

Guía de instalación

Modelo T17

Transductor de caudal ultrasónico



Modelo T17

Transductor de caudal ultrasónico

Guía de instalación

PANA048C21 Rev. G

Ago 2026

panametrics.com

Copyright 2026 by Panametrics LLC. TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. Este material contiene una o más marcas registradas de Panametrics LLC y/o sus subsidiarias. Todos los nombres de productos y empresas de terceros son marcas registradas de sus respectivos propietarios.

[no hay contenido previsto para esta página]

Servicios



Panametrics pone a disposición de sus clientes un experimentado equipo de atención al cliente preparado para responder a consultas técnicas, así como a otras necesidades de asistencia remota y en el sitio. Para complementar nuestra amplia cartera de soluciones líderes en el sector, ofrecemos varios tipos de servicios de asistencia flexibles y escalables, entre los que se incluyen: Formación, reparación de productos, acuerdos de servicio y mucho más.

Visite <https://panametrics.com/services> para obtener más información.

Convenciones tipográficas

Nota: Estos párrafos proporcionan información que permite comprender mejor la situación, pero no es esencial para completar correctamente las instrucciones.

IMPORTANTE: Estos párrafos proporcionan información que hace hincapié en las instrucciones que son esenciales para la correcta configuración del equipo. No seguir estas instrucciones detenidamente puede afectar negativamente al rendimiento.



¡PRECAUCIÓN! Este símbolo indica un riesgo de lesiones personales leves y/o daños al equipo, a menos que se sigan cuidadosamente estas instrucciones.



¡ADVERTENCIA! Este símbolo indica un riesgo de lesiones personales graves, a menos que se sigan cuidadosamente estas instrucciones.

Cuestiones de seguridad



¡ADVERTENCIA! El usuario es responsable de observar todas las reglas del sitio y los requisitos reglamentarios aplicables.



IMPORTANTE Todas las instrucciones sobre conexión a tierra y terminación de cables en este manual son necesarias para el cumplimiento de las normas globales de EMC/RFI. Tal cumplimiento puede ser requerido por la legislación nacional sobre EMC/RFI.

Normas de seguridad locales

El usuario deberá asegurarse de que opera el equipo de acuerdo con las normas o leyes locales de aplicación.

Cualificación del personal

Asegúrese de que todo el personal cuente con la capacitación adecuada para utilizar el equipo.

Equipos de seguridad personal

Asegúrese de que los operadores y el personal de mantenimiento cuenten con todos los equipos de seguridad necesarios.

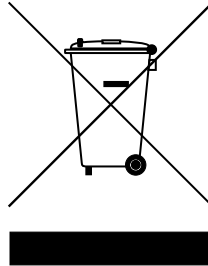
Operación no autorizada

Asegúrese de que el personal no autorizado no pueda operar los equipos.

Cumplimiento ambiental

Directiva sobre residuos de equipos eléctricos y electrónicos

Este aparato ha requerido la extracción y el uso de recursos naturales para su producción. Puede contener sustancias peligrosas que podrían afectar la salud y el medio ambiente. Con el fin de evitar la dispersión de estas sustancias en el medio ambiente y reducir la presión sobre los recursos naturales, le animamos a que utilice un esquema apropiado de "devolución" para la recuperación de recursos. Estos esquemas reutilizarán o reciclarán la mayoría de los materiales de su equipo de forma ecológica. El símbolo del contenedor de basura tachado, marcado en el producto, invita a utilizar dicho esquema.



Si necesita más información sobre los sistemas de recogida, reutilización y reciclaje, póngase en contacto con la administración local de gestión de residuos.

Como parte de su compromiso con el medio ambiente y la Directiva RAEE 2012/19/UE de la UE, Panametrics participa en un programa de devolución.

Visite <https://panametrics.com/health-safety-and-environment-hse> para obtener instrucciones de devolución y más información sobre esta iniciativa.

Capítulo 1. Introducción

1.1	Descripción general	1
1.2	Construcción del transductor	1

Capítulo 2. Instalación de boquillas para tuberías

2.1	Introducción	3
2.2	Instalación de boquilla de trayectoria diametral	5
2.2.1	Identificación y comprobación de los componentes del kit de instalación de boquillas, diametral	6
2.2.2	Selección y marcado de la ubicación de la primera boquilla, diametral	7
2.2.3	Determinación y marcado de la ubicación de la segunda boquilla, diametral	8
2.2.4	Instalación de la primera guía de soldadura, diametral	11
2.2.5	Instalación de la primera boquilla, diametral	13
2.2.6	Instalación de la segunda guía de soldadura y boquilla, diametral	15
2.2.7	Perforación en caliente de la tubería	16
2.2.8	Perforación en frío de la tubería	16
2.3	Instalación de boquilla de trayectoria de radio medio no diametral	16
2.3.1	Identificación y comprobación de los componentes del kit de instalación de boquillas, no diametrales, de radio medio	17
2.3.2	Selección y marcado de la ubicación de la primera boquilla, no diametral, de radio medio	18
2.3.3	Determinación y marcado de la ubicación de la segunda boquilla, no diametral, de radio medio	21
2.3.4	Instalación de la primera guía de soldadura, no diametral, de radio medio	24
2.3.5	Instalación de la primera boquilla, no diametral, de radio medio	27
2.3.6	Instalación de la segunda guía de soldadura y boquilla, no diametral, de radio medio	28
2.3.7	Perforación en caliente de la tubería	29
2.3.8	Perforación en frío de la tubería	29

Capítulo 3. Instalación de una válvula de aislamiento

3.1	Boquilla diametral o no diametral, instalación de válvulas	31
3.1.1	Para bridas de 3 pulgadas	31

Capítulo 4. Inserción de transductores T17 en la tubería

4.1	Introducción	33
4.2	Inserción de transductores mediante el mecanismo de inserción	33
4.2.1	Preparación para la instalación	33
4.2.2	Montaje del mecanismo de inserción	34
4.2.3	Alineación del transductor descendente para instalaciones de alcance extendido	41
4.3	Conexión de un XAMP	44

Capítulo 5. Mantenimiento de los transductores T17

5.1	Extracción de los transductores	49
5.1.1	Uso del mecanismo de inserción	49

Capítulo 6. Especificaciones

6.1	Especificaciones físicas del transductor T17	53
6.2	Certificaciones del transductor T17	53
6.3	Condiciones especiales de uso	54

[no hay contenido previsto para esta página]

Capítulo 1. Introducción

1.1 Descripción general

El *transductor de flujo ultrasónico T17* se utiliza exclusivamente con la línea de caudalímetros ultrasónicos de Panametrics. Estos transductores miden el caudal de gases conductores de sonido a través de tuberías con diámetros comprendidos entre 12 pulgadas (305 mm) y 120 pulgadas (3000 mm). Este manual proporciona detalles sobre los siguientes temas:

- Construcción del transductor
- Instalación de boquillas
- Instalación del transductor
- Mantenimiento
- Especificaciones

Nota: Para la instalación en tuberías de 4 a 12 pulgadas (100 a 300 mm), o para utilizar la configuración BIAS de 90°, consulte la Guía de instalación de Panametrics 916-117.

1.2 Construcción del transductor

Cada conjunto de transductor T17 (consulte *Figura 1* a continuación) consta de los siguientes componentes:

- Cuerpo totalmente metálico, sellado y soldado, fabricado de serie con titanio de grado 2
- Un cabezal transductor que consta de elementos piezoeléctricos conectados mediante cables al conector de BNC
- Un conector tipo BNC para conectar el transductor al caudalímetro.

El transductor T17 está disponible en longitudes estándar de 33 pulgadas (840 mm) a 60 pulgadas (1500 mm) y con un cabezal de ángulo de 180° o 174°.

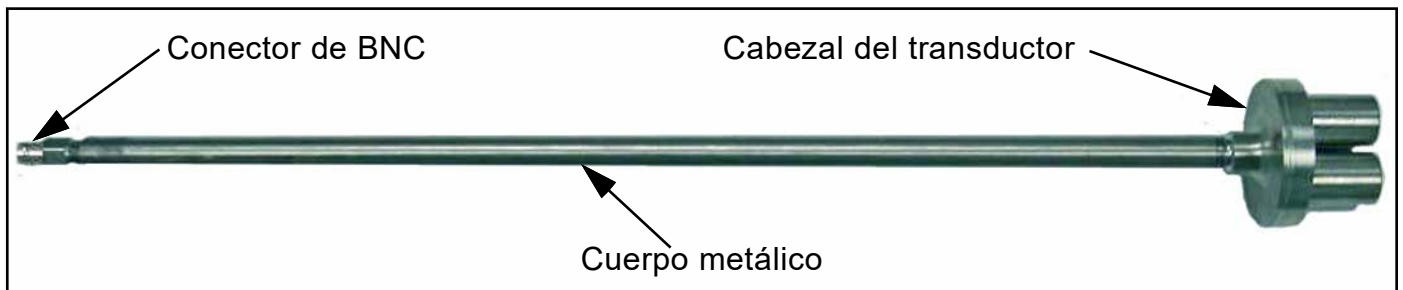


Figura 1: Transductor general T17 (cabezal de 180°)

[no hay contenido previsto para esta página]

Capítulo 2. Instalación de boquillas para tuberías

2.1 Introducción

Antes de poder instalar los transductores T17 en la tubería, deberá instalar las boquillas de la tubería. Las boquillas se pueden instalar como parte de una pieza de carrete fabricada, o mediante el uso del proceso en caliente o en frío con un *Kit de instalación de boquillas Panametrics*.

¡IMPORTANTE: Este procedimiento solo se aplica si está utilizando un kit de instalación de boquillas. Si va a realizar la conexión a la tubería sin utilizar un kit de instalación de boquillas, consulte los planos incluidos en su envío. Este procedimiento está escrito e ilustrado para instalaciones en tuberías horizontales. Sin embargo, el procedimiento es el mismo para las instalaciones de tuberías verticales.



¡ADVERTENCIA! Siga todas las medidas de seguridad aplicables en el sitio, a nivel local y regional al realizar la conexión de boquillas a la tubería. Se debe tener mucho cuidado para garantizar que la actividad no se realice en un entorno inflamable sin las estrategias de mitigación adecuadas.



¡ADVERTENCIA! Cualquier desviación de este procedimiento prescrito puede provocar la liberación accidental de gas de proceso, que puede ser peligroso o nocivo debido a su presión, inflamabilidad o composición. Se deben seguir prácticas de trabajo seguras y se recomienda revisar periódicamente este procedimiento antes de realizar este trabajo en un entorno inflamable sin las estrategias de mitigación adecuadas.

Esta sección describe cómo instalar las boquillas en las diferentes configuraciones disponibles:

- Rango de caudal estándar de operación de 0,1 a 328 pies/s (0,03 a 100 m/s):
Esta configuración utiliza dos transductores T17 con cabezal de 180°.
- Rango extendido de operación de 0,1 a 394 pies/s (0,03 a 120 m/s):
Esta configuración utiliza un transductor T17 con cabezal de 180° y un transductor T17 con cabezal de 174°.

Cualquiera de estas disposiciones puede utilizarse en una de dos configuraciones de ruta:

- Una configuración de trayectoria diametral (la trayectoria de la señal forma una línea a través del diámetro de la tubería (consulte *Figura 2* a continuación).
- Una configuración de trayectoria no diametral (la trayectoria de la señal forma una línea desplazada del diámetro (consulte *Figura 3* a continuación).

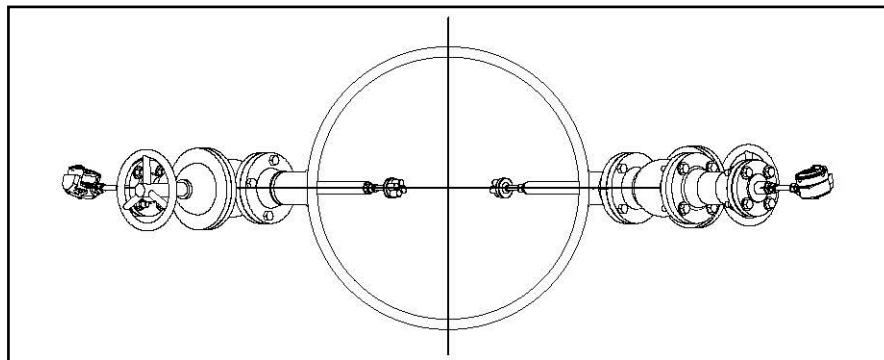


Figura 2: Configuración de ruta diametral

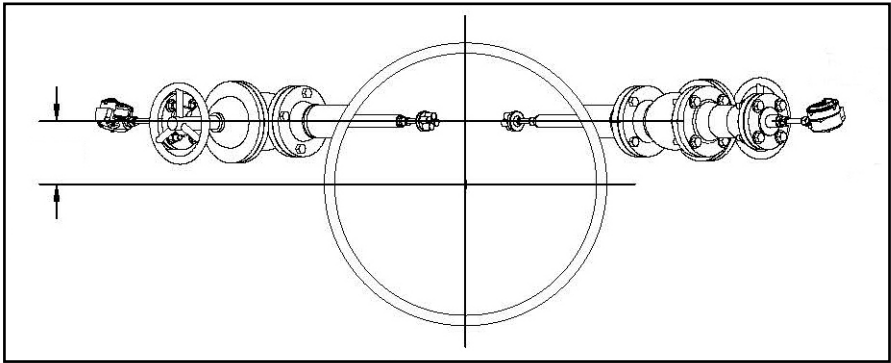


Figura 3: Configuración de ruta no diametral

2.2 Instalación de boquilla de trayectoria diametral

Este procedimiento incluye las siguientes instrucciones:

- Identificar y comprobar los componentes del kit de instalación de la boquilla
- Seleccionar y marcar la ubicación de la primera boquilla
- Determinar y marcar la ubicación de la segunda boquilla
- Instalación de la primera guía de soldadura
- Instalación de la primera boquilla
- Instalación de la segunda guía de soldadura y boquilla
- Perforación en caliente de la tubería

2.2.1 Identificación y comprobación de los componentes del kit de instalación de boquillas, diametral

El kit de boquillas consta de varios componentes que debe identificar y comprobar tal como se describe en las siguientes subsecciones.

El *Kit de instalación de boquillas* contiene los materiales que se enumeran a continuación. Use *Figura 4* a continuación se muestra información que ayuda a identificar cada componente.

• 2 boquillas (si se compran)	• 2 guías de soldadura	• 1 plantilla	• 1 varilla roscada (1 pulgada de diámetro), arandela y tuerca
-------------------------------	------------------------	---------------	--

IMPORTANTE: Necesitará suministrar ocho espárragos de 5/8" con dos tuercas cada uno (para bridas de 3" y 150#), o espárragos de 3/4" con dos tuercas cada uno (para bridas de 3" y 300#).

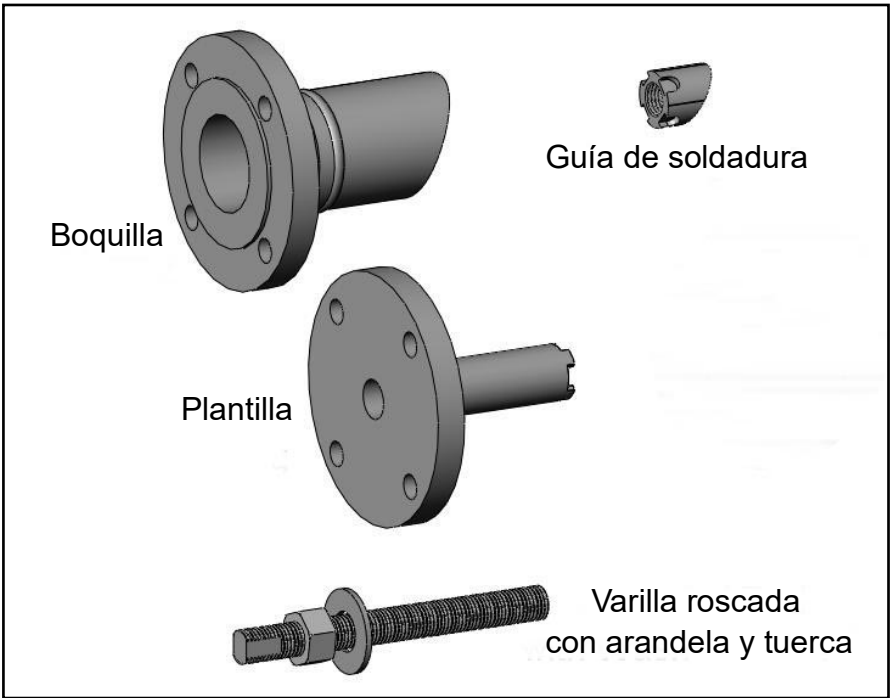
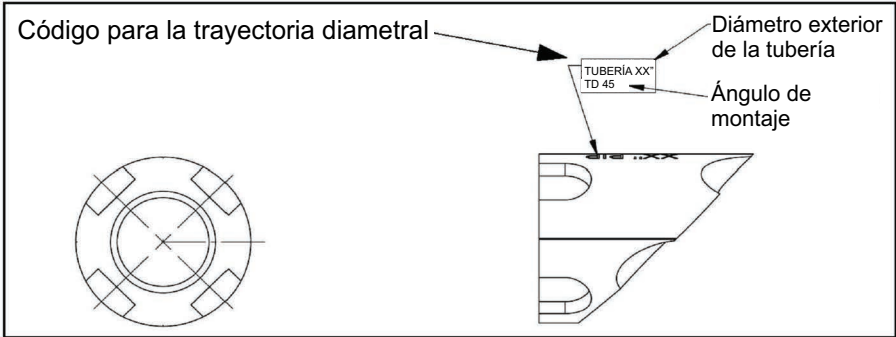


Figura 4: Componentes del kit de instalación de boquillas

Compruebe la marca en la guía de soldadura. El diámetro exterior del tubo y el ángulo de montaje están grabados en el soporte como se muestra a continuación.



