

Guía de Instalación en Campo

Aislamiento de Aerogel · Accesorios de Tubería

Todos los tamaños de 2" a 30" NPS · Cryogel Z · Pyrogel XTE

DOCUMENTO	CBS-FIG-AERO-01-ES · Revisión 1.1
APLICA A	Kits de aislamiento de aerogel prefabricados de CB Solutionz — todos los accesorios de tubería de 2"–30" NPS
NORMAS	CBS-SEG-001 · CBS-FIT-001 · ASME B36.10M · ASME B16.9 · OSHA 29 CFR 1910.1053
CONTACTO	(855) 722-7658 · support@cbsolutionz.com · cbsolutionz.com

NO SE REQUIERE CORTE EN CAMPO. Cada pieza llega prefabricada según especificación exacta. NO corte, recorte ni modifique ninguna pieza. Instale exactamente como se suministra. Patente en trámite USPTO mayo 2026.

1. Acerca de Esta Guía

Esta guía cubre la instalación en campo de los kits de aislamiento de aerogel prefabricados de CB Solutionz para accesorios de codo de tubería. Todos los kits se fabrican fuera del sitio en nuestra planta CNC en Houston, TX, usando materiales Aspen Aerogel Cryogel Z y Pyrogel XTE. Cada pieza se corta con precisión usando la geometría de segmento CBS-SEG-001 y las normas de holgura de ajuste CBS-FIT-001. No se requiere ni se permite ningún corte en campo. Esta guía aplica a todos los tamaños de tubería de 2" a 30" NPS.

Lea los Términos Clave a continuación antes de abrir cualquier kit. Si no ha instalado codos de aerogel tipo cola de langosta (lobster-tail) de CB Solutionz anteriormente, lea también las Secciones 4–6 por completo antes de colocar la primera pieza. La mayoría de los errores de instalación ocurren en el Paso 2 (colocación de la primera pieza) y no se pueden corregir una vez aplicada la cinta.

2. Términos Clave — Lea Primero

Codo (Elbow) — Un accesorio de tubería curvo que cambia de dirección 90° o 45°. El kit de CB Solutionz envuelve el codo con varias piezas de aislamiento apiladas alrededor de la curva.

Extradós (Extradós) — La parte *exterior* de la curva (el lado largo, más alejado del eje central de la tubería). Todas las costuras longitudinales cierran aquí.

Intradós (Intradós) — La parte *interior* de la curva (el lado corto, más cercano al eje central de la tubería). Nunca coloque costuras aquí.

Ápice (Apex) — El punto más externo de la curva del codo — el centro del extradós. Marque este punto con pintura antes de comenzar (vea el Paso 1).

Pieza de inicio (Starter) — Una pieza de extremo. Tiene *un borde recto* (el extremo que se une a la tubería recta) y *un borde curvo* (el extremo que se une a la siguiente pieza). Una pieza de inicio va en cada extremo del codo.

Pieza de envoltura completa (Full wrap) — Una pieza intermedia. Tiene *bordes curvos en ambos extremos*. Las piezas de envoltura completa llenan el espacio entre las dos piezas de inicio.

Costura longitudinal — La costura a lo largo de cada pieza individual, donde los dos bordes largos se unen después de envolver la pieza alrededor de la tubería. Corre paralela a la tubería.

Unión circunferencial — La unión curva *entre dos piezas adyacentes*. Corre alrededor de la tubería, no a lo largo de ella.

Unión a tope (Butt joint) — Cualquier unión donde dos bordes se encuentran al ras sin traslape. En esta guía,

tanto la costura longitudinal como la unión circunferencial son uniones a tope.

NPS — Tamaño Nominal de Tubería (Nominal Pipe Size). El diámetro nominal de la tubería en pulgadas (4" NPS, 6" NPS, etc.). Haga coincidir la etiqueta del kit con la tubería.

LR / SR — Radio Largo / Radio Corto (Long Radius / Short Radius). LR tiene radio del eje central = $1.5 \times \text{NPS}$; SR tiene radio del eje central = $1.0 \times \text{NPS}$. La etiqueta del kit especifica cuál.

