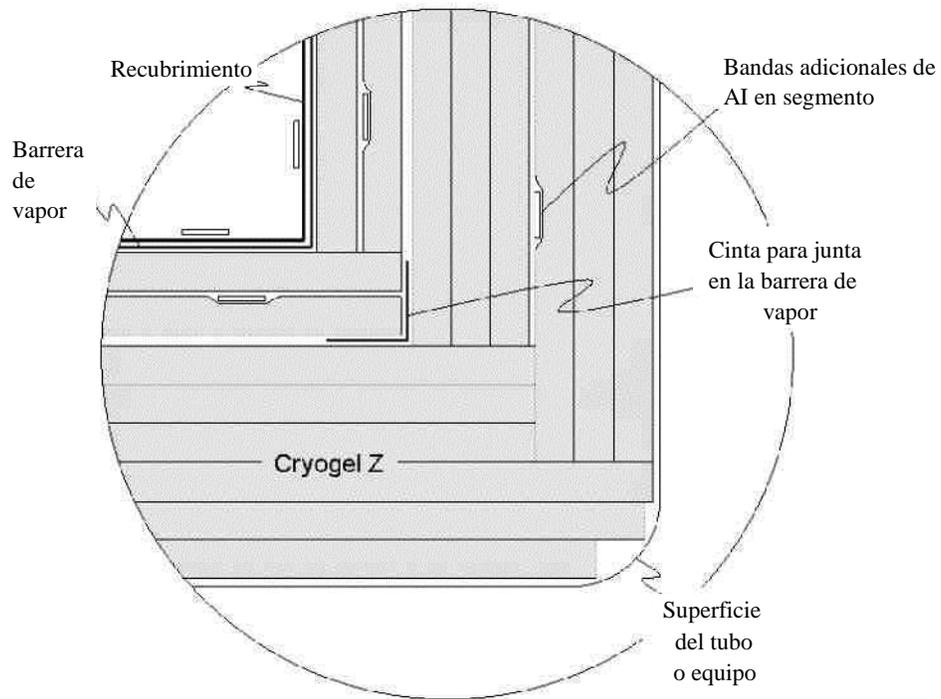
**Figura 3: apón contra fugas de vapor en terminación de 7 capas, mostrando las conexiones con las barreras de vapor primaria y secundaria.**



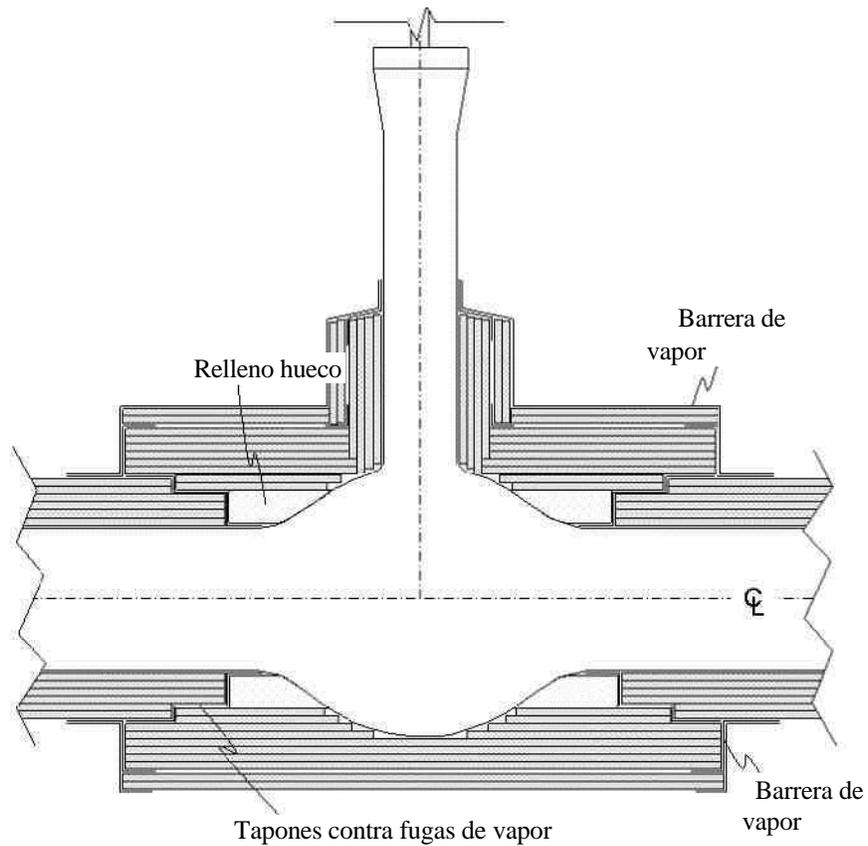
**Figura 4: Detalle del aislamiento para tubos o codos de empalmes soldados de diámetro pequeño.**