2.2.2 Selección y marcado de la ubicación de la primera boquilla, diametral

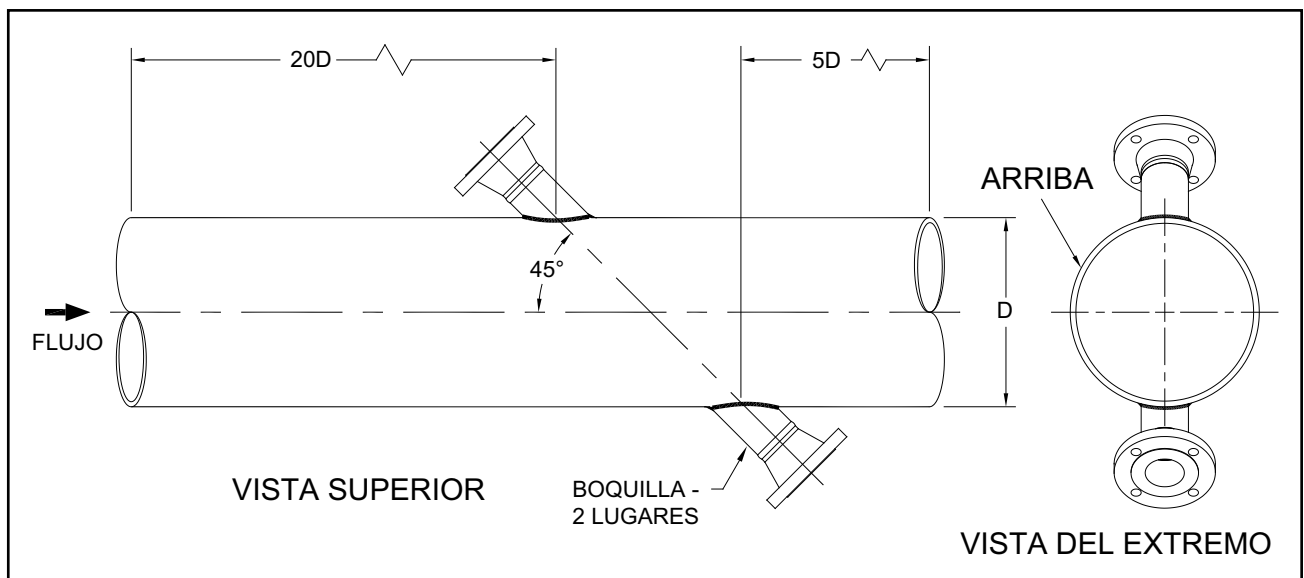


¡PRECAUCIÓN!

La correcta alineación de las boquillas es fundamental para el buen funcionamiento del caudalímetro. Por lo tanto, todas las operaciones de marcado, posicionamiento y soldadura deben llevarse a cabo con la máxima precisión. A menos que se indique lo contrario, el posicionamiento dimensional de las boquillas debe mantenerse dentro de una tolerancia de $\pm 1/16$ pulg. ($\pm 1,6$ mm) en relación entre sí y con respecto al eje central de la tubería, la tolerancia angular debe mantenerse en $\pm 1^\circ$.

Todos los cortes de orificios en las tuberías de proceso deben realizarse utilizando equipos de perforación en caliente.

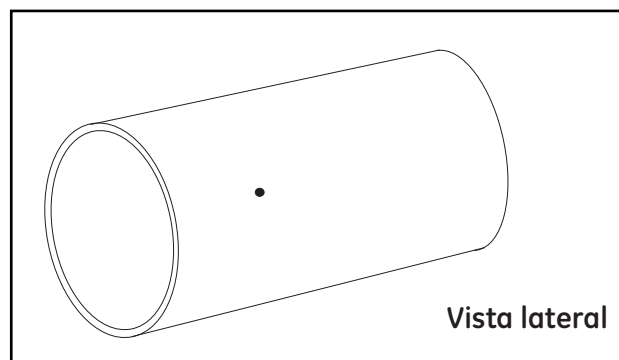
1. Para un rendimiento óptimo, debe seleccionar una ubicación que tenga al menos 20 diámetros de tubería de flujo recto y sin perturbaciones ascendentes y 5 diámetros de tubería de flujo recto y sin perturbaciones descendentes del punto de medición. El flujo no perturbado implica evitar fuentes de turbulencia como válvulas, bridas y codos; evite remolinos; y evite perfiles de flujo perturbados.



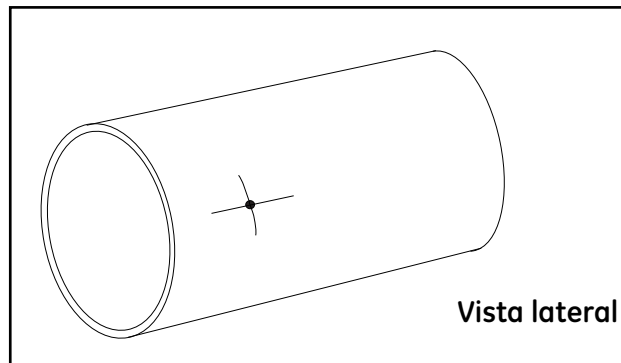
2. Recomendamos que instale las boquillas con un diámetro lo más cercano posible al plano horizontal (es decir, las posiciones de las 3 y las 9 en punto) para tuberías horizontales.

Nota: Si no encuentra una ubicación adecuada, póngase en contacto con el equipo de ingeniería de aplicaciones de flujo de Panametrics.

3. En la posición de las 3 en punto, marque el centro del tubo con un punzón para indicar la posición del centro de la primera boquilla.

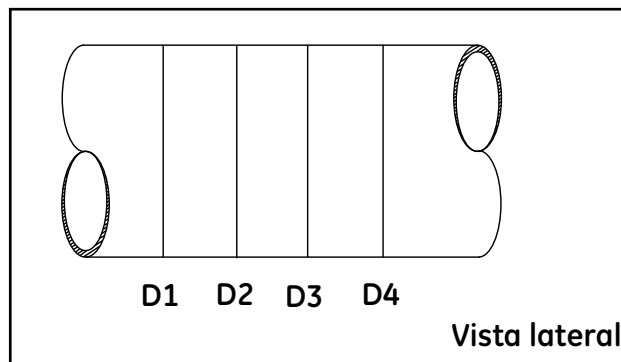


4. Pulverice esta zona con un producto de tinte para marcar. Utilizando un borde metálico, trace líneas verticales y horizontales de 6" de largo que se crucen en la marca central del punzón.



2.2.3 Determinación y marcado de la ubicación de la segunda boquilla, diametral

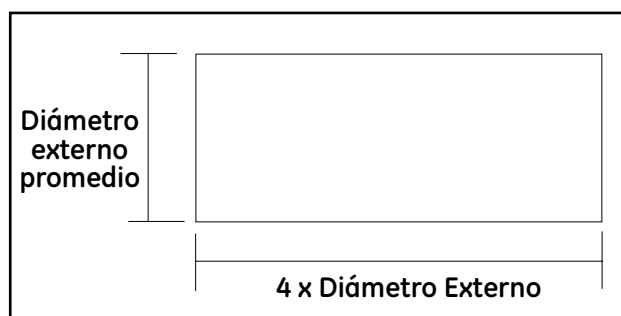
1. La posición de la segunda boquilla suele estar a una distancia igual a un diámetro exterior de la tubería a lo largo de la misma y ubicada en el lado opuesto de la tubería (es decir, 180° alrededor). Pulverice esta zona con un producto de tinte para marcar. (Para instalaciones distintas a 45° , la distancia es igual al diámetro exterior multiplicado por la tangente del ángulo de instalación).
2. Debido a la posible variación en el diámetro exterior de la tubería, mida el diámetro exterior de la tubería en cuatro puntos situados entre los centros de las boquillas. Calcule el diámetro exterior promedio en base a estas medidas.



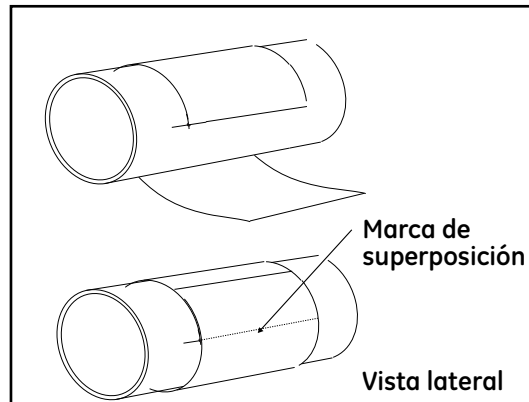
3. Utilizando un rollo de película de poliéster (o equivalente), corte una tira de película con el siguiente ancho y largo:

IMPORTANTE: Asegúrese de que los lados de la película estén cortados paralelamente entre sí.

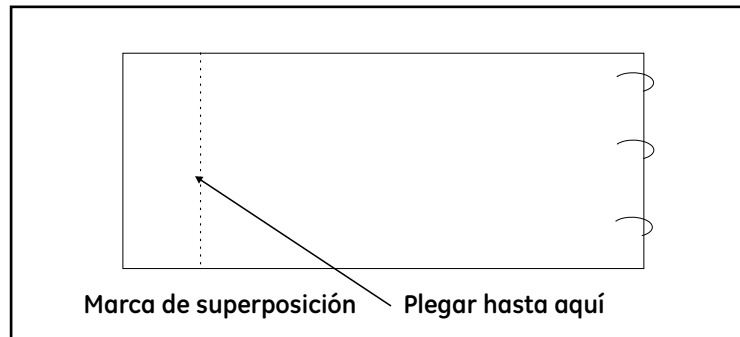
- Ancho: igual al diámetro exterior promedio calculado en el paso 2 anterior.
- Longitud: igual a 4 veces el diámetro exterior de la tubería.



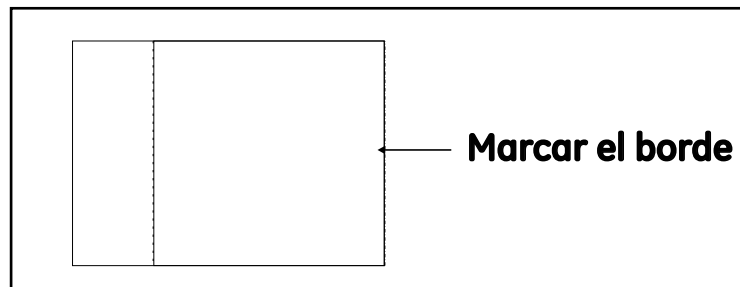
4. Envuelva la tira de película alrededor del tubo, con un borde alineado con la línea vertical marcada en la ubicación de la primera boquilla. Asegúrese de que la tira se superponga correctamente alrededor de la tubería y marque la posición de superposición de la tira. Esto equivale a la circunferencia de la tubería.



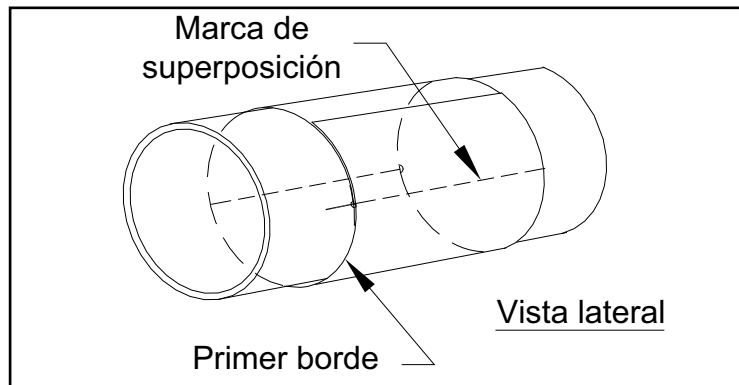
5. Retire la tira de película y dóblela como se muestra a continuación para determinar la posición diametralmente opuesta a la posición de superposición cuando la película se vuelva a aplicar a la tubería.



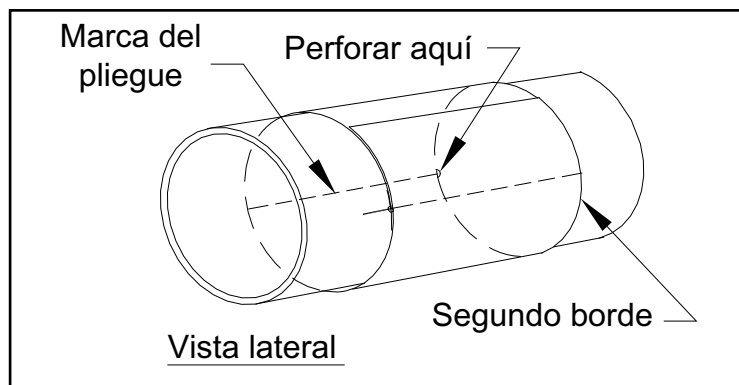
6. Marque el exterior del pliegue como referencia.



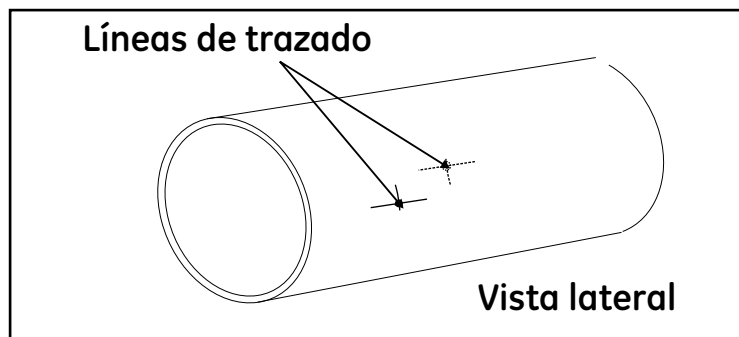
7. Vuelva a colocar la tira de película sobre el tubo. Esta vez, alinee la marca de superposición con las líneas de trazado horizontales y verticales. De nuevo, asegúrese de envolver la tira de película de forma recta alrededor del tubo.



8. La nueva posición del centro de la segunda boquilla se identifica ahora como la intersección de la línea de pliegue y el segundo borde de la tira de película. Marque el centro de esta ubicación con un punzón antes de retirar la tira de película.



9. Retire la película.
10. Trace líneas verticales y horizontales de 6" de largo que se crucen en la marca central del punzón.



2.2.4 Instalación de la primera guía de soldadura, diametral

1. Antes de soldar la primera guía, debe añadir otra línea de trazado, conocida como línea central oblicua. La línea central oblicua compensa la pendiente o el ángulo oblicuo de la guía. La línea central oblicua está desplazada de la línea central verdadera (vertical) marcada anteriormente por una distancia "X", que depende del diámetro exterior de la tubería de la siguiente manera:

$$X = D/2 - \frac{d/2}{\tan[\sin^{-1}(d/D)]}$$

donde D = diámetro exterior de la tubería

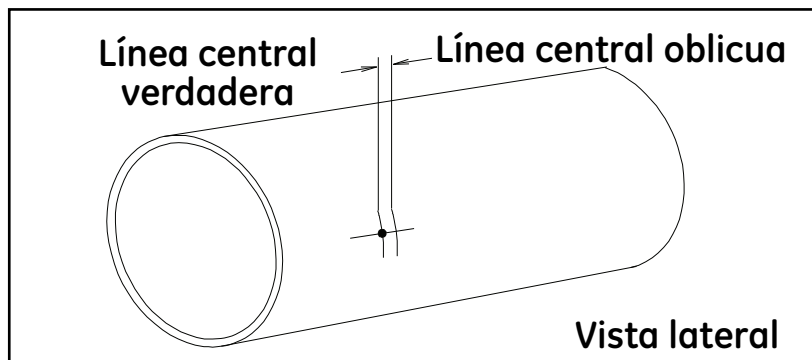
d = diámetro externo de la guía de soldadura (1,660 pulg.)

Tabla 1 a continuación muestra los valores de X para diferentes tamaños de tubería.

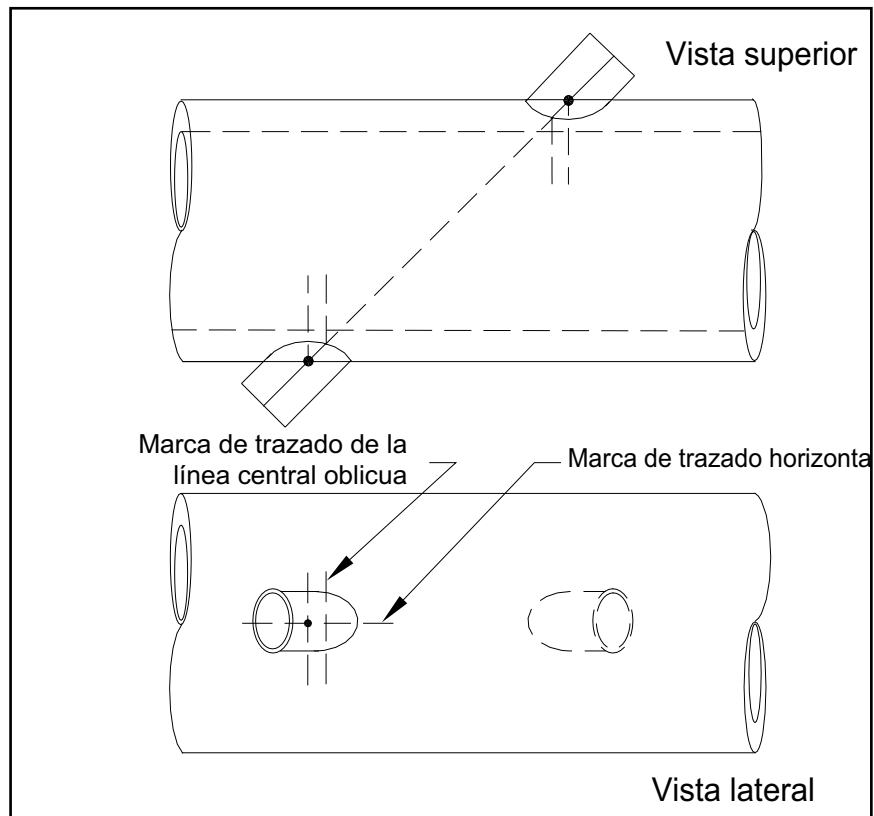
Tabla 1: Valores X para diferentes tamaños de tubería

Tubería		Dimensiones de X
NPS (DN)	Diámetro externo	
12 pulg. (300 mm)	12,75 pulg.	0,054 pulg. (1,37 mm)
14 pulg. (350 mm)	14,00 pulg.	0,049 pulg. (1,24 mm)
16 pulg. (400 mm)	16,00 pulg.	0,043 pulg. (1,09 mm)
18 pulg. (450 mm)	18,00 pulg.	0,038 pulg. (0,97 mm)
20 pulg. (500 mm)	20,00 pulg.	0,035 pulg. (0,89 mm)
22 pulg. (600 mm)	22,00 pulg.	0,032 pulg. (0,81 mm)
24 pulg. (650 mm)	24,00 pulg.	0,029 pulg. (0,74 mm)
26 pulg. (700 mm)	26,00 pulg.	0,027 pulg. (0,68 mm)

2. Trace la línea central oblicua en la tubería a la distancia prescrita de la línea central verdadera. La línea central oblicua debe marcarse en el lado de la línea central verdadera que esté más cerca de la ubicación de la segunda boquilla.



3. Coloque la guía de soldadura de manera que las cuatro líneas de marcado del saliente de soldadura coincidan con la marca de marcado horizontal y la línea central oblicua del tubo. Asegúrese de orientar la guía como se muestra a continuación.

