

# Transductor de gas de antorcha **T5/T5MAX**

(Rango de velocidad estándar y ampliado)

Guía de instalación





# **Transductor de gas de antorcha**

## **T5/T5MAX**

*(Rango de velocidad estándar y ampliado)*

### **Guía de instalación**

BH045C21 Rev. G  
Abril 2024

[panametrics.com](https://panametrics.com)

Copyright 2024 Baker Hughes company.

Este material contiene una o más marcas registradas de Baker Hughes Company y sus filiales en uno o más países. Todos los nombres de productos y empresas de terceros son marcas comerciales de sus respectivos propietarios.

[no hay contenido previsto para esta página]

## Servicios



Panametrics pone a disposición de sus clientes una plantilla experimentada de personal de atención al cliente preparado para responder a consultas técnicas, así como a otras necesidades de soporte remoto e in situ. Para complementar nuestra amplia cartera de soluciones líderes en la industria, ofrecemos varios tipos de servicios de soporte flexibles y escalables, incluyendo: Formación, reparaciones de productos, acuerdos de servicio y mucho más.

Visite <https://www.bakerhughes.com/panametrics/panametrics-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 enfatiza las instrucciones que son esenciales para la correcta configuración del equipo. El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar un funcionamiento poco fiable.



**PRECAUCIÓN** Este símbolo indica un riesgo potencial de lesiones personales leves o daños graves al equipo, a menos que se sigan cuidadosamente estas instrucciones.



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

## Cuestiones de seguridad



**¡ADVERTENCIA!** Es responsabilidad del usuario asegurarse de que se cumplen todos los códigos, reglamentos, normas y leyes locales, del condado, estatales y nacionales relacionados con la seguridad y las condiciones de funcionamiento seguro para cada instalación.



Para cumplir con los requisitos de la marca CE para todas las unidades destinadas a ser utilizadas en la UE, todos los cables eléctricos deben instalarse tal y como se describe en este manual.

## Equipos auxiliares

### Normas locales de seguridad

El usuario debe asegurarse de que utiliza todos los equipos auxiliares de acuerdo con los códigos, normas, reglamentos o leyes locales aplicables en materia de seguridad.

### Área de trabajo



**¡ADVERTENCIA!** Los equipos auxiliares pueden tener modos de funcionamiento manual y automático. Dado que el equipo puede moverse repentinamente y sin previo aviso, no entre en la célula de trabajo de este equipo durante el funcionamiento automático, y no entre en el área de trabajo de este equipo durante el funcionamiento manual. Si lo hace, puede sufrir lesiones graves.



**¡ADVERTENCIA!** Asegúrese de que la alimentación del equipo auxiliar esté desconectada y bloqueada antes de realizar procedimientos de mantenimiento en este equipo.

## Cualificación del personal

Asegúrese de que todo el personal tenga la formación aprobada por el fabricante aplicable al equipo auxiliar.

## Equipo de seguridad personal

Asegúrese de que los operadores y el personal de mantenimiento disponen de todo el equipo de seguridad aplicable al equipo auxiliar. Por ejemplo, gafas de seguridad, casco protector, calzado de seguridad, etc.

## Operación no autorizada

Asegúrese de que el personal no autorizado no pueda acceder al funcionamiento del equipo.

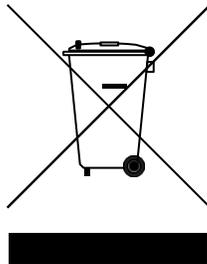
## Cumplimiento de la normativa medioambiental

### RoHS

El T5/T5MAX cumple plenamente la normativa RoHS.

### Directiva sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)

Panametrics participa activamente en la iniciativa europea de la recogida de **residuos de aparatos eléctricos y electrónicos** (RAEE), directiva 2012/19/UE.



El equipo que ha comprado ha requerido la extracción y el uso de recursos naturales para su producción. Puede contener sustancias peligrosas que podrían afectar a la salud y al medio ambiente.

Para evitar la diseminación de esas sustancias en nuestro medio ambiente y disminuir la presión sobre los recursos naturales, le animamos a utilizar los sistemas de recogida adecuados. Dichos sistemas reutilizarán o reciclarán la mayor parte de los materiales de sus equipos al final de su vida útil de forma racional.

El símbolo del contenedor tachado le invita a utilizar estos sistemas.