3. Herramientas y Materiales Necesarios

- | | |
|---|---|
| ✓ Cinta de aluminio — ancho mínimo 2" | ✓ Lentes de seguridad |
| ✓ Amarres o correas de sujeción temporal | ✓ Guantes de nitrilo |
| ✓ Marcador de pintura blanco — para marcar el ápice | ✓ Respirador N95 — como precaución |
| ✓ Escáner de código QR — la cámara del teléfono sirve | ✓ Trapos limpios y secos para preparar la tubería |
| ✓ App CB Solutionz IsoKit — para consulta QR | ✓ Cuchillo de aislamiento — solo para la cinta |

Nota: El flejado de acero inoxidable se aplica solo a la cubierta exterior (cladding) — nunca al aerogel.

4. Lista de Verificación Previa a la Instalación

Complete cada punto antes de colocar la primera pieza. Si algún punto falla, deténgase y contacte a soporte.

- ☐ **Verifique el tamaño de tubería** — Mida el diámetro exterior (OD) de la tubería y confirme que coincide con el NPS de la etiqueta del kit. Un kit de 4" NO sirve para una tubería de 6".
- ☐ **Verifique el tipo de accesorio** — Confirme que LR o SR, y 90° o 45°, coincidan con la etiqueta del kit y con el codo real en la tubería.
- ☐ **Escanee el código QR** — Escanee una pieza. Confirme que el número de trabajo, número de línea y capa coincidan con la orden de trabajo.
- ☐ **Cuente y clasifique las piezas** — Coloque todas las piezas planas. Identifique las dos piezas de inicio (un borde recto cada una) y las piezas de envoltura completa (curvas en ambos extremos). El conteo total de piezas está impreso en la etiqueta de la bolsa.
- ☐ **Inspeccione por daños** — Rechace cualquier pieza rota, aplastada o con marcas de humedad. Contacte a soporte para un reemplazo antes de continuar.
- ☐ **Revise la superficie de la tubería** — La tubería debe estar limpia, seca y libre de óxido, corrosión, aceite, escoria de soldadura o aislamiento húmedo. Limpie con un trapo limpio y seco.
- ☐ **Revise la temperatura** — La tubería debe estar a temperatura ambiente o cercana durante la instalación. No instale en una tubería caliente o fría; deje que se estabilice primero.
- ☐ **Confirme la dirección del flujo** — Identifique el extremo de ENTRADA (inlet) y el de SALIDA (outlet) antes de colocar cualquier pieza.
- ☐ **Verifique el color de capa** — Capa 1 = Amarillo · Capa 2 = Azul · Capa 3 = Verde · Capa 4 = Rojo. Si es multicapa, complete cada capa por completo antes de comenzar la siguiente.
- ☐ **OSHA confirmado** — Sin corte en campo; cumplimiento de sílice OSHA 29 CFR 1910.1053 pre-certificado para este kit.

5. Procedimiento de Instalación — Codos

Aplica a codos de 90° LR, 90° SR, 45° LR y 45° SR.

Paso 1 — Marque el ápice en la tubería

Encuentre el punto más externo de la curva del codo — este es el ápice. En un codo de 90°, el ápice está en el punto medio de 45° de la curva, en el lado más alejado del eje central de la tubería. Marque un pequeño punto sobre el metal con el marcador de pintura. **Todas las costuras longitudinales se alinearán directamente sobre esta marca.** No omita este paso — es la referencia para cada pieza que sigue.

Paso 2 — Coloque la pieza de inicio de ENTRADA

La pieza de inicio de entrada es aquella cuyo borde recto se unirá a la tubería recta en el lado de entrada. **Esta pieza de extremo se extenderá de 2" a 3" sobre la tubería recta más allá de la soldadura, según el tamaño de la tubería.**

Envuelva la pieza de inicio alrededor de la tubería de modo que:

- El borde recto quede al ras contra el aislamiento de la tubería recta en el extremo de entrada.
- El borde curvo apunte hacia la salida (hacia la siguiente pieza).
- Los dos bordes largos se junten para formar la costura longitudinal directamente sobre la marca del ápice.