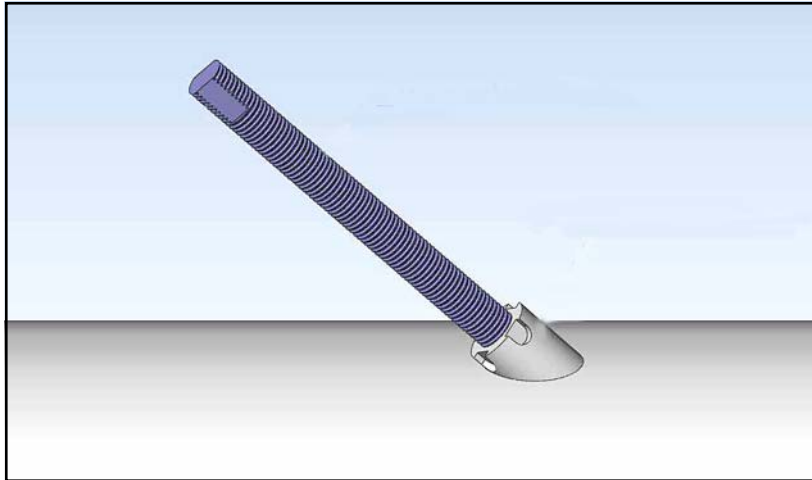


4. Sujete la guía en su lugar utilizando una abrazadera para tuberías o un material similar para que no se mueva durante la soldadura por puntos.
5. Verifique la alineación de la guía y, a continuación, suelde por puntos la guía de acero al carbono al tubo en cada una de las cuatro ranuras situadas entre las marcas de trazado de la guía.
6. Retire la abrazadera y vuelva a comprobar la alineación. Si la guía está desalineada 0,02 pulgadas (0,5 mm) o más, retire la guía, elimine las soldaduras y vuelva a instalarla.

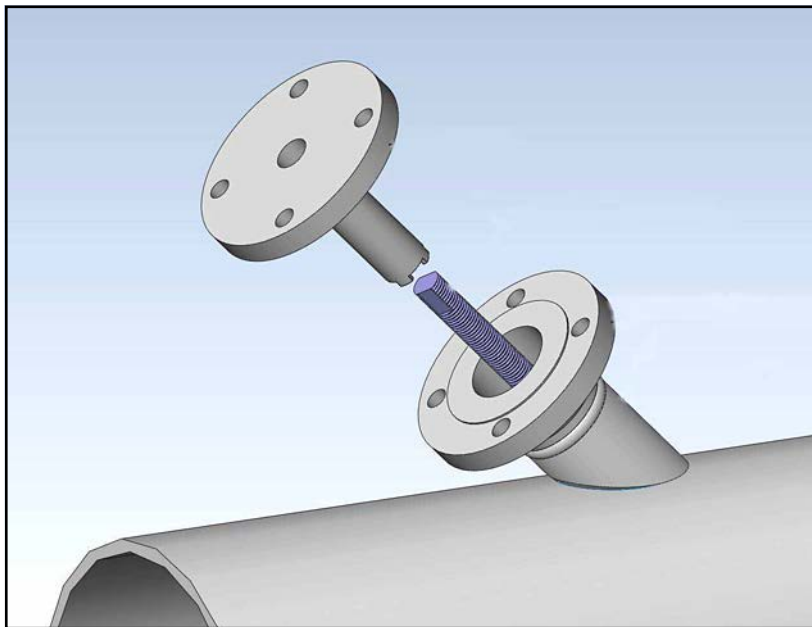
2.2.5 Instalación de la primera boquilla, diametral

IMPORTANTE: Es fundamental que la boquilla se coloque y se fije en su posición utilizando la plantilla y la varilla roscada de 1 pulg. suministradas, antes de soldar la boquilla.

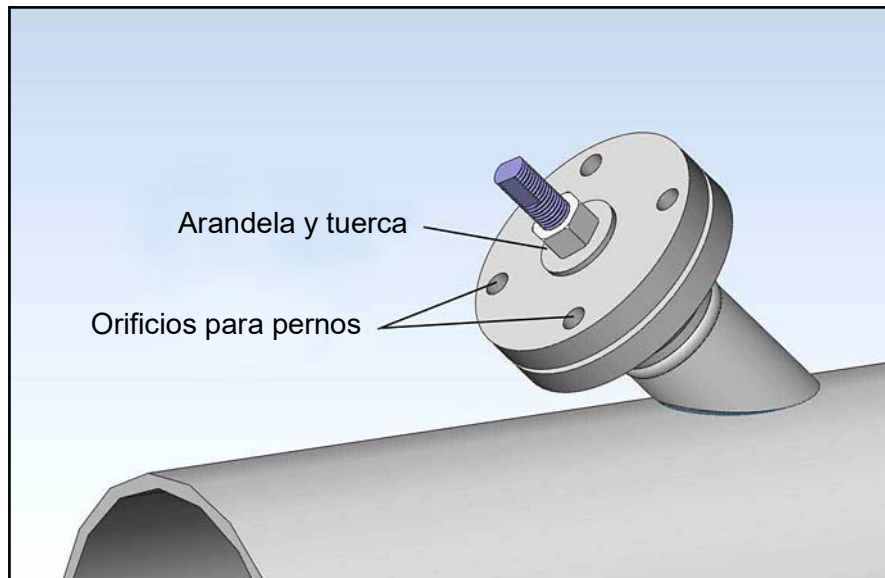
1. Enrosque la varilla roscada en la guía que está soldada al tubo. Si es necesario, retire la arandela y la tuerca de la varilla roscada.



2. Deslice la boquilla sobre la varilla roscada y alinee el extremo contorneado de la boquilla de modo que coincida con el arco de la tubería. A continuación, deslice la plantilla sobre la varilla roscada, encajando la plantilla en la guía de soldadura.



3. Alinee los orificios de los pernos de la plantilla y la boquilla, y apriete el conjunto en su lugar utilizando la arandela y la tuerca.



4. Instale los espárragos, las tuercas y las arandelas en los orificios para pernos del conjunto de brida/plantilla y apriete las tuercas.
5. La combinación de plantilla, guía y boquilla está diseñada para proporcionar una separación de raíz de 0,094 pulg. (2,4 mm) entre el borde biselado de la boquilla y el diámetro exterior de la tubería. Si no existe una holgura de 0,094 pulg. (2,4 mm) en todo el perímetro, se debe retirar la boquilla y lijarla adecuadamente para proporcionar la holgura requerida. Si la separación de la raíz es mayor que la dimensión de 0,094 pulg. (2,4 mm), se pueden insertar arandelas del tamaño adecuado entre la plantilla y la boquilla para reducir la dimensión de la separación de la raíz.

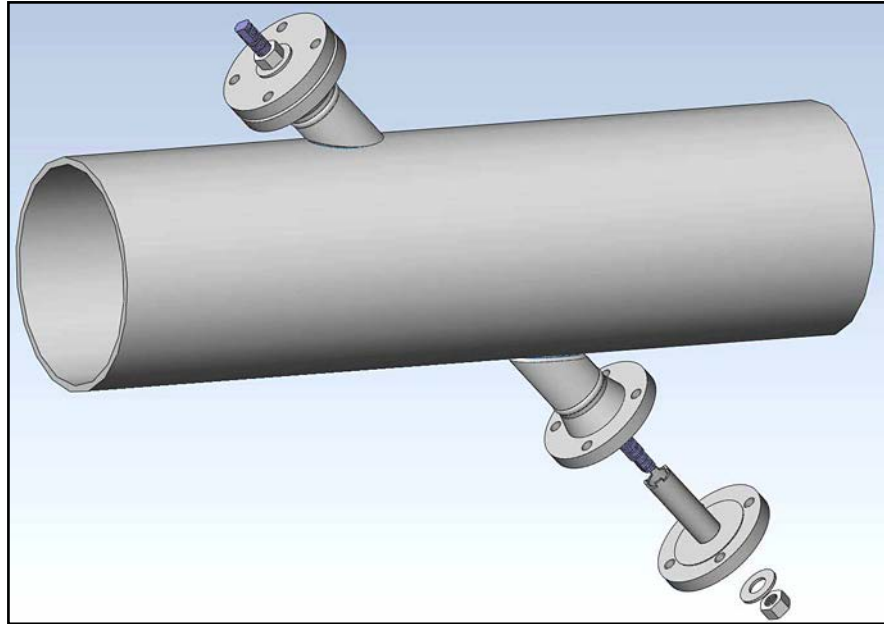


¡ADVERTENCIA! Únicamente personal calificado debe soldar las guías y las boquillas, utilizando un procedimiento de soldadura adecuado que cumpla con la norma ASME BPVC IX.

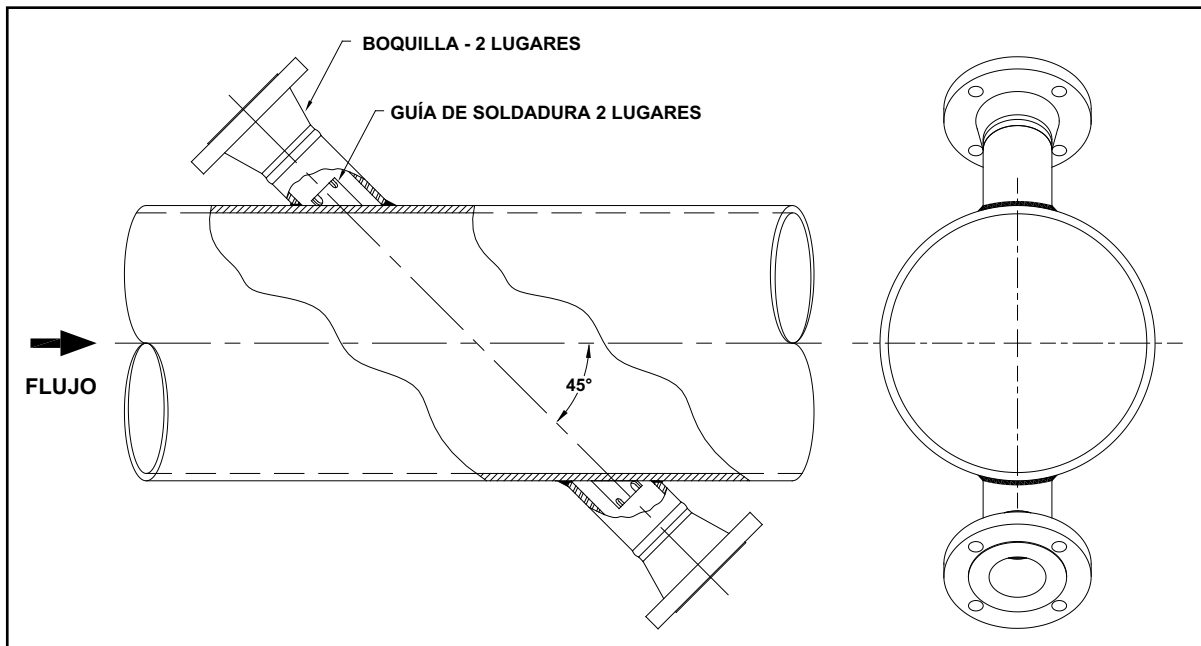
6. Suelde por puntos la boquilla al tubo en cuatro puntos diametralmente opuestos, cada punto de soldadura debe tener aproximadamente 0,6 pulg. (15 mm) de longitud. Deje que las soldaduras se enfríen durante 30 segundos entre cada punto de soldadura.
7. Proceda a completar la pasada de raíz y las pasadas de relleno subsiguientes según sea necesario.
8. Deje enfriar las soldaduras y, a continuación, retire la varilla roscada, la arandela, la tuerca y la plantilla.

2.2.6 Instalación de la segunda guía de soldadura y boquilla, diametral

Instale la segunda guía de soldadura y la boquilla en la posición requerida como se describe en “Instalación de la primera guía de soldadura, diametral” en la Sección 2.2.4 y “Instalación de la primera boquilla, diametral” en la Sección 2.2.5.



La instalación finalizada debería verse como se muestra a continuación.



2.2.7 Perforación en caliente de la tubería



¡ADVERTENCIA! Las perforaciones en caliente solo deben ser realizadas por personal calificado. Siga todos los códigos y prácticas de seguridad aplicables durante estos procedimientos.

Para bridas de 3 pulg.:

1. Instale válvulas de aislamiento con brida ANSI de 3 pulg. en ambas boquillas (paso completo, 8 pulg. de cara a cara para 150# RF o 11,125 pulg. para 300# RF) con una junta y espárragos y tuercas de 5/8 pulg. (para bridas con capacidad de 150#) o 3/4 pulg. (para bridas con capacidad de 300#) de diámetro. Oriente las manijas de las válvulas para minimizar las interferencias.
2. Perfore orificios en caliente en la tubería utilizando una máquina de perforación en caliente equipada con una broca de 3/4 pulg. (19,05 mm). A continuación, utilice una sierra de corona con retención de cupones para cortar un orificio con un diámetro mínimo de 2,50 pulgadas (63,5 mm).

2.2.8 Perforación en frío de la tubería



¡ADVERTENCIA! Las perforaciones en frío solo deben ser realizadas por personal calificado. Siga todos los códigos y prácticas de seguridad aplicables durante estos procedimientos.

El procedimiento para realizar una perforación en frío en una tubería es el mismo que el procedimiento para realizar una perforación en caliente. Sin embargo, no es necesaria una válvula de aislamiento durante el proceso. El fluido de aplicación en caliente se puede aplicar directamente a la boquilla. Se añadirán válvulas de aislamiento una vez finalizada la perforación.

2.3 Instalación de boquilla de trayectoria de radio medio no diametral

Este procedimiento incluye las siguientes instrucciones:

- Identificar y comprobar los componentes del kit de instalación de la boquilla
- Seleccionar y marcar la ubicación de la primera boquilla
- Determinar y marcar la ubicación de la segunda boquilla
- Instalación de la primera guía de soldadura
- Instalación de la primera boquilla
- Instalación de la segunda guía de soldadura y boquilla
- Perforación en caliente de la tubería

2.3.1 Identificación y comprobación de los componentes del kit de instalación de boquillas, no diametrales, de radio medio

El kit de boquillas consta de varios componentes que debe identificar y comprobar tal como se describe en las siguientes secciones.

El *Kit de instalación de boquillas* contiene los materiales que se enumeran a continuación. Use *Figura 5* a continuación se muestra información que ayuda a identificar cada componente.

• 2 boquillas (si se compran)	• 2 guías de soldadura	• 1 plantilla	• 1 varilla roscada (1 pulgada de diámetro), arandela y tuerca
-------------------------------	------------------------	---------------	--

IMPORTANTE: Necesitará suministrar ocho espárragos de 5/8" con dos tuercas cada uno (para bridas de 2" 150#, bridas de 2" 300# o bridas de 3" y 150#), o espárragos de 3/4" con dos tuercas cada uno (para bridas de 3", 300#).

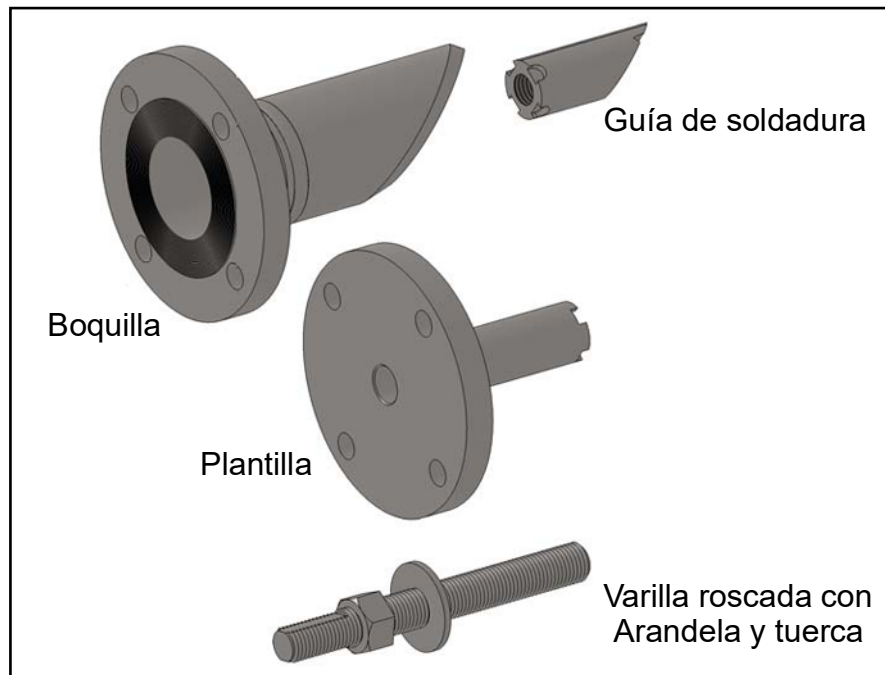
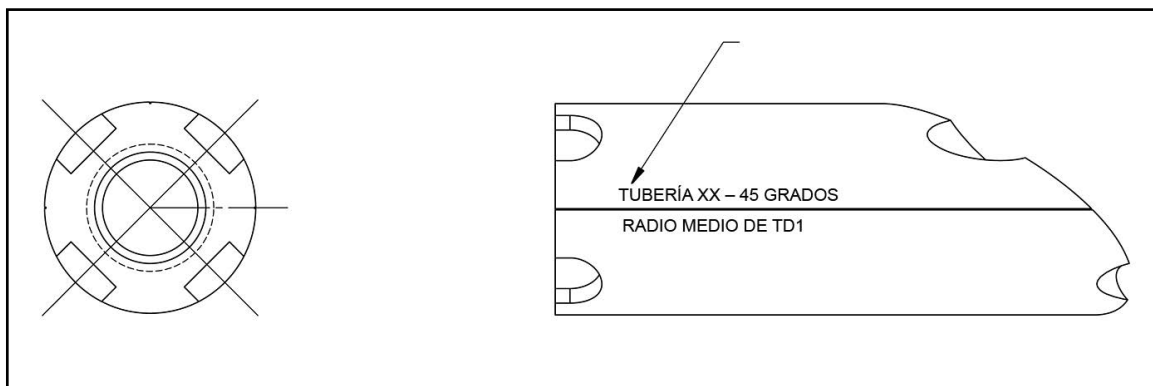


Figura 5: Componentes para el kit de instalación de boquillas

Compruebe la marca en la superficie cilíndrica del saliente de soldadura. El diámetro exterior del tubo y el ángulo de montaje están grabados en el soporte como se muestra a continuación



2.3.2 Selección y marcado de la ubicación de la primera boquilla, no diametral, de radio medio

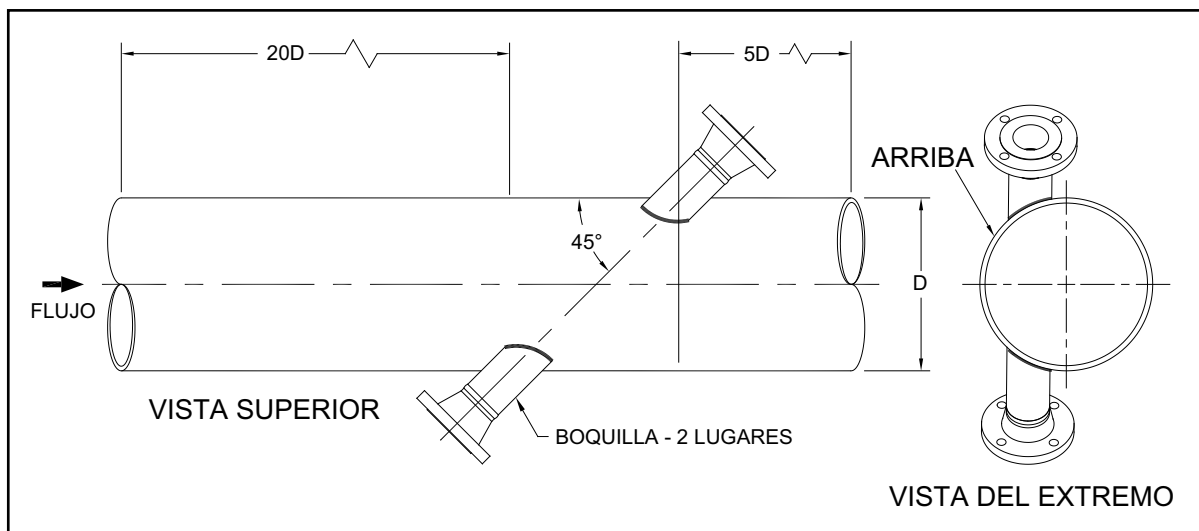


¡PRECAUCIÓN!