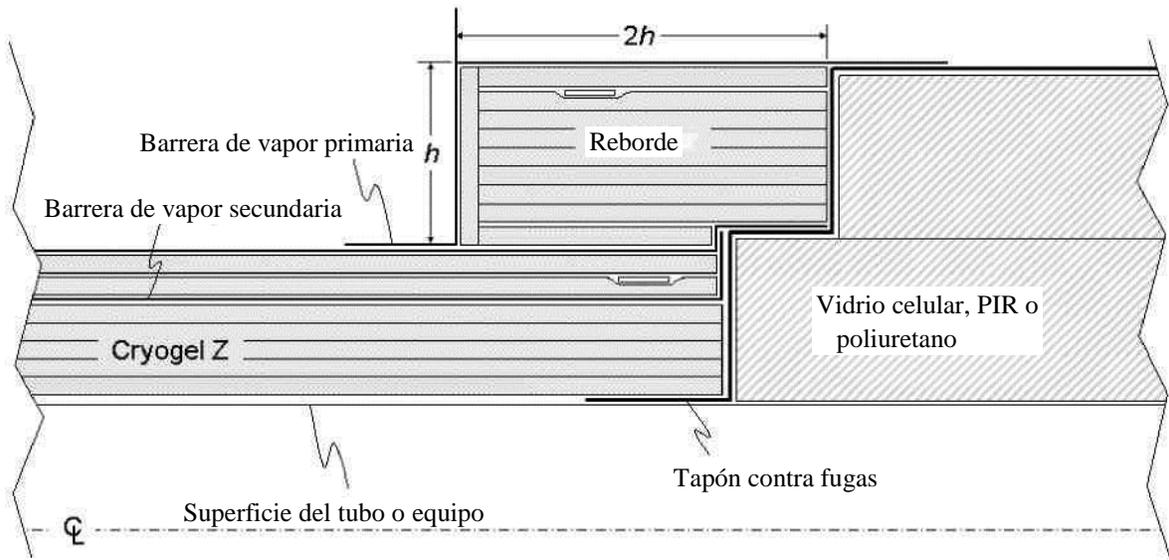
**Figura 5: Detalles del aislamiento de la brida.**



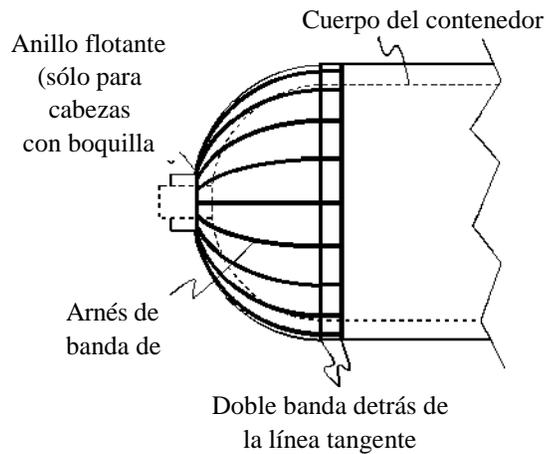
**Figura 6: Junta correctamente “escalonada” en un cambio de la dirección del aislamiento (ejemplo, una conexión en T).**



**Figura 7: Detalles del aislamiento de la válvula.**



**Figura 8: Detalles de la transición del aislamiento.**



**Figura 9: Detalles del arnés de la banda de la cabeza del recipiente.**