Sujete la pieza cerrada con un amarre temporal alrededor del centro. El amarre debe estar lo suficientemente ajustado para mantener la posición — no tan apretado que comprima el aerogel. **Si la pieza no cierra limpiamente con la costura sobre la marca del ápice, gírela antes de apretar. No la fuerce.**

Paso 3 — Instale las piezas de ENVOLTURA COMPLETA en orden

Trabajando desde la entrada hacia la salida, coloque cada pieza de envoltura completa una a la vez. Para cada pieza:

- Envuélvala alrededor de la tubería.
- Gire la pieza para que su costura longitudinal se alinee directamente sobre la marca del ápice, en línea recta con la costura de la pieza anterior.
- Deslice la pieza contra la pieza anterior. Los bordes curvos deben encontrarse al ras — sin espacio visible, sin traslape.
- Sujete con un amarre temporal antes de colocar la siguiente pieza.

Crítico: Todas las costuras longitudinales deben formar una sola línea recta a lo largo del extradós del codo. Si una costura cae en otro lugar, esa pieza está girada incorrectamente — afloje el amarre, vuelva a girar y vuelva a apretar.

Paso 4 — Coloque la pieza de inicio de SALIDA

La pieza de inicio de salida es la segunda pieza con un borde recto. **Esta pieza de extremo también se extenderá de 2" a 3" sobre la tubería recta más allá de la soldadura, según el tamaño de la tubería.** Colóquela en el extremo de salida con:

- El borde recto contra el aislamiento de la tubería recta en la salida.
- El borde curvo a tope al ras contra la pieza de envoltura completa anterior.
- La costura longitudinal alineada con todas las demás costuras sobre la marca del ápice.

Sujete con un amarre temporal. Todas las piezas ya están colocadas.

Paso 5 — Verifique la alineación antes de aplicar cinta

Antes de aplicar cualquier cinta, camine alrededor del codo y revise visualmente:

- Todas las costuras longitudinales forman una sola línea recta a lo largo del extradós.
- Ninguna unión circunferencial muestra un espacio o traslape mayor a 1/16".
- Ambas piezas de inicio quedan al ras contra el aislamiento de la tubería recta en la entrada y la salida.
- Ninguna pieza está al revés (las piezas de inicio solo van en los extremos).

Si algo está mal, corríjalo ahora. **La cinta es el paso final — una vez aplicada, reposicionar daña el aerogel.**

Paso 6 — Aplique la cinta de aluminio

Aplique cinta de aluminio de 2" en este orden:

1. Sobre cada unión circunferencial (entre piezas adyacentes), pasando la cinta alrededor de toda la circunferencia de la tubería.
2. A lo largo de toda la línea de costura longitudinal sobre el extradós.
3. En los extremos de entrada y salida, traslapando sobre el aislamiento de la tubería recta adyacente por lo menos 2".

Presione la cinta firmemente. Sin bordes sueltos, sin bolsas de aire, sin aerogel expuesto.

Paso 7 — Inspección final

- Todas las costuras selladas, sin aerogel expuesto.
- Escanee un código QR para confirmar el kit correcto instalado en la ubicación correcta.

- Retire todos los amarres temporales.
- Fotografié el codo terminado con la etiqueta del trabajo visible. Registre los números de pieza y la capa para los registros de control de calidad.

6. Instalación Multicapa

Cuando un kit contiene varias capas, complete la capa anterior por completo (todas las piezas instaladas, toda la cinta aplicada, inspección final aprobada) antes de abrir la bolsa de la siguiente capa.

Orden de capas: La Capa 1 (Amarillo) va primero contra la tubería. La Capa 2 (Azul) se envuelve sobre la Capa 1. La Capa 3 (Verde) se envuelve sobre la Capa 2. La Capa 4 (Rojo) se envuelve sobre la Capa 3.

Crítico: Cada capa está dimensionada para la capa de abajo. No omita ninguna capa. No mezcle capas (por ejemplo, no instale piezas de la Capa 2 debajo de la Capa 1). El color de capa está impreso en cada etiqueta QR — verifique antes de abrir.