La correcta alineación de las boquillas es fundamental para el buen funcionamiento del caudalímetro; por lo tanto, todas las operaciones de marcado, posicionamiento y soldadura deben llevarse a cabo con la máxima precisión. A menos que se indique lo contrario, el posicionamiento dimensional de las boquillas debe mantenerse dentro de una tolerancia de $\pm 1/16$ pulg. ($\pm 1,6$ mm) en relación entre sí y con respecto al eje central de la tubería, la tolerancia angular debe mantenerse en $\pm 1^\circ$.

Todos los cortes de orificios en las tuberías de proceso deben realizarse utilizando equipos de perforación en caliente.

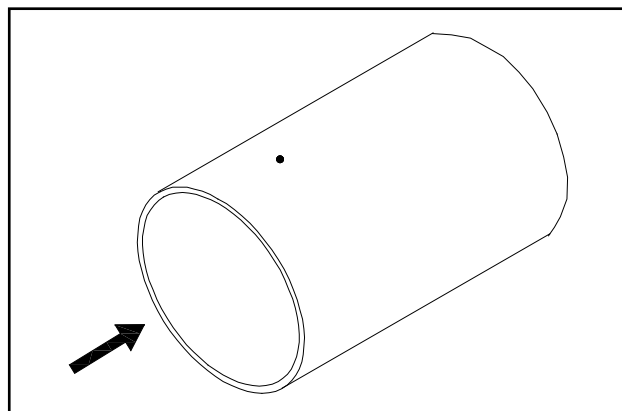
1. Para un rendimiento óptimo, debe seleccionar una ubicación que tenga al menos 20 diámetros de tubería de flujo recto y sin perturbaciones ascendentes y 5 diámetros de tubería de flujo recto y sin perturbaciones descendentes del punto de medición. El flujo no perturbado implica evitar fuentes de turbulencia como válvulas, bridas y codos; evite remolinos; y evite perfiles de flujo perturbados.



2. Recomendamos que instale las boquillas con una cuerda lo más cercana posible al plano horizontal para la tubería horizontal.

Nota: Si no encuentra una ubicación adecuada, póngase en contacto con el equipo de ingeniería de aplicaciones de flujo de Panametrics.

3. Localice la parte superior del tubo y marque el centro con un punzón como referencia.



4. Calcule la posición del centro de la primera boquilla:

$$\frac{AS}{2} = \frac{D}{2} \times \beta$$

donde

$$\beta = \text{ATAN}\left(\frac{X_o}{Y_o}\right), \text{ en unidad de radianes}$$

$$Y_o = \left(\frac{D-2W}{2}\right) \times \left(\frac{\text{CHORD}}{\text{LOC}}\right)$$

$$X_o = \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - Y_o^2}$$

$$\left(\frac{\text{CHORD}}{\text{LOC}}\right) = \frac{1}{2} \text{ Para radio medio}$$

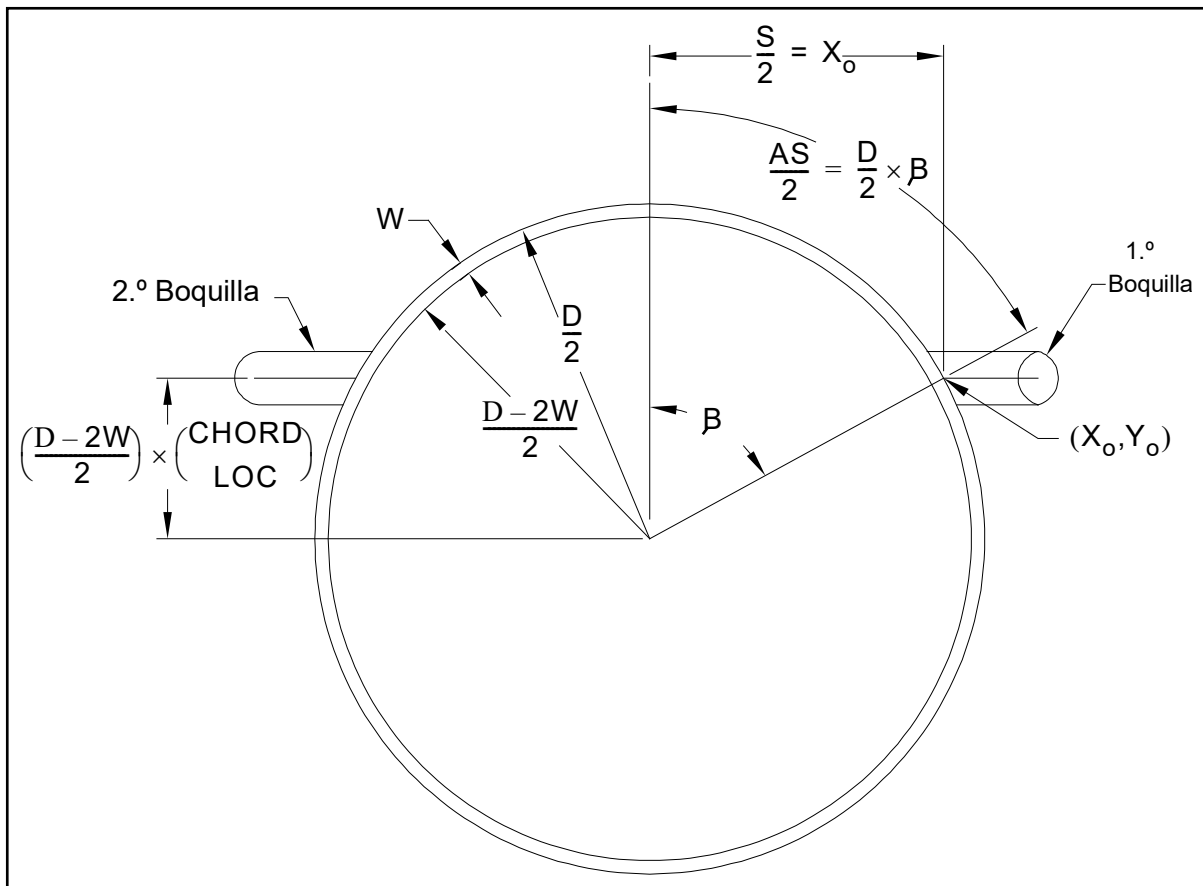
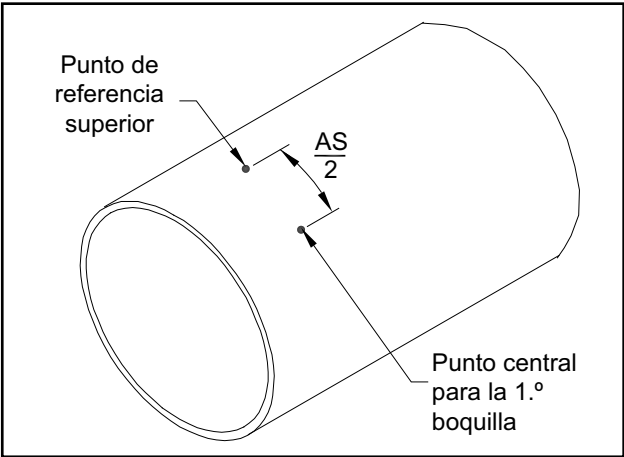


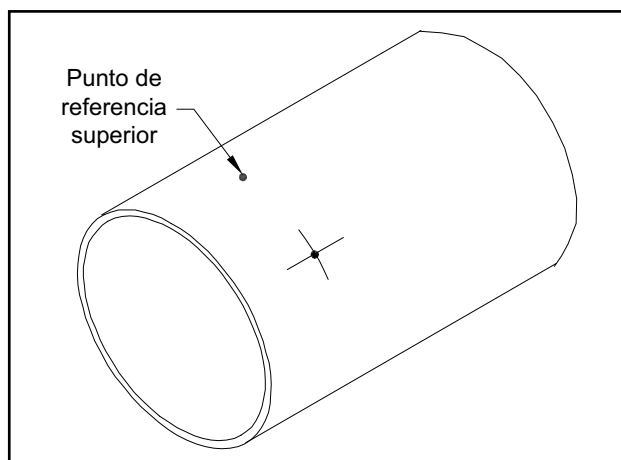
Tabla 2: Valores AS/2 para diferentes tamaños de tubería con un espesor de pared de 0,375".

Tubería		Dimensiones AS/2
NPS (DN)	Diámetro externo	
26 pulg. (650 mm)	26 pulg.	13,829 pulg. (351,26 mm)
28 pulg. (700 mm)	28 pulg.	14,876 pulg. (377,86 mm)
30 pulg. (750 mm)	30 pulg.	15,924 pulg. (404,46 mm)
32 pulg. (800 mm)	32 pulg.	16,971 pulg. (431,06 mm)
34 pulg.	34 pulg.	18,018 pulg. (457,66 mm)
36 pulg. (900 mm)	36 pulg.	19,065 pulg. (484,26 mm)
38 pulg.	38 pulg.	20,113 pulg. (510,86 mm)
40 pulg. (1000 mm)	40 pulg.	21,160 pulg. (537,46 mm)
42 pulg. (1050 mm)	42 pulg.	22,207 pulg. (564,06 mm)
44 pulg. (1100 mm)	44 pulg.	23,254 pulg. (590,66 mm)
46 pulg.	46 pulg.	24,301 pulg. (617,26 mm)
48 pulg. (1200 mm)	48 pulg.	25,349 pulg. (643,86 mm)
52 pulg. (1300 mm)	52 pulg.	27,443 pulg. (697,06 mm)
54 pulg.	54 pulg.	28,490 pulg. (723,65 mm)
56 pulg. (1400 mm)	56 pulg.	29,538 pulg. (750,25 mm)
60 pulg. (1500 mm)	60 pulg.	31,632 pulg. (803,45 mm)
64 pulg. (1600 mm)	64 pulg.	33,726 pulg. (856,65 mm)
66 pulg.	66 pulg.	34,774 pulg. (883,25 mm)

5. Utilizando la dimensión calculada AS/2 en 4, marque el centro del tubo con un punzón para indicar la posición del centro de la primera boquilla.

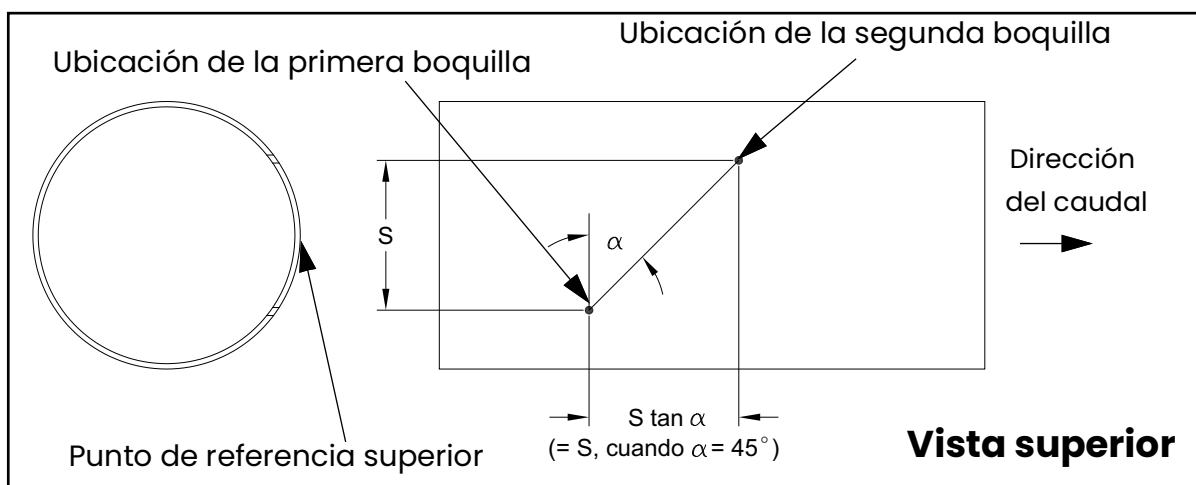


6. Pulverice esta zona con un producto de tinte para marcar. Utilizando un borde metálico, trace líneas verticales y horizontales de 6" de largo que se crucen en la marca central del punzón.



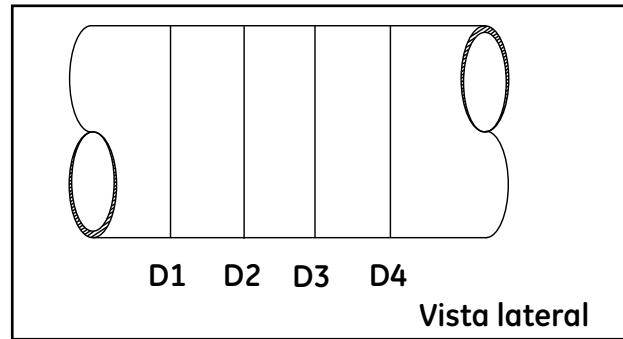
2.3.3 Determinación y marcado de la ubicación de la segunda boquilla, no diametral, de radio medio.

1. La posición de la segunda boquilla suele estar a una distancia igual a S a lo largo de la tubería y ubicada al otro lado de la misma. Para instalaciones distintas a 45° , la distancia es igual a S veces la tangente del ángulo de instalación. Los pasos 2 a 7 de las páginas siguientes corresponden a la segunda boquilla, situada a 45° de la primera.



IMPORTANTE: Siga la convención tal como se muestra en la vista superior anterior. Al observar el tubo colector desde arriba, con la dirección del flujo de izquierda a derecha, la segunda boquilla siempre debe estar ubicada a la derecha de la primera boquilla y del punto de referencia superior. Las boquillas no se pueden montar en el tubo colector si, por error, están ubicadas en la posición especular con respecto a esta convención.

2. Debido a la posible variación en el diámetro exterior de la tubería, mida el diámetro exterior de la tubería en cuatro puntos situados entre los centros de las boquillas. Calcule el diámetro exterior promedio en base a estas medidas.



3. Utilizando un rollo de película de poliéster (o equivalente), corte una tira de película con el ancho y el largo de la siguiente manera:

IMPORTANTE: Asegúrese de que los lados de la película estén cortados paralelamente entre sí.

- Ancho: igual a S donde $S = 2 \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - Y_o^2}$ con:

D = Diámetro exterior promedio calculado en el paso 2.

$$Y_o = \left(\frac{D - 2W}{2}\right) \times \left(\frac{\text{Chord}}{\text{Loc}}\right)$$

$$W = 0,375''$$

$$\text{Ubicación de la cuerda} = 0,5$$

- Longitud: igual a 3,5 veces el diámetro exterior de la tubería.

Luego, marque una línea a una distancia AS del borde izquierdo, donde $AS = D \times \beta$ con:

D = Diámetro exterior promedio calculado en el paso 2.

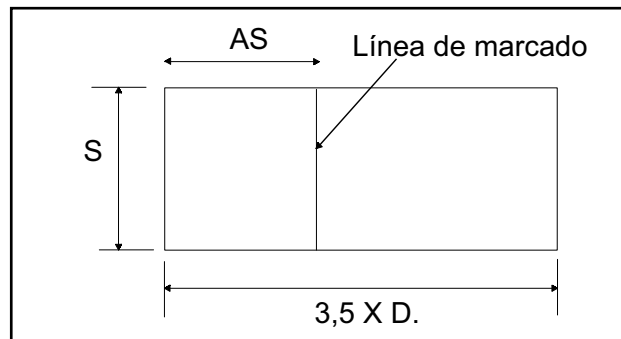
$$\beta = \text{ATAN}\left(\frac{X_o}{Y_o}\right) \text{ en unidad de radianes}$$

$$Y_o = \left(\frac{D - 2W}{2}\right) \times \left(\frac{\text{Chord}}{\text{Loc}}\right)$$

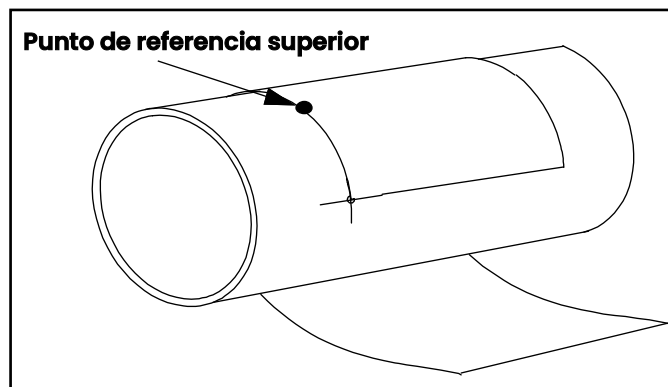
$$W = 0,375''$$

Ubicación de la cuerda = $1/2$

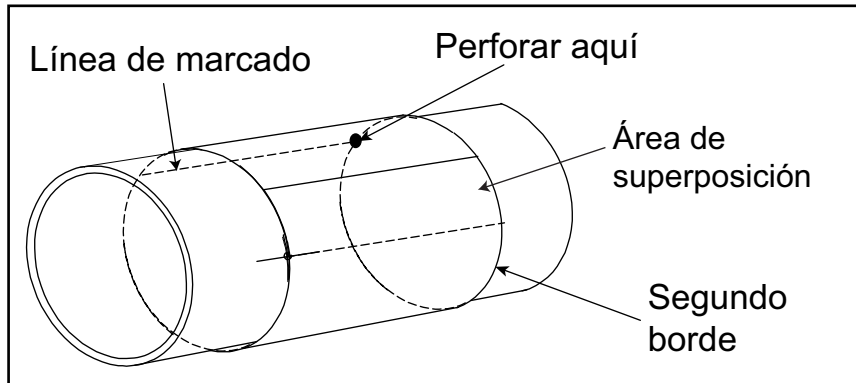
$$X_o = \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - Y_o^2}$$



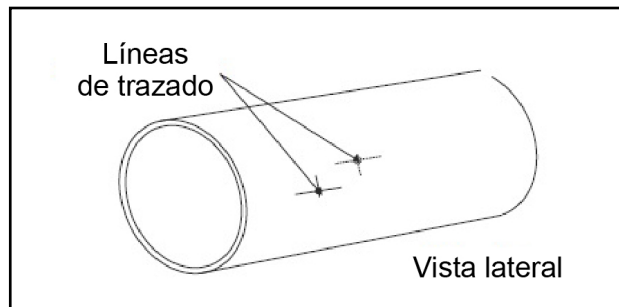
4. Envuelva la tira de película alrededor del tubo, alineando uno de los bordes con las líneas verticales y horizontales marcadas en la ubicación de la primera boquilla. Verifique que la tira se superponga correctamente alrededor de la tubería y que la línea marcada en la película del paso 3 esté en el exterior y sea visible.