Si necesita más información sobre los sistemas de recogida, reutilización y reciclado, póngase en contacto con su administración de residuos local o regional.

Visite [www.bakerhughesds.com/health-safety-and-environment-hse](http://www.bakerhughesds.com/health-safety-and-environment-hse) para obtener instrucciones de devolución y más información sobre esta iniciativa.

## Capítulo 1. Instalación de boquillas para tuberías

1.1	Introducción .....	1
1.1.1	Identificación y comprobación de los componentes del kit de instalación de boquillas .....	2
1.1.2	Selección y marcado de la tubería para la ubicación de las boquillas .....	4
1.1.3	Instalación del primer cabezal de soldadura .....	8
1.1.4	Instalación de la primera boquilla .....	9
1.1.5	Instalación del segundo cabezal de soldadura .....	11
1.1.6	Instalación de la segunda boquilla .....	13
1.1.7	Roscado en caliente de la tubería .....	14
1.1.7.1	Roscado en caliente para bridas de 3 .....	14
1.1.7.2	Roscado en caliente para bridas de 2 .....	14
1.1.8	Roscado en frío de la tubería .....	14
1.2	Instalación inclinada 45 .....	15
1.2.1	Identificación y comprobación de los componentes del kit de instalación de boquillas .....	15
1.2.2	Seleccionar y marcar la ubicación de la primera boquilla.....	16
1.2.3	Determinación y marcado de la ubicación de la segunda boquilla .....	18
1.2.4	Instalación del primer cabezal de soldadura .....	21
1.2.5	Instalación de la primera boquilla.....	23
1.2.6	Instalación del segundo cabezal de soldadura y boquilla .....	25
1.2.7	Roscado en caliente de la tubería .....	26
1.2.7.1	Roscado en caliente para bridas de 3 .....	26
1.2.7.2	Roscado en caliente para bridas de 2 .....	26
1.2.8	Roscado en frío de la tubería.....	26

## Capítulo 2. Instalación de las válvulas de aislamiento

2.1	Instalación sesgada a 90° (rango de velocidad estándar o ampliado) .....	27
2.1.1	Para bridas de 3 pulgadas .....	27
2.1.2	Para bridas de 2 pulgadas .....	27
2.2	Instalación inclinada 45° (rango de velocidad estándar) .....	27
2.2.1	Para bridas de 3 pulgadas .....	27
2.2.2	Para bridas de 2 pulgadas .....	27
2.3	Instalación inclinada a 45° (rango de velocidad ampliado).....	28

## Capítulo 3. Instalación de los conjuntos de transductores

3.1	Introducción .....	31
3.2	Utilización del mecanismo de inserción a baja presión .....	31
3.2.1	Preparativos para la instalación .....	31
3.2.2	Montaje del mecanismo de inserción .....	31
3.3	Montaje del mecanismo de inserción/conjunto transductor con sesgo de 90 .....	36
3.4	Inserción del transductor con sesgo de 90 en la tubería .....	39
3.5	Alineación de los transductores (rango de velocidad estándar) .....	42
3.6	Alineación de los transductores (rango de velocidad ampliado) .....	42
3.7	Montaje del conjunto de mecanismo de inserción/transductor inclinado a 45 .....	46
3.8	Inserción del transductor inclinado a 45 en la tubería.....	52
3.9	Conexión de un XAMP.....	54

## Capítulo 4. Especificaciones Especificaciones

4.1	Especificaciones físicas del transductor T5/T5 MAX.....	59
4.2	Certificaciones de los transductores T5/T5MAX .....	59
4.3	Condiciones específicas de utilización.....	60

[no hay contenido previsto para esta página]

# Capítulo 1. Instalación de boquillas para tuberías

## 1.1 Introducción

Antes de poder instalar los transductores T5 en la tubería, deberá instalar boquillas de tubería. Las boquillas pueden instalarse como parte de una pieza de carrete fabricada o mediante el proceso de roscado en caliente o en frío con un *kit de instalación de boquillas* de Panametrics.

**IMPORTANTE:** Este procedimiento sólo se aplica si está utilizando un kit de instalación de boquillas. Si está roscando la tubería sin utilizar un kit de instalación de boquillas, consulte los planos suministrados en su envío. Este procedimiento está escrito e ilustrado para instalaciones en tuberías horizontales. Sin embargo, el procedimiento es el mismo para instalaciones en tuberías verticales.