Orientación de costuras entre capas: Gire la Capa 2 de modo que su línea de costura del ápice quede a 90° de la Capa 1 (es decir, en el lado del codo en lugar de directamente arriba). Esto evita puentes térmicos a través de costuras alineadas. La Capa 3 regresa arriba. La Capa 4 regresa al lado. Esto se llama *orientación escalonada de costuras*.

7. Solución de Problemas — Problemas Comunes en Campo

Las piezas no quedan a tope limpiamente — espacio en un lado, traslape en el otro.

La pieza sin colocar está girada incorrectamente respecto a la pieza anterior. Afloje el amarre de la pieza sin colocar, gírela 5–15° en la dirección que cierra el espacio y vuelva a asentarla. Las costuras longitudinales deben alinearse; si no lo hacen, las curvas de la unión circunferencial no encajarán.

La primera pieza no cierra con la costura sobre la marca del ápice.

Verifique que tenga una pieza de inicio (un borde recto) y no una de envoltura completa. Si es correcta, el OD de la tubería puede estar ligeramente sobredimensionado por óxido o por estar fuera de redondez; limpie la superficie de la tubería de nuevo e intente otra vez. No fuerce la costura estirándola — el aerogel estirado durante la instalación se abrirá en servicio.

El amarre comprime el aislamiento más de 1/8".

El amarre está demasiado apretado. Afloje hasta que el amarre apenas toque la superficie sin hundirla. El aerogel comprimido pierde valor de aislamiento permanentemente.

Espacio visible (mayor a 1/16") entre dos piezas adyacentes.

Desalineación rotacional entre piezas. Afloje y vuelva a girar ambas piezas adyacentes para que las costuras se alineen sobre la marca del ápice. Si el espacio persiste después de volver a girar, una pieza puede estar mal etiquetada — escanee ambos códigos QR y verifique que pertenezcan a este kit y a esta posición.

La pieza parece demasiado corta o demasiado larga.

Verifique que el kit sea para el tamaño de tubería y tipo de codo correctos (LR vs. SR, 90° vs. 45°). Una pieza LR no servirá para un codo SR. Escanee el QR. **No corte para ajustar** — contacte a soporte para una pieza corregida.

La pieza de extremo se extiende de 2" a 3" más allá de la soldadura.

Esto es correcto y por diseño. Las piezas de inicio (de extremo) están dimensionadas para extenderse de 2" a 3" sobre la tubería recta más allá de la soldadura, según el tamaño de la tubería — asegurando cobertura completa de la zona afectada por el calor y una transición limpia al aislamiento de la tubería recta adyacente. No recorte el sobresaliente.

El código QR no escanea.

Limpie la etiqueta con un trapo seco e intente de nuevo con mejor iluminación. Si aún no escanea, el kit todavía se puede instalar siempre que la etiqueta de la bolsa, la orden de trabajo, el tamaño de tubería y el conteo de piezas coincidan — pero registre la falla de escaneo y llame a soporte después de la instalación para la trazabilidad del kit.

Falta una pieza en el kit.

Deténgase. No instale parcialmente. Contacte a soporte con el número de lote del kit y el número de la pieza

faltante. Una sola pieza faltante significa que el codo no se puede completar — las instalaciones parciales atrapan humedad y fallan en servicio.

La pieza está dañada (rota, aplastada, mojada).

Apártela. No la instale. Contacte a soporte para una pieza de reemplazo. Fotografíe el daño con la etiqueta QR visible para el reclamo de garantía.

La cinta no se adhiere.

La superficie de la tubería o del aislamiento está demasiado fría o tiene humedad. Seque y caliente la superficie por encima de 50°F antes de volver a aplicar cinta. La cinta de aluminio requiere una superficie limpia y seca por encima de 50°F para adherirse.

Detenga el trabajo y llame a soporte de inmediato si: faltan piezas en el kit, dos o más piezas están dañadas, el tamaño de la tubería no coincide con la etiqueta del kit, encuentra evidencia de aerogel mojado o contaminado dentro de la bolsa, o cualquier pieza no encaja después de haber verificado la orientación correcta. **No corte en campo para compensar.** Soporte: (855) 722-7658.