5. La nueva posición para el centro de la segunda boquilla se identifica ahora como la intersección de la línea de marcado y el segundo borde de la tira de película. Marque el centro de esta ubicación con un punzón antes de retirar la tira de película.



6. Retire la película.
7. Trace líneas verticales y horizontales de 6" de largo que se crucen en el área central perforada.



IMPORTANTE: Siga atentamente la ilustración, debido a la geometría asimétrica de la cuerda descentrada. En la ilustración anterior, la ubicación simétrica de ambas boquillas con respecto a un plano perpendicular o paralelo a la tubería no permitirá el uso del kit de instalación de boquillas (NIK) y las boquillas estándar suministradas.

2.3.4 Instalación de la primera guía de soldadura, no diametral, de radio medio

1. Antes de soldar la primera guía, debe añadir otra línea de trazado, conocida como línea central oblicua. La línea central oblicua compensa la pendiente o el ángulo oblicuo de la guía. La línea central oblicua está desplazada de la línea central verdadera (vertical) marcada anteriormente por una distancia "X", que depende del diámetro exterior de la tubería de la siguiente manera:

$$X = \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - Y_0^2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - Y_1^2}$$

donde D = diámetro exterior de la tubería

$$Y_0 = \left(\frac{D-2W}{2}\right) \times (\text{ubicación de la cuerda})$$

$$Y_1 = Y_0 + \frac{d}{2}$$

W = 0,375" (espesor de pared por defecto)

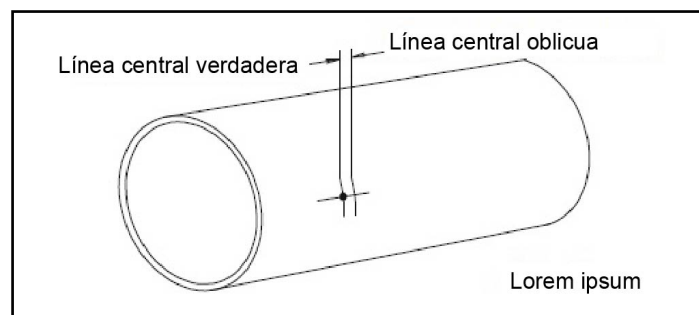
Ubicación de la cuerda = 1/2 (para el radio medio)

d = diámetro externo de la guía de soldadura de 1,66 pulg.

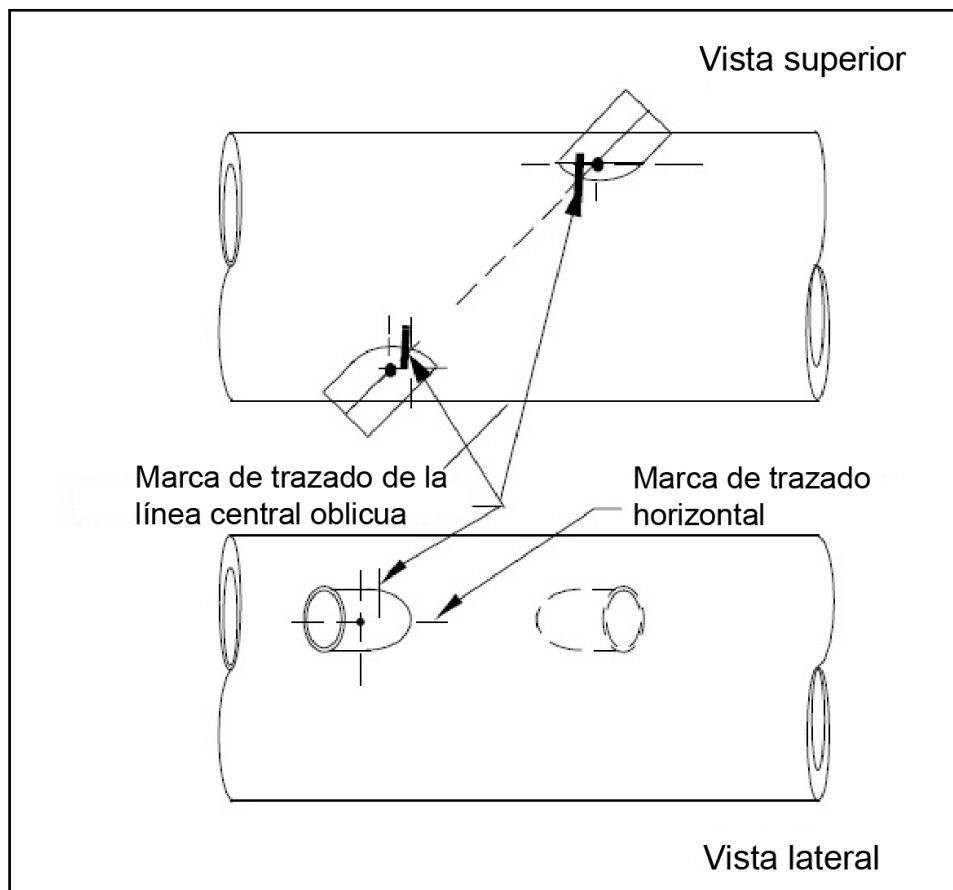
2. Trace la línea central oblicua en la tubería desde la línea horizontal hacia afuera, a la distancia prescrita de la línea central verdadera. La línea central oblicua debe marcarse en el lado de la línea central verdadera que esté más cerca de la ubicación de la segunda boquilla. Un extremo de la línea oblicua debe terminar en la línea horizontal.

Tabla 3: Valores de X para diferentes tamaños de tubería con un espesor de pared de 0,375".

Tubería		Dimensiones de X
NPS (DN)	Diámetro externo	
26 pulg. (660 mm)	26,00 pulg.	0,502 pulg. (12,76 mm)
28 pulg. (710 mm)	28,00 pulg.	0,501 pulg. (12,72 mm)
30 pulg. (760 mm)	30,00 pulg.	0,499 pulg. (12,68 mm)
32 pulg. (810 mm)	32,00 pulg.	0,498 pulg. (12,65 mm)
34 pulg. (860 mm)	34,00 pulg.	0,497 pulg. (12,62 mm)
36 pulg. (910 mm)	36,00 pulg.	0,496 pulg. (12,59 mm)
38 pulg. (965 mm)	38,00 pulg.	0,495 pulg. (12,57 mm)
40 pulg. (1020 mm)	40,00 pulg.	0,494 pulg. (12,55 mm)
42 pulg. (1070 mm)	42,00 pulg.	0,493 pulg. (12,53 mm)
44 pulg. (1120 mm)	44,00 pulg.	0,493 pulg. (12,51 mm)
46 pulg. (1170 mm)	46,00 pulg.	0,492 pulg. (12,50 mm)
48 pulg. (1220 mm)	48,00 pulg.	0,492 pulg. (12,49 mm)
52 pulg. (1320 mm)	52,00 pulg.	0,491 pulg. (12,46 mm)
54 pulg. (1370 mm)	54,00 pulg.	0,490 pulg. (12,45 mm)
56 pulg. (1420 mm)	56,00 pulg.	0,490 pulg. (12,44 mm)
60 pulg. (1520 mm)	60,00 pulg.	0,489 pulg. (12,42 mm)
64 pulg. (1625 mm)	64,00 pulg.	0,488 pulg. (12,41 mm)
66 pulg. (1680 mm)	66,00 pulg.	0,488 pulg. (12,40 mm)



3. Coloque la guía de soldadura de manera que las tres líneas de marcado del saliente de soldadura coincidan con la marca de marcado horizontal y la línea central oblicua del tubo. Asegúrese de orientar la guía como se muestra a continuación.

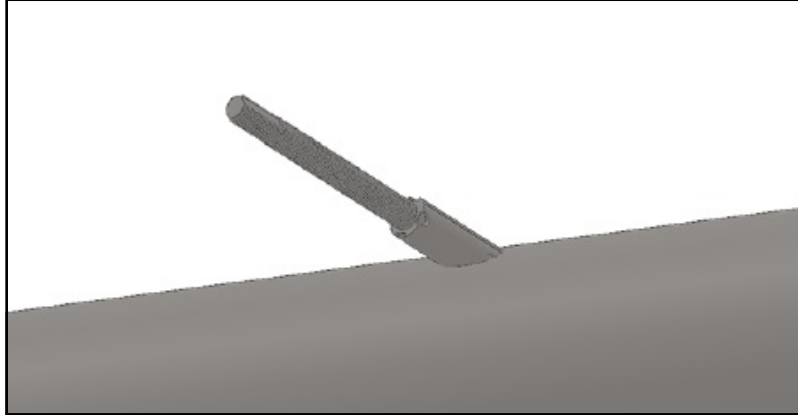


4. Sujete la guía en su lugar utilizando una abrazadera para tuberías o un material similar para que no se mueva durante la soldadura por puntos.
5. Verifique la alineación de la guía y, a continuación, suelde por puntos la guía de acero al carbono al tubo en cada una de las cuatro ranuras situadas entre las marcas de trazado de la guía.
6. Retire la abrazadera y vuelva a comprobar la alineación. Si la guía está desalineada 0,02 pulgadas (0,5 mm) o más, retire la guía, elimine las soldaduras y vuelva a instalarla.

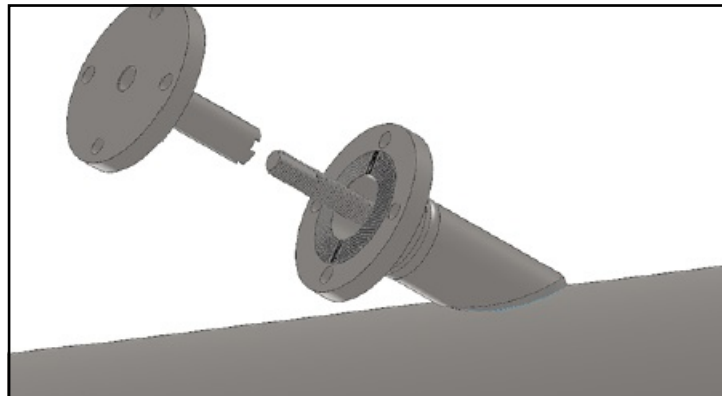
2.3.5 Instalación de la primera boquilla, no diametral, de radio medio

IMPORTANTE: Es fundamental que la boquilla se coloque y se fije en su posición utilizando la plantilla y la varilla roscada de 1 pulg. suministradas, antes de soldar la boquilla.

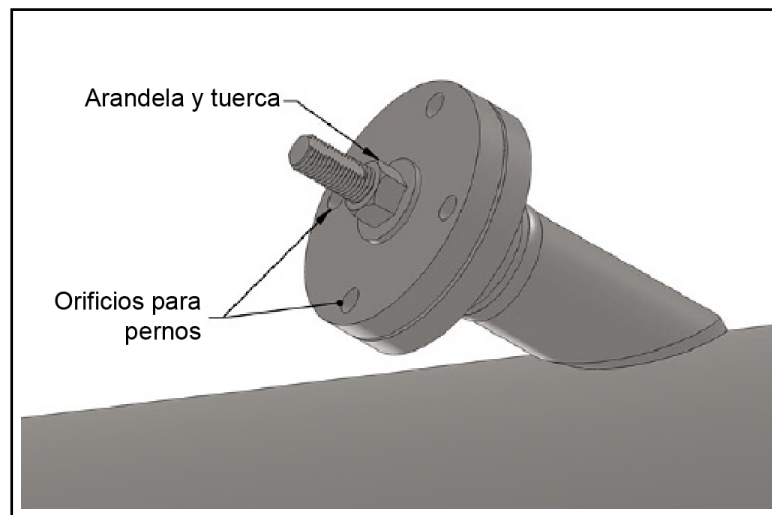
1. Enrosque la varilla roscada en la guía que está soldada al tubo. Si es necesario, retire la arandela y la tuerca de la varilla roscada.



2. Deslice la boquilla sobre la varilla roscada y alinee el extremo contorneado de la boquilla de modo que coincida con el arco de la tubería. A continuación, deslice la plantilla sobre la varilla roscada, encajando la plantilla en la guía de soldadura.



3. Alinee los orificios de los pernos de la plantilla y la boquilla, y apriete el conjunto en su lugar utilizando la arandela y la tuerca.



4. Instale los espárragos, las tuercas y las arandelas en los orificios para pernos del conjunto de brida/plantilla y apriete las tuercas.
5. La combinación de plantilla, guía y boquilla está diseñada para proporcionar una separación de raíz de 0,094 pulg. (2,4 mm) entre el borde biselado de la boquilla y el diámetro exterior de la tubería. Si no existe una holgura de 0,094 pulg. (2,4 mm) en todo el perímetro, se debe retirar la boquilla y lijarla adecuadamente para proporcionar la holgura requerida. Si la separación de la raíz es mayor que la dimensión de 0,094 pulg. (2,4 mm), se pueden insertar arandelas del tamaño adecuado entre la plantilla y la boquilla para reducir la dimensión de la separación de la raíz.

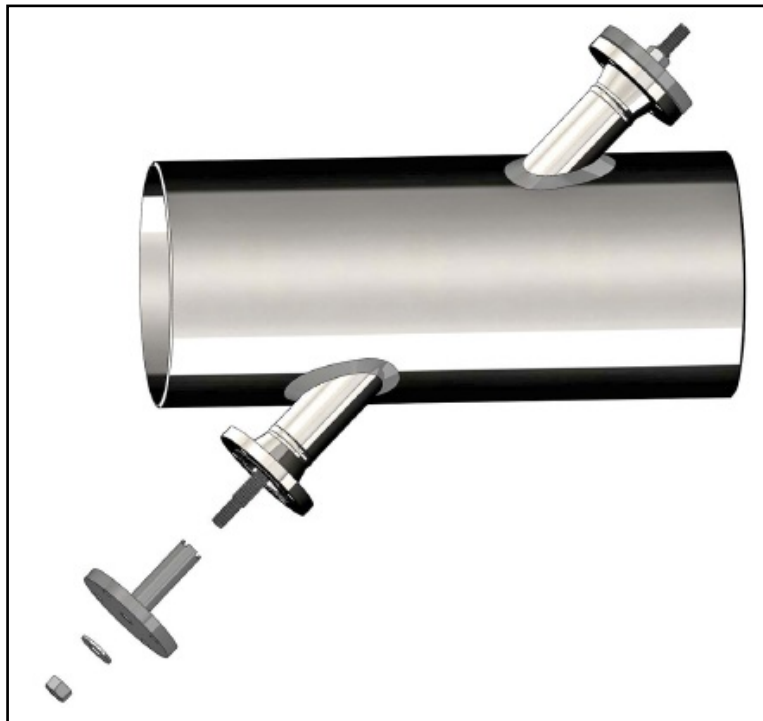


¡ADVERTENCIA! Únicamente personal calificado debe soldar las guías y las boquillas, utilizando un procedimiento de soldadura adecuado que cumpla con la norma ASME BPVC IX.

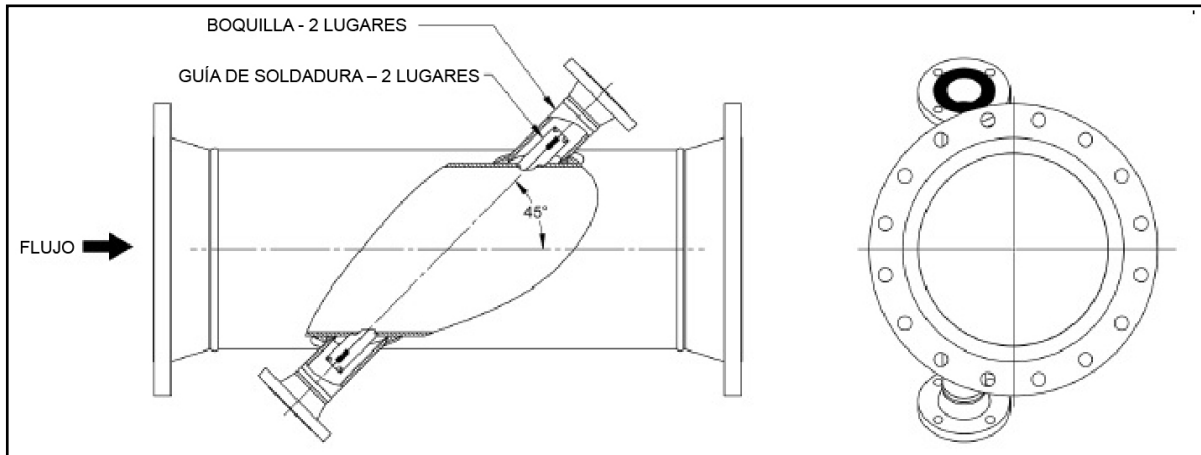
6. Suelde por puntos la boquilla al tubo en cuatro puntos diametralmente opuestos, cada punto de soldadura debe tener aproximadamente 0,6 pulg. (15 mm) de longitud. Deje que las soldaduras se enfríen durante 30 segundos entre cada punto de soldadura.
7. Proceda a completar la pasada de raíz y las pasadas de relleno subsiguientes según sea necesario.
8. Deje enfriar las soldaduras y, a continuación, retire la varilla roscada, la arandela, la tuerca y la plantilla.