**¡ADVERTENCIA!** Siga todas las medidas de seguridad locales, regionales y del emplazamiento aplicables cuando realice la conexión de boquillas a tuberías. Se debe tener mucho cuidado para asegurar que la actividad no se está llevando a cabo en un entorno inflamable sin 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. Deben seguirse prácticas de trabajo seguras y se recomienda encarecidamente la revisión periódica de este procedimiento antes de realizar este trabajo.

Esta sección describe cómo instalar boquillas en las siguientes configuraciones:

### 1. Instalación con sesgo de 90°

- Las distancias estándar entre transductores de 10" y 9", con ambos transductores orientados uno frente al otro, son para aplicaciones con velocidades de gas de hasta 100 m/s (328 pies/s). Este es el rango de velocidad estándar.
- Un espacio más corto entre transductores de 6,4", con sólo el transductor aguas abajo girado 6° dentro del flujo, es para aplicaciones con velocidades de gas de hasta 120 m/s (394 pies/s). Este es el rango de velocidad ampliado.

### 2. Instalación inclinada a 45°

- Las distancias estándar entre las caras del transductor, con los dos ejes del cuerpo del transductor concéntricos y paralelos entre sí, son para aplicaciones con velocidades de gas de hasta 100 m/s (328 pies/s). Este es el rango de velocidad estándar.
- Un espacio más corto entre las caras del transductor de aproximadamente 7,85", con sólo el transductor aguas abajo inclinado 6° hacia el flujo, es para aplicaciones con velocidades de gas de hasta 120 m/s (394 pies/s). Este es el rango de velocidad ampliado.

### Instalación con sesgo de 90°

Este procedimiento incluye los siguientes pasos:

- Identificación y comprobación de los componentes del kit de instalación de boquillas
- Selección y marcado de la tubería para la ubicación de las boquillas
- Instalación del primer cabezal de soldadura
- Instalación de la primera boquilla
- Instalación del segundo cabezal de soldadura
- Instalación de la segunda boquilla
- Roscado de la tubería

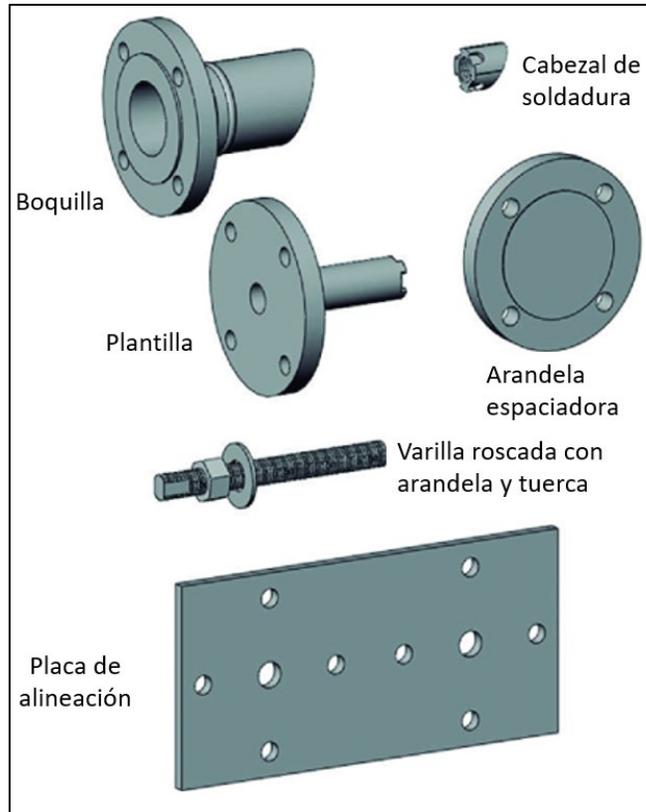
### 1.1.1 Identificación y comprobación de los componentes del kit de instalación de boquillas

El *kit de instalación de boquillas* contiene los materiales que se indican a continuación. Utilice la *Figura 1* para identificar cada componente.