8. Puntos de Control de Calidad

Ubicación de costuras — Todas las costuras longitudinales sobre el extradós, alineadas sobre la marca del ápice. Nunca en el intradós.

Calidad de uniones — Las uniones circunferenciales quedan a tope al ras. Los espacios mayores a 1/16" deben corregirse antes de aplicar cinta.

Cobertura de cinta — 100 % en cada unión circunferencial, cada costura longitudinal y en ambas transiciones de extremo. Sin aerogel expuesto en ningún lugar.

Compresión — Ninguna pieza comprimida por amarres o presión de mano más de 1/8". El aerogel pierde valor térmico cuando se aplasta.

Sin modificaciones en campo — Ninguna pieza cortada, recortada, estirada, doblada ni modificada. Si una pieza no encaja, contacte a soporte; no la adapte.

Cubierta exterior (Cladding) — El flejado de acero inoxidable y el revestimiento metálico se aplican solo a la capa de cubierta exterior, nunca al aerogel.

Trazabilidad — Un código QR escaneado y registrado por instalación. Fotografíe el codo terminado con la etiqueta del trabajo visible.

9. Referencia de Conteo de Piezas — Codo 90° LR — Cryogel Z 10mm

Use esta tabla para verificar que el conteo de piezas en la etiqueta de su kit coincida con el estándar para ese tamaño de tubería. Dimensiones en pulgadas. Holgura CBS-FIT-001: 0.50mm. Estándar de segmentos CBS-SEG-001.

NPS	OD Tubo	OD Aisl.	Longitud Corte	CR	Áng. Seg.	Seg.	Pzas Total
2"	2.3752"	3.1823"	9.997"	3.000"	22.5000°	2	4
2.5"	2.8752"	3.6823"	11.568"	3.750"	22.5000°	2	4
3"	3.5000"	4.3071"	13.531"	4.500"	22.5000°	2	4
3.5"	4.0000"	4.8071"	15.102"	5.250"	22.5000°	2	4
4"	4.5000"	5.3071"	16.673"	6.000"	22.5000°	2	4
5"	5.5630"	6.3701"	20.012"	7.500"	22.5000°	2	4
6"	6.6252"	7.4323"	23.349"	9.000"	18.0000°	3	5
8"	8.6252"	9.4323"	29.632"	12.000"	15.0000°	4	6
10"	10.7500"	11.5571"	36.308"	15.000"	12.8571°	5	7
12"	12.7500"	13.5571"	42.591"	18.000"	12.8571°	5	7
14"	14.0000"	14.8071"	46.518"	21.000"	11.2500°	6	8
16"	16.0000"	16.8071"	52.801"	24.000"	10.0000°	7	9
18"	18.0000"	18.8071"	59.084"	27.000"	9.0000°	8	10
20"	20.0000"	20.8071"	65.367"	30.000"	9.0000°	8	10
24"	24.0000"	24.8071"	77.934"	36.000"	7.5000°	10	12
30"	30.0000"	30.8071"	96.783"	45.000"	6.0000°	13	15

10. Cumplimiento OSHA 29 CFR 1910.1053

Todas las piezas de aislamiento de aerogel suministradas por CB Solutionz se fabrican completamente fuera del sitio en nuestra planta CNC en Houston, TX. El contratista instalador no realiza ni necesita ningún corte en campo. Como no se requiere corte en campo, se elimina del sitio de trabajo el paso de corte que genera la mayor cantidad de polvo de sílice respirable. Esto ayuda a los contratistas a reducir la exposición al sílice y la carga de cumplimiento bajo la Norma de Sílice Cristalina Respirable OSHA 29 CFR 1910.1053. Se incluye documentación de cumplimiento con cada kit.

Soporte Técnico

(855) 722-7658 · support@cbsolutionz.com · cbsolutionz.com

3120 SW Freeway, Houston TX 77098

Antes de llamar: pruebe primero el punto correspondiente en la Sección 7 (Solución de Problemas). Tenga listos el número de lote del kit, el número de pieza y una foto al llamar.