2.3.6 Instalación de la segunda guía de soldadura y boquilla, no diametral, de radio medio

Instale la segunda guía de soldadura y la boquilla en la posición requerida como se describe en *Instalación de la primera guía de soldadura* y en *Instalación de la primera boquilla*.



La instalación finalizada debería verse como se muestra a continuación.



2.3.7 Perforación en caliente de la tubería



¡ADVERTENCIA!

Las perforaciones en caliente solo deben ser realizadas por personal calificado. Siga todos los códigos y prácticas de seguridad aplicables durante estos procedimientos.

Para bridas de 3 pulg.:

1. Instale válvulas de aislamiento con brida ANSI de 3 pulg. en ambas boquillas (paso completo, 8 pulg. de cara a cara para 150# RF o 11,125 pulg. para 300# RF) con una junta y espárragos y tuercas de 5/8 pulg. (para bridas con capacidad de 150#) o 3/4 pulg. (para bridas con capacidad de 300#) de diámetro. Oriente las manijas de las válvulas para minimizar las interferencias.
2. Perfore orificios en caliente en la tubería utilizando una máquina de perforación en caliente equipada con una broca de 3/4 pulg. (19,05 mm). A continuación, utilice una sierra de corona con retención de cupones para cortar un orificio con un diámetro mínimo de 2,50 pulgadas (63,5 mm).

2.3.8 Perforación en frío de la tubería



¡ADVERTENCIA!

Las perforaciones en frío solo deben ser realizadas por personal calificado. Siga todos los códigos y prácticas de seguridad aplicables durante estos procedimientos.

El procedimiento para realizar una perforación en frío en una tubería es el mismo que el procedimiento para realizar una perforación en caliente. Sin embargo, no es necesaria una válvula de aislamiento durante el proceso. El fluido de aplicación en caliente se puede aplicar directamente a la boquilla. Se añadirán válvulas de aislamiento una vez finalizada la perforación.

[no hay contenido previsto para esta página]

Capítulo 3. Instalación de una válvula de aislamiento

Nota: Este capítulo describe cómo instalar una válvula de aislamiento en una boquilla para aplicaciones que utilizan el mecanismo de inserción de gas de antorcha.

3.1 Boquilla diametral o no diametral, instalación de válvulas

3.1.1 Para bridas de 3 pulgadas

Consulte *Figura 6* a continuación e instale válvulas de aislamiento de paso total con brida ANSI de 3 pulgadas en ambas boquillas (8 pulgadas de cara a cara para bridas RF de 150# o 11,125 pulgadas para bridas RF de 300#) con una junta y espárragos y tuercas de 5/8 pulgadas (para bridas con clasificación de 150#) o 3/4 pulgadas (para bridas con clasificación de 300#) de diámetro. Oriente las manijas de las válvulas para minimizar las interferencias.

Nota: Es posible que la instalación de estas válvulas de aislamiento ya se haya realizado durante la operación de perforación en caliente.

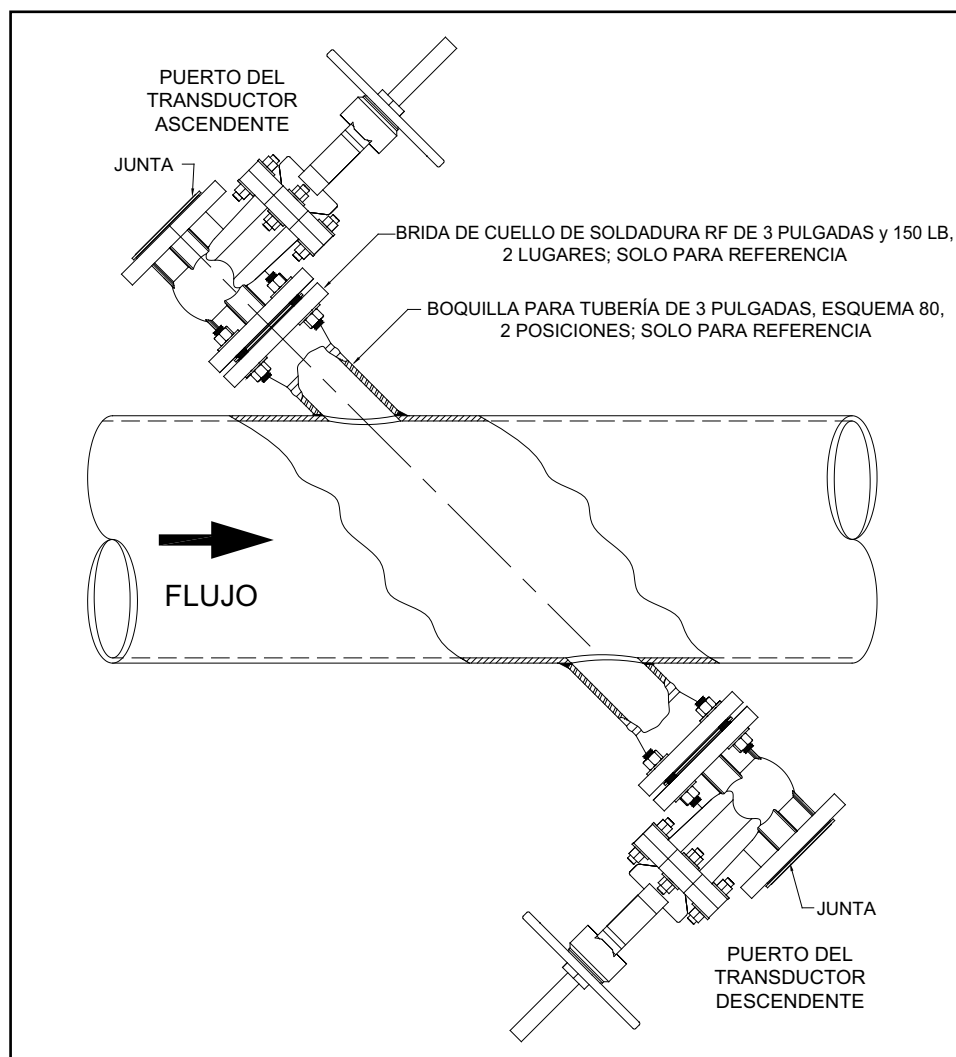


Figura 6: Instalación de válvulas de aislamiento - Conjunto estándar

[no hay contenido previsto para esta página]

Capítulo 4. Inserción de transductores T17 en la tubería

4.1 Introducción

El transductor T17 se instala normalmente en el cuerpo de un medidor. El cuerpo del medidor es una sección de tubería que contiene los puertos donde se montarán los transductores. El cuerpo del medidor puede ser prefabricado o crearse instalando conexiones en la tubería existente. El T17 se inserta mediante un mecanismo de inserción de baja presión basado en un prensaestopas.

4.2 Inserción de transductores mediante el mecanismo de inserción

El *mecanismo de inserción* está diseñado para la inserción manual (sin asistencia) del transductor en tuberías en operación o presurizadas. Antes de insertar el mecanismo, debe tener instaladas válvulas de aislamiento en las boquillas del cuerpo del medidor.

La inserción de los transductores en la tubería consiste en lo siguiente:

- Preparación para la instalación
- Montaje del mecanismo de inserción
- Inserción del transductor en la tubería
- Alineación de los transductores



¡ADVERTENCIA! El sistema de mecanismo de inserción manual son para aplicaciones de baja presión (80 psig/5,5 bar o menos). Utilice las precauciones de seguridad adecuadas al insertar o retirar el mecanismo de inserción.

4.2.1 Preparación para la instalación

Antes de comenzar, debe encontrar un área donde pueda colocar el mecanismo de inserción en posición vertical sin ejercer ningún peso sobre el transductor (por ejemplo, un banco con un hueco lo suficientemente grande como para deslizar el transductor a través de él).

Para la instalación necesitará los siguientes elementos:

- Una herramienta de empaque (puede enviarse junto con los componentes electrónicos)
- Una junta para colocar en la válvula de aislamiento
- Una escuadra/regla de borde recto
- Una etiqueta para colocar en la válvula de aislamiento
- Pernos

4.2.2 Montaje del mecanismo de inserción

1. Antes de montar el mecanismo en la válvula de aislamiento, consulte *Figura 7* a continuación, para familiarizarse con sus componentes:

- caja de empalme
- cañón
- prensaestopas
- transductor

Nota: Las cajas a prueba de explosiones no deben montarse en el extremo de un transductor durante el envío.

IMPORTANTE: En el caso de un medidor de rango extendido, los transductores aguas arriba y aguas abajo son diferentes, y es fundamental para el funcionamiento del medidor que el transductor correcto esté instalado en la ubicación correcta. El transductor ascendente tiene un cabezal de 180°, el transductor descendente tiene un desplazamiento de 6°, o un cabezal de 174°, y el mecanismo de inserción y el transductor tienen marcas de alineación.

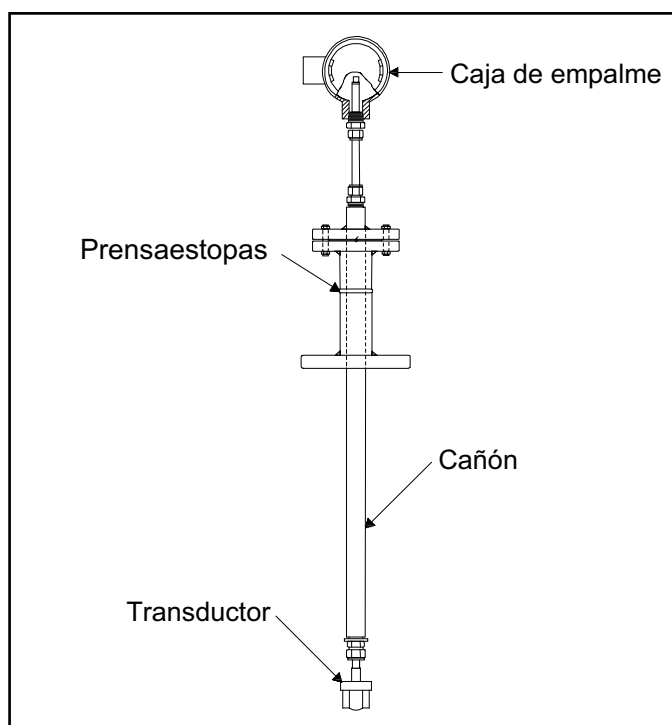
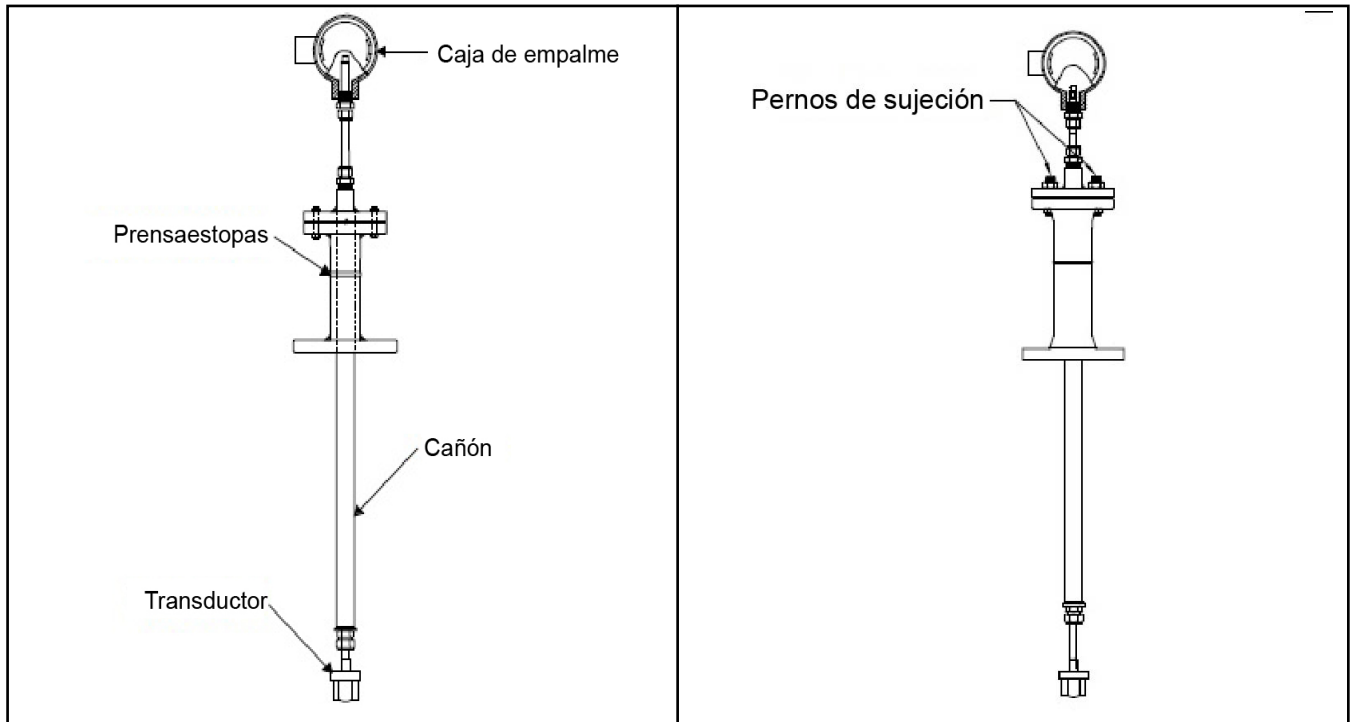


Figura 7: Conjunto del mecanismo de inserción con transductor T17

2. Inspeccione visualmente el transductor para asegurarse de que el accesorio superior Swagelok® no esté suelto.

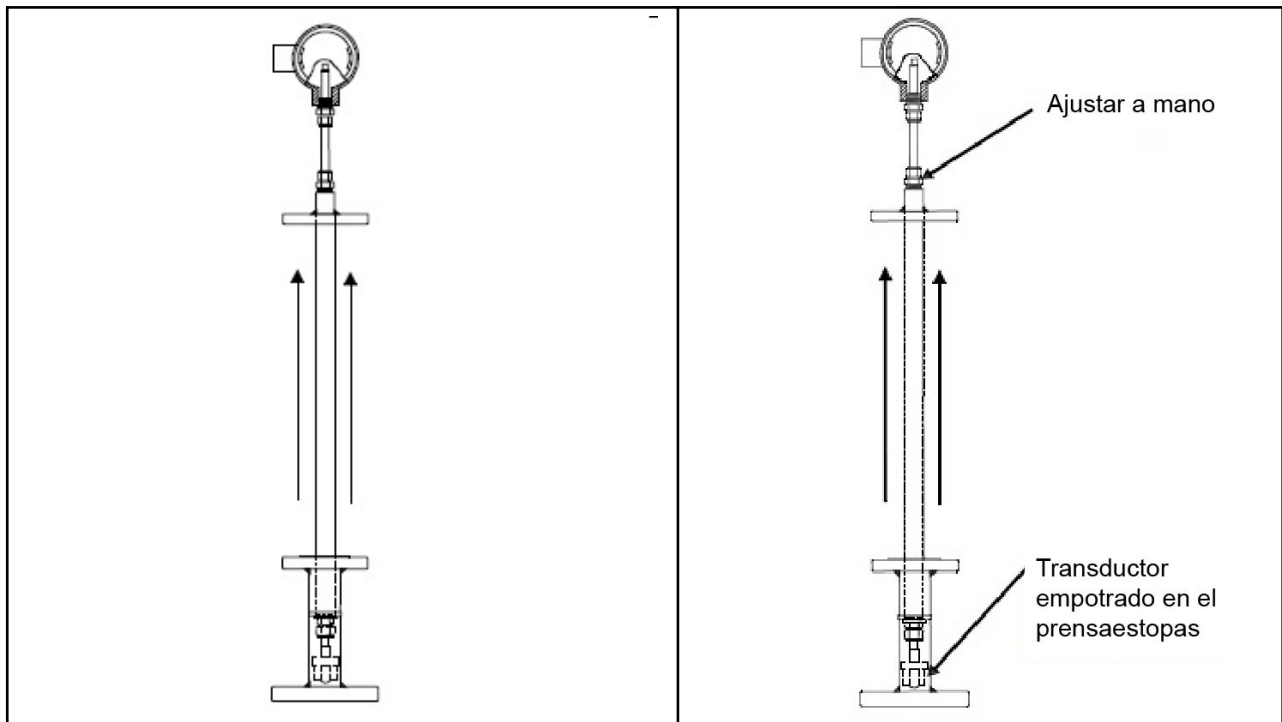
IMPORTANTE: El anillo de tope en el extremo del cañón debe estar suelto. **NOT** ajuste el accesorio Swagelok® o podría cambiar la alineación del transductor.



3. Retire los cuatro pernos que fijan el cañón al prensaestopas.

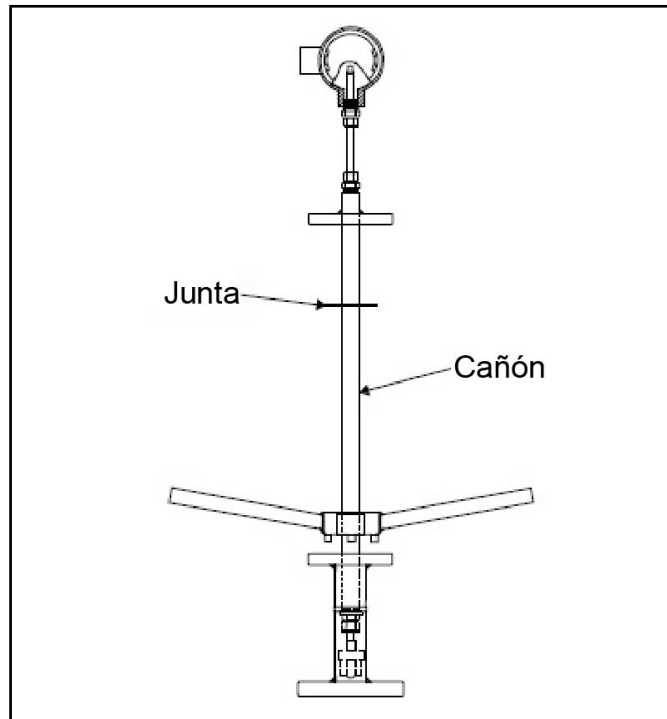
Nota: Swagelok® es una marca comercial registrada de Swagelok Company.

4. Retraiga el cuerpo del prensaestopas de manera que el cabezal del transductor quede empotrado en el prensaestopas. Escuchará un clic en el anillo de tope cuando el transductor esté completamente retraído.

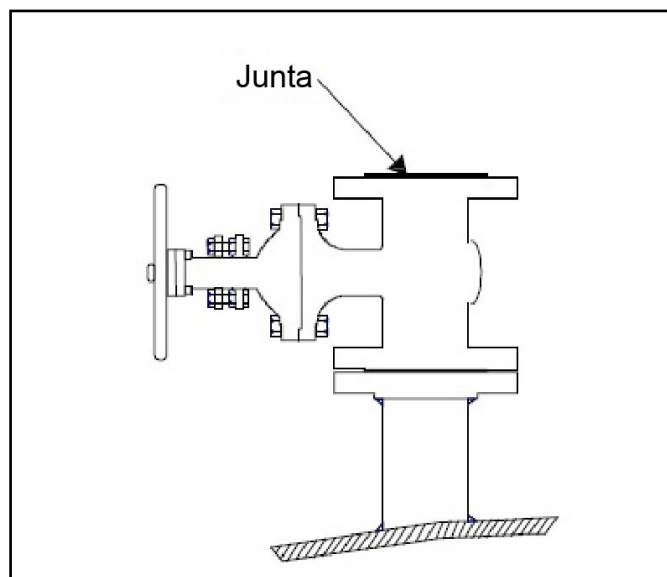


5. Inspeccione visualmente el mecanismo para asegurarse de que el transductor esté empotrado en el prensaestopas. De nuevo, asegúrese de que el accesorio Swagelok® superior esté bien sujeto y apretado a mano.

6. Levante la junta e inserte la herramienta de empaque en la tuerca de empaque. Girando la herramienta de empaque en el sentido de las agujas del reloj, apriete el material de empaque de manera que el cañón se mantenga erguido sin necesidad de soporte.



7. Coloque una junta en la válvula de aislamiento.

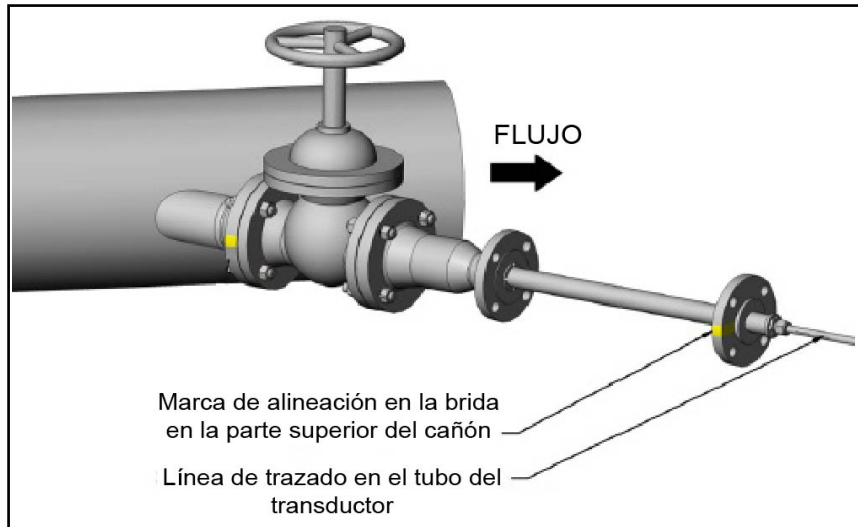


8. Identifique los conjuntos de transductores ascendentes y descendentes.

Para aplicaciones de *rango de velocidad estándar*, las designaciones de boquillas ascendentes y descendentes son intercambiables. El sistema es bidireccional.

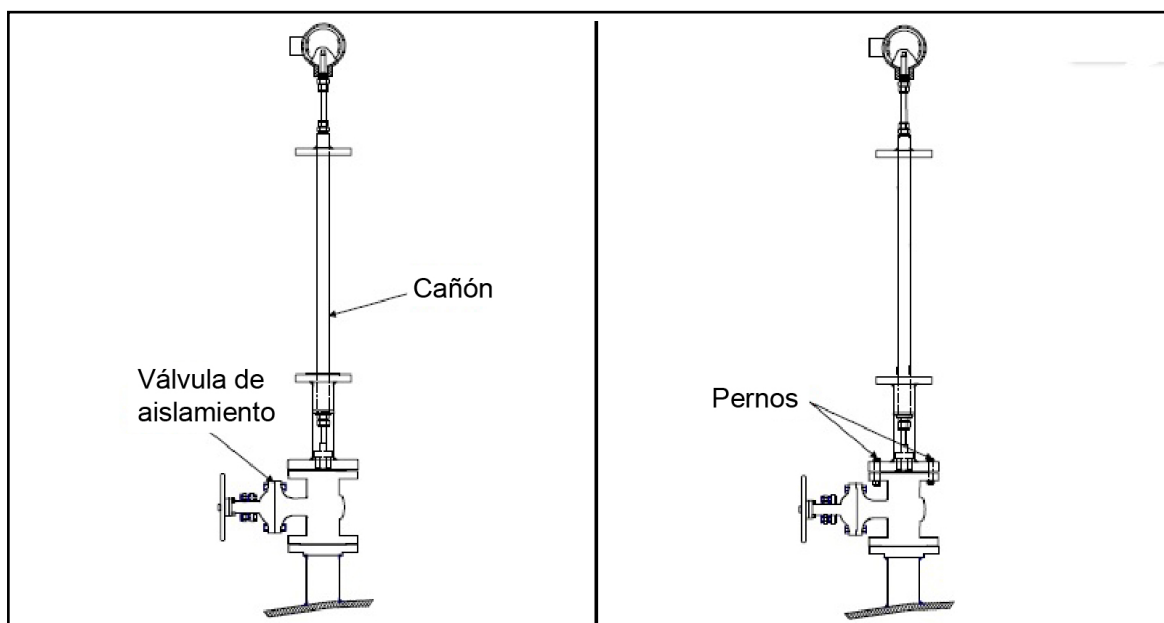
Para aplicaciones de *rango de velocidad extendida*, el sistema no es bidireccional. Observe qué válvula está designada como ascendente y descendente en la tubería. Identifique los conjuntos de mecanismo de inserción ascendente y descendente. El conjunto descendente está etiquetado con una marca de alineación en la *brida del cañón*, y una línea de trazado asociada en el *tubo del transductor* cerca del extremo del conector (consulte la figura siguiente).

El cabezal del transductor descendente tiene un ángulo de 6° y debe estar orientado en la dirección del flujo.



9. Proceda con el ensamblaje ascendente o descendente.

- 10.** Levante el mecanismo de inserción por el cañón y colóquelo sobre la válvula de aislamiento.

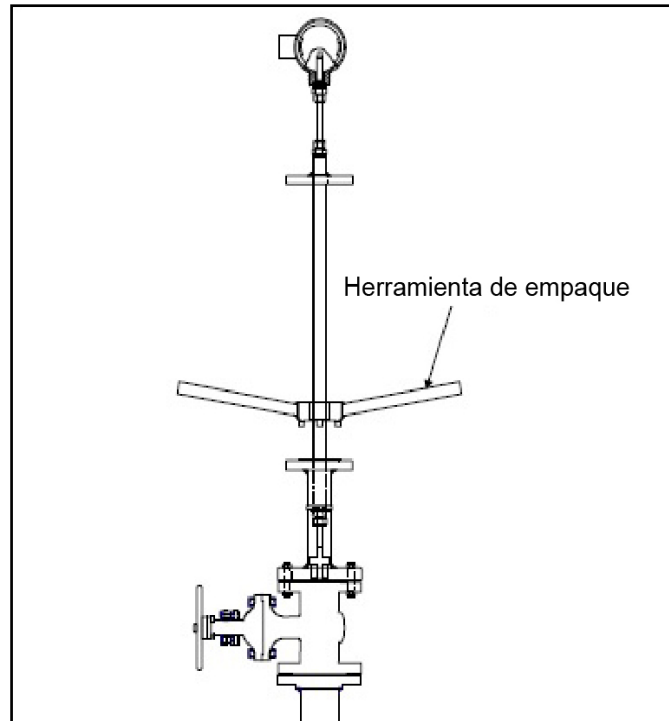


- 11.** Alinee los orificios de la brida y atornille el empaque a la válvula de aislamiento.

- 12.** Usando la herramienta de empaque, apriete la tuerca del empaque nuevamente hasta que la tuerca quede empotrada.



¡ADVERTENCIA! El material de empaque debe embalsarse de forma segura antes de abrir la válvula de aislamiento.



4.2.3 Alineación del transductor descendente para instalaciones de alcance extendido

Para aplicaciones con un rango de velocidad extendido, la cabeza del transductor descendente se inclina 6° de manera que apunte al flujo ascendente (hacia el flujo) en un ángulo de 6° . Esto permite que la señal ultrasónica se alinee correctamente a caudales muy elevados. A caudales bajos, el haz es lo suficientemente ancho como para tolerar la desalineación inicial de 6° .

Nota: Únicamente la alineación de la brida del transductor descendente es esencial para el funcionamiento del medidor. Para la instalación del transductor ascendente, consulte "Montaje del mecanismo de inserción" en la Sección 4.2.2.

Nota: Este paso de la instalación requiere dos personas. Una persona debe sujetar el cañón y otra debe accionar el dispositivo de alineación.

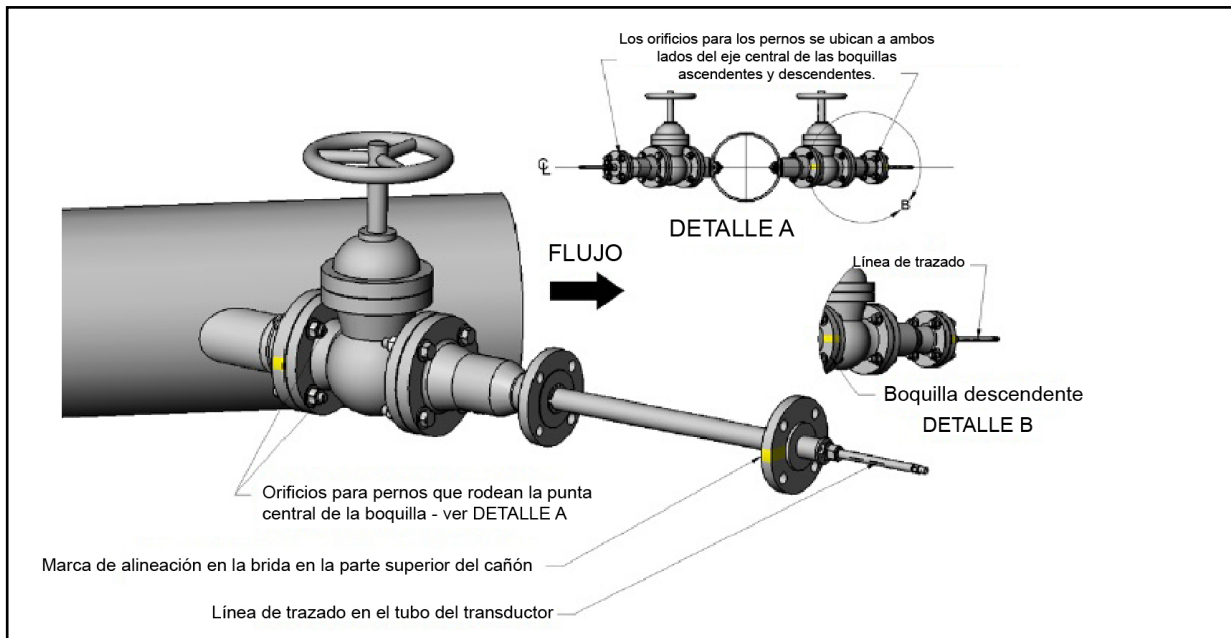
Nota: Aunque las imágenes de esta sección no muestran la junta a la que se hace referencia en "Preparación para la instalación" en la Sección 4.2.1, esa junta es fundamental para sellar el conjunto.

1. Localice la herramienta de alineación suministrada que se muestra a continuación (número de pieza 568-120). Esta herramienta se utiliza para comprobar y, si es necesario, ajustar la alineación girando el conjunto del cañón antes de apretar definitivamente las tuercas y los espárragos de montaje.

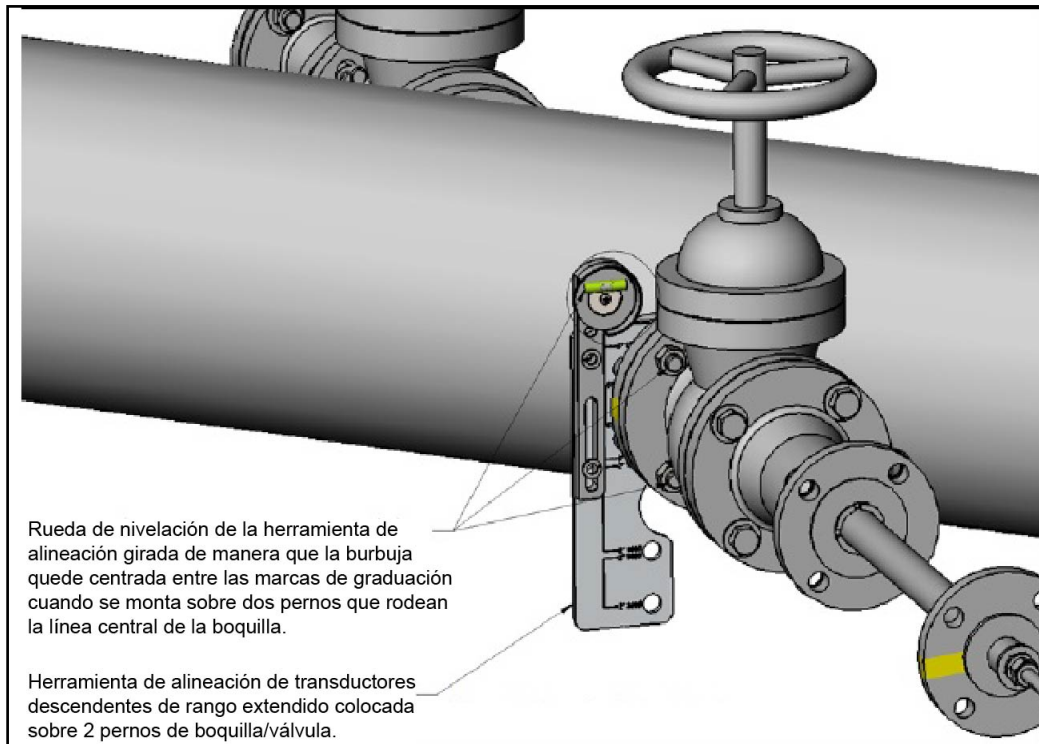
Nota: Si bien este proceso garantiza un rendimiento óptimo, no es necesario para un funcionamiento correcto.



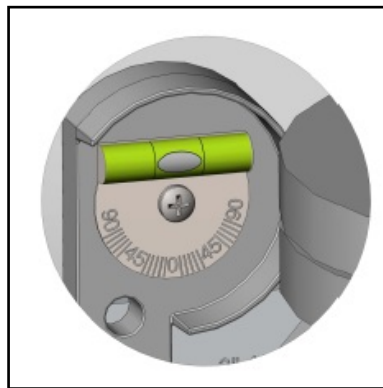
2. Localice la línea de referencia en el tubo del transductor descendente, cerca del extremo del transductor con el conector BNC. Esta línea de trazado indica la dirección del cabezal del transductor en ángulo. Verifique mediante observación directa que la línea de trazado en el transductor coincida con la marca de alineación en la brida en la parte superior del cañón. De lo contrario, póngase en contacto con Panametrics para obtener ayuda.
3. El método principal para asegurar que el cabezal del transductor inclinado apunte en la dirección correcta utiliza las marcas de alineación en la boquilla de salida y en el conjunto del cuerpo de salida (consulte la figura siguiente). La marca de alineación en la brida en la parte superior del cañón debe estar alineada con la boquilla, de manera que la marca quede entre los orificios de los pernos que se encuentran a ambos lados de la línea central ascendente a descendente, como se muestra a continuación.



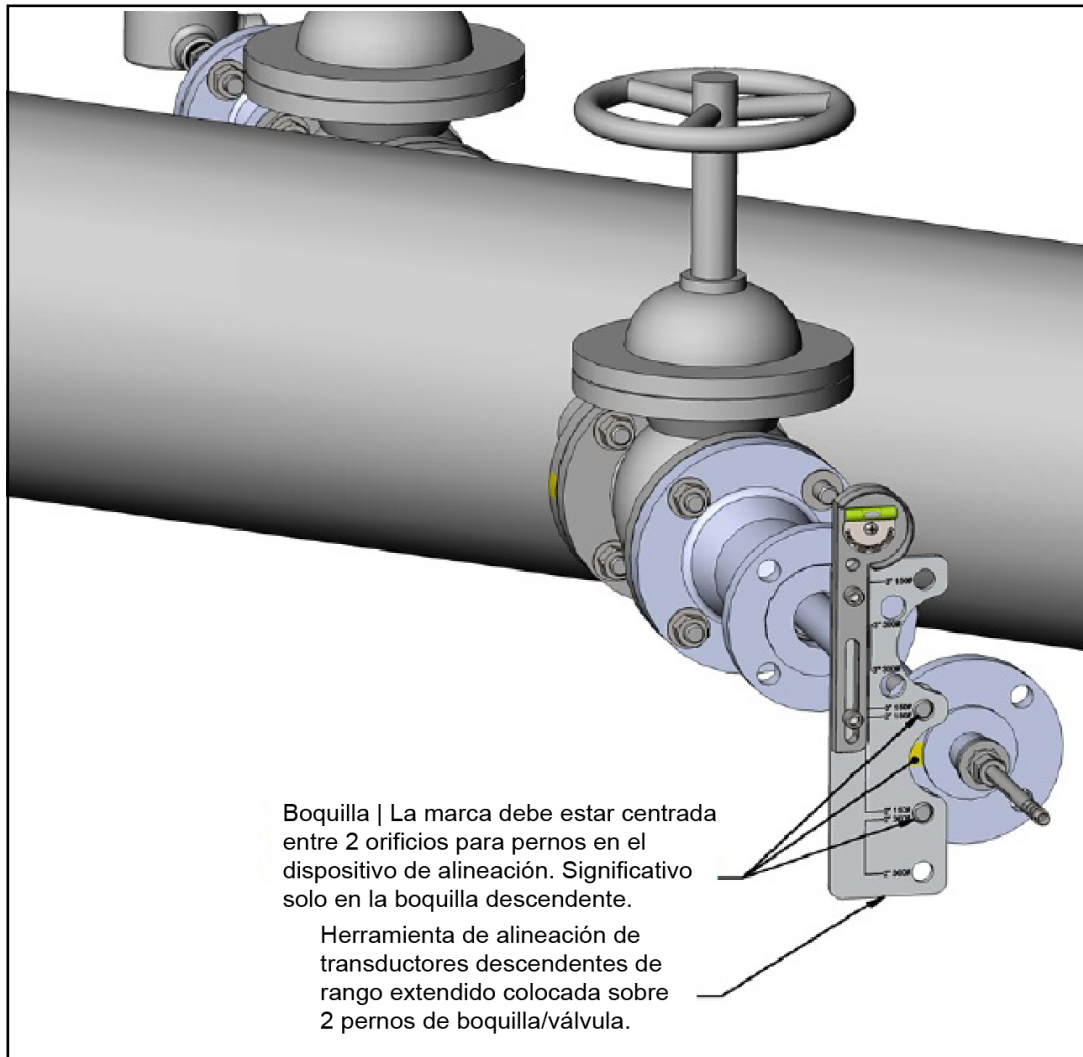
4. Antes de continuar, verifique que la válvula y el mecanismo de inserción estén completamente atornillados en su lugar. Cada espárrago debe sobresalir lo suficiente de su tuerca para que la herramienta de alineación pueda apoyarse sobre él. Coloque el dispositivo de alineación sobre los espárragos de la boquilla de manera que los dos espárragos que flanquean la línea central de la boquilla se inserten en los orificios del dispositivo del tamaño y clasificación de brida correspondientes (3", 150# o 300#).



5. Ajuste la rueda de nivelación de manera que la burbuja del nivel quede centrada entre las dos marcas de la burbuja.



6. Retire el accesorio de alineación de los pernos de la boquilla.
7. Coloque dos juegos de espárragos, arandelas y tuercas en la brida situada en la parte superior del conjunto del cañón, a caballo entre la marca de alineación. Las tuercas y las arandelas no deben instalarse en el lado de la brida con la cara dentada en relieve.
8. Coloque el dispositivo de alineación sobre los dos pernos de la brida en la parte superior del conjunto del cilindro y gire la brida del cilindro hasta que la burbuja se alinee entre las marcas de graduación del vial. Presione lentamente la brida hacia la brida del mecanismo de inserción hasta que la junta y las caras elevadas de ambas bridas queden acopladas. Los espárragos también deben encajar en los orificios de la brida del mecanismo de inserción. Si se desea, la brida del cañón se puede girar ligeramente para mantener la alineación de la burbuja en el indicador.



9. Retire el accesorio e instale los pernos, arandelas y tuercas restantes. Apriételos al torque correcto.
10. Coloque una etiqueta en la válvula de aislamiento que indique lo siguiente:
**NO OPERAR (CERRAR) CUANDO
 EL TRANSDUCTOR SE INSERTA EN LA TUBERÍA.**
11. Consulte la *Guía de arranque* del caudalímetro para realizar las conexiones eléctricas del transductor.

4.3 Conexión de un XAMP

Esta sección explica cómo instalar y ensamblar correctamente un **XAMP** en la caja de empalme de un transductor. Aunque en los pasos siguientes se utiliza un tipo de caja de empalme como ejemplo, el procedimiento se aplica a las tres opciones posibles de cajas de empalme.

1. Coloque un racor de compresión NPT de 3/4" en el vástago del transductor, cerca del extremo BNC.
2. Apriete el racor en uno de los puertos NPT de 3/4" de la caja de conexiones, asegurándose de que al menos cinco roscas estén enroscadas. Una vez que el accesorio esté apretado en su lugar, asegúrese de que la cabeza BNC del transductor se extienda ligeramente más allá de los salientes del tornillo de tierra como se muestra en *Figura 8* a continuación.

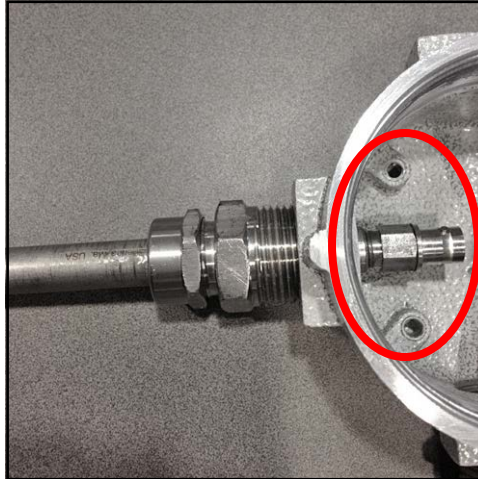


Figura 8: Ajuste del reductor en el puerto NPT

3. Si el conector BNC se extiende demasiado dentro de la caja de conexiones, dificultará el montaje al reducir el espacio disponible para almacenar correctamente el cable sobrante. Si el conector BNC no está colocado aproximadamente donde se muestra en la imagen superior, afloje el accesorio de compresión y ajuste el transductor. Luego, una vez finalizado esto, vuelva a apretar el accesorio de compresión.
4. Apriete el prensaestopas que sale de la carcasa principal de la electrónica en el otro puerto NPT de 3/4" hasta que haya al menos cinco roscas de acoplamiento (consulte *Figura 9* a continuación).



Figura 9: Ajuste del prensaestopas

Una vez ensamblados el transductor y el prensaestopas, la caja de conexiones debería verse como *Figura 10* a continuación:



Figura 10: Transductor y prensaestopas ensamblados

5. Primero, conecte el conector BNC macho en ángulo recto al cable BNC expuesto del conjunto del prensaestopas, como se muestra en *Figura 11* a continuación.



Figura 11: Conexión del conector BNC al cable

6. Conecte el conector BNC hembra del XAMP al cabezal transductor BNC macho, como se muestra en *Figura 12* a continuación:



Figura 12: Conector hembra a cabezal BNC macho

7. Enrolle el cable sobrante alrededor del perímetro de la caja de conexiones de manera que los conectores BNC no descansen sobre otros cables ni entre sí. Se muestra una imagen en *Figura 13* a continuación.



Figura 13: Cabezales de BNC

8. Coloque el cuerpo del XAMP en la caja de empalme (consulte *Figura 14* a continuación), apoyando suavemente el disco sobre los cables que se encuentran debajo. Asegúrese de que los cables del XAMP se apoyen de forma natural según la inclinación con la que salen de la resina epoxi, para reducir la tensión y la presión sobre la junta. El XAMP debe permanecer quieto y la tapa de la caja de conexiones debe girar libremente alrededor del XAMP.



Figura 14: Tapa de la caja de empalme

9. Coloque la tapa de la caja de empalme encima del XAMP y apriete la tapa hasta que la unidad quede cerrada y segura. Apriete el tornillo de fijación para evitar manipulaciones o extracciones (consulte *Figura 15* a continuación).



Figura 15: Tornillo de fijación de la caja de empalme

Nota: Para desconectar o desinstalar el XAMP del conjunto, simplemente invierta los procedimientos anteriores.

[no hay contenido previsto para esta página]

Capítulo 5. Mantenimiento de los transductores T17

5.1 Extracción de los transductores

Después de que los transductores estén correctamente instalados en las boquillas de la tubería como se describe en *Capítulo 4. "Inserción de transductores T17 en la tubería"*, los transductores T17 no requieren ajustes adicionales.

Si se observan mediciones de caudal erráticas, puede ser necesario realizar inspecciones periódicas de la instalación para verificar el par de apriete de los pernos de montaje.

Si sospecha que hay algún problema con un transductor o necesita reemplazarlo, siga el procedimiento de extracción que se describe a continuación.

5.1.1 Uso del mecanismo de inserción

Siga los pasos que se indican a continuación para retirar los transductores que se hayan instalado con el mecanismo de inserción:



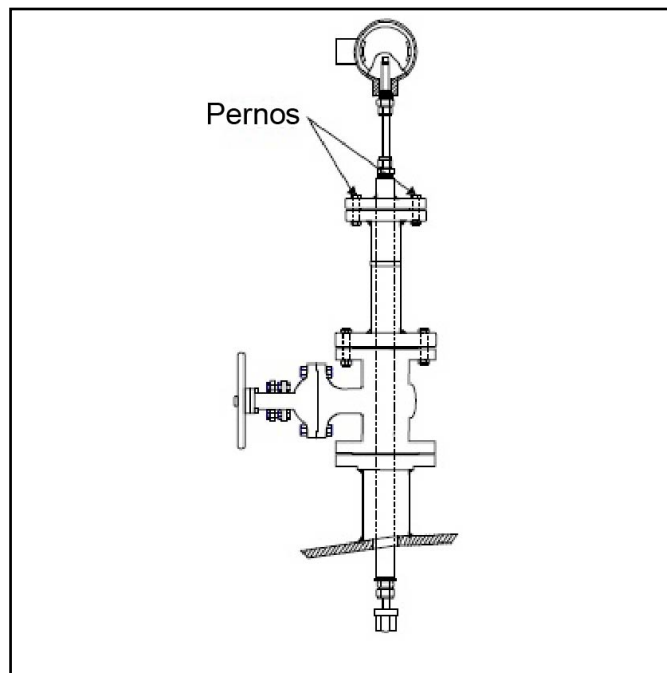
¡ADVERTENCIA! Siga todas las normas de seguridad aplicables al realizar los siguientes procedimientos.

1. Desconecte la alimentación del caudalímetro.

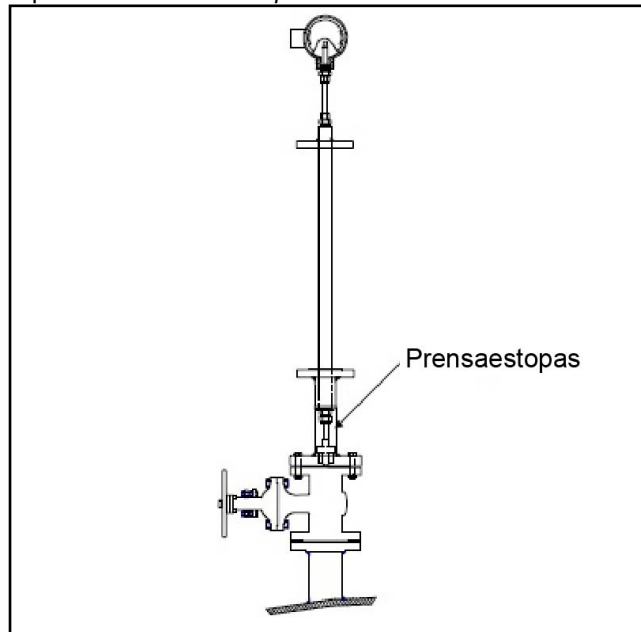


¡ADVERTENCIA! Asegúrese de que la alimentación esté desconectada antes de realizar los siguientes pasos.

2. Desconecte los cables del transductor en la caja de empalme.
3. En el mecanismo de inserción, retire los pernos que fijan la brida del cilindro a la brida del empaque.



4. Retraiga el cuerpo del prensaestopas hasta que el cabezal del transductor quede empotrado en el prensaestopas. El anillo de tope emitirá un “chasquido” cuando el transductor está completamente empotrado.

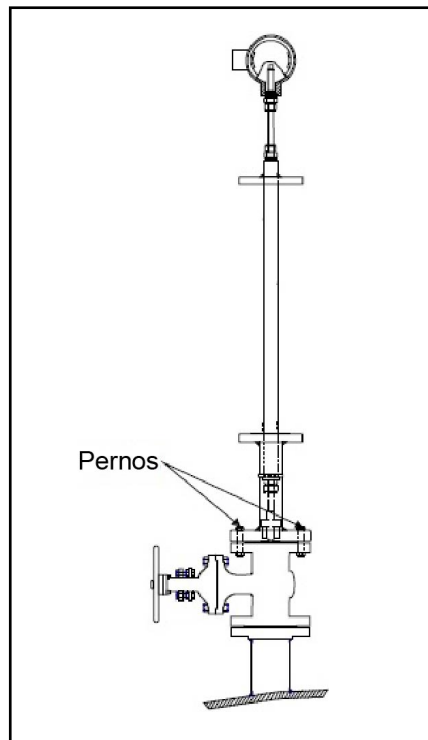


5. ¡CIERRE LA VÁLVULA DE AISLAMIENTO!

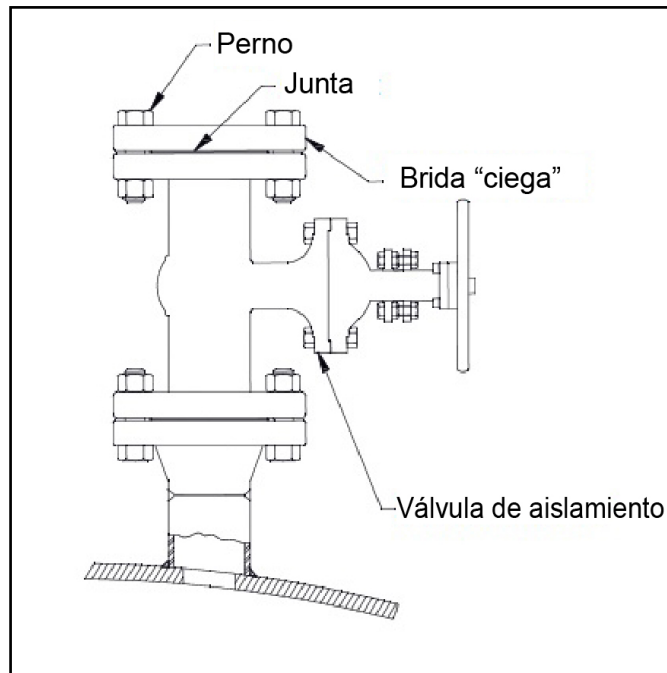


¡ADVERTENCIA! Asegúrese de que la válvula de aislamiento esté cerrada antes de realizar los siguientes pasos.

6. Tras cerrar la válvula de aislamiento, retire los pernos que fijan la brida del prensaestopas a la brida de la válvula de aislamiento y levante el mecanismo de inserción por el cilindro para extraerlo de la válvula de aislamiento.



7. Instale una junta de brida nueva en la válvula de aislamiento. Luego, sujete una brida "ciega" sobre la válvula de aislamiento con los pernos retirados en el paso anterior.



8. Desconecte la caja de conexiones en el extremo del transductor aflojando el accesorio de compresión.
9. Repita los pasos del 4 al 9 para el otro transductor.

[no hay contenido previsto para esta página]

Capítulo 6. Especificaciones

6.1 Especificaciones físicas del transductor T17

Aplicaciones:	Zona peligrosa, gas de antorcha, gases de hidrocarburos, vapor saturado
Tipo de instalación:	Húmeda Estándar: Titanio
Material:	<i>Opcional: Acero inoxidable 316, Monel® o Hastelloy®</i>
Montaje en el campo:	Caudalímetro, grifo de agua caliente o fría
Conexión de procesos:	Con brida, 3 pulg. (80 mm)
Tipo de soporte:	Mecanismo de inserción
Clasificaciones del soporte:	150#, 300#, 600# Estándar: 100 kHz
Frecuencia de operación:	Opcional: 50 kHz y 200 kHz
Rango de presión:	0 a 2700 psig estándar, 0 a 1500 psig para productos certificados de EE. UU./Canadá
Clasificación eléctrica:	200 V pico a pico, 5 mA
Rango de temperatura ambiente:	-40° a 140° F (-40° a +60° C)
Rango de temperatura del proceso:	-364° a +572°F (de -220° a +300°C) -55°C a 150°C solo para T5 Max

6.2 Certificaciones del transductor T17

América del Norte A prueba de explosiones:		Clase I, División 1, Grupo B, C, D
Europa/Internacional: A prueba de llamas		II 2 G Ex db IIC T6...XX Gb (El código T depende de la temperatura del proceso) Tamb -40° a +140°F (-40° a +60°C)
América del Norte A prueba de la intemperie:		IP66, TIPO 4X 200 Vpp, 5 mA
Europa/Internacional - A prueba de la intemperie:	IP 66 	

6.3 Condiciones especiales de uso

Consulte al fabricante si necesita información sobre las dimensiones de las juntas antideflagrantes.

Es responsabilidad del usuario final asegurarse de que la temperatura ambiente alrededor del conjunto T17 no supere la temperatura ambiente permitida de -40°C a $+60^{\circ}\text{C}$, independientemente de la temperatura del proceso.

Los transductores T17 fabricados en titanio (donde ff = Ti) son fuentes potenciales de ignición cuando se someten a impactos o fricción, lo cual debe tenerse en cuenta durante la instalación.

Las baterías T17 tienen un revestimiento no conductor que, en determinadas condiciones extremas, puede generar un nivel de carga electrostática capaz de provocar una ignición. El usuario deberá tomar las precauciones necesarias para minimizar el riesgo de descarga electrostática. Por ejemplo, controlar la humedad ambiental donde se instaló el equipo para minimizar la generación de electricidad estática, protegiéndolo del flujo de aire directo que podría causar una transferencia de carga a la superficie del equipo. La limpieza debe realizarse únicamente con un paño húmedo.

La clasificación de temperatura de los conjuntos T17 depende de la temperatura máxima del proceso (consulte la tabla siguiente).

Tabla 4: Clasificación de temperatura del T17

Modelo (donde aa = T17)	Temperatura del proceso	Clase T
aa-bb-cc-dd-LT-ff-gg-hh-ii-jj-zz	-220°C a $+85^{\circ}\text{C}$	T6
	$+85^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$	T5
aa-bb-cc-dd-NT-ff-gg-hh-ii-jj-zz	-55°C a $+85^{\circ}\text{C}$	T6
	$+86^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$	T5
	$+101^{\circ}\text{C}$ a $+135^{\circ}\text{C}$	T4
	$+136^{\circ}\text{C}$ a $+150^{\circ}\text{C}$	T3
aa-bb-cc-dd-HT-ff-gg-hh-ii-jj-zz	-50°C a 85°C	T6
	$+86^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$	T5
	$+101^{\circ}\text{C}$ a $+135^{\circ}\text{C}$	T4
	$+136^{\circ}\text{C}$ a $+200^{\circ}\text{C}$	T3
	$+201^{\circ}\text{C}$ a $+250^{\circ}\text{C}$	T2
aa-bb-cc-dd-XT-ff-gg-hh-ii-jj-zz	-180°C a 85°C	T6
	$+86^{\circ}\text{C}$ a $+100^{\circ}\text{C}$	T5
	$+101^{\circ}\text{C}$ a $+135^{\circ}\text{C}$	T4
	$+136^{\circ}\text{C}$ a $+200^{\circ}\text{C}$	T3
	$+201^{\circ}\text{C}$ a $+300^{\circ}\text{C}$	T2



Escanee aquí o utilice el enlace a continuación para
Servicio al cliente, Soporte técnico,
o Información de Servicio:
panametrics.com/support

Copyright 2026 by Panametrics LLC. TODOS LOS
DERECHOS RESERVADOS. Este material contiene una o
más marcas registradas de Panametrics LLC y/o sus
subsidiarias. Todos los nombres de productos y
empresas de terceros son marcas registradas de sus
respectivos propietarios.

PANA048C21 ES G (08/2026)