- 2 boquillas (si se compran)
- 2 cabezales de soldadura
- 1 plantilla
- 1 placa de alineación (separación de 9", 10" o 6,4")
- 1 brida espaciadora
- 1 varilla roscada (1" de diámetro), con arandela y tuerca

**IMPORTANTE:** Necesitará ocho pernos de 5/8" con dos tuercas cada uno, o pernos de 3/4" con dos tuercas cada uno. Los pernos de 5/8" son necesarios para las bridas de 2"-150#, 2"-300# y 3"-150#. Los pernos de 3/4" se necesitan para bridas de 3"-300#.

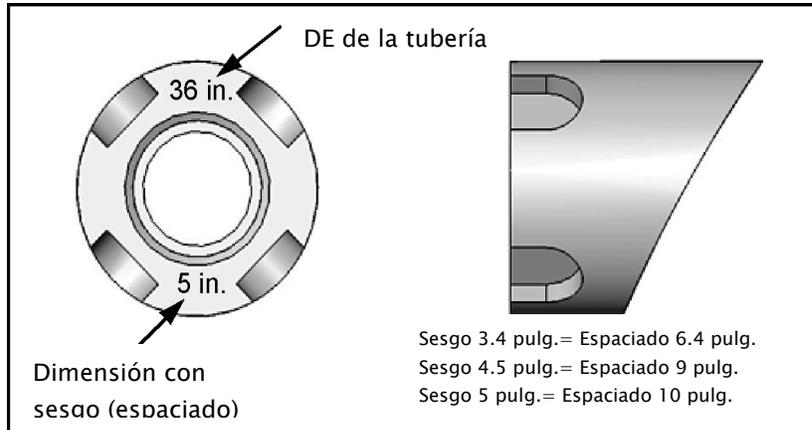
Una vez que se haya familiarizado con cada componente, verifique que los cabezales de soldadura y la placa de alineación enviados corresponden a la distancia requerida entre transductores y al tamaño de tubería descrito en los pasos siguientes.



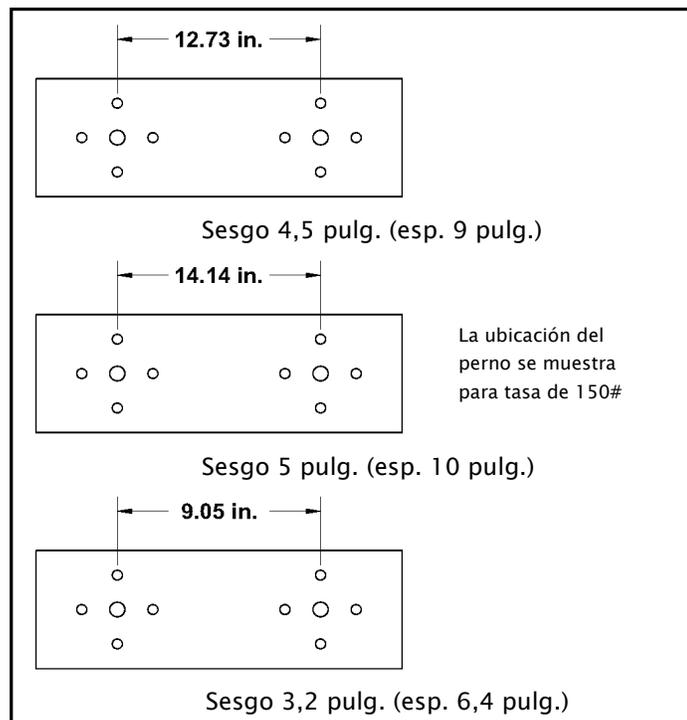
**Figura 1: Componentes del kit de instalación de boquillas**

1. Compruebe la marca en el extremo del cabezal de soldadura. El diámetro exterior de la tubería y la *dimensión de polarización* (es decir, la *separación del transductor*) están grabados en el cabezal, como se muestra a continuación. Típicamente,
  - Para velocidades de flujo de hasta 100 m/s (328 pies/s), la separación de 10 pulg. se utiliza en tuberías de 18 pulg. (450 mm) de diámetro o mayores, mientras que la separación de 9 pulg. se utiliza en tuberías de 16 pulg. (400 mm) de diámetro o en tuberías mayores cuando hay gases atenuantes.
  - Para velocidades de flujo de hasta 120 m/s (394 pies/s), la separación de 6.4 pulg. se utiliza en tuberías de 14 pulg. (356 mm) de diámetro o mayores.

**Nota:** La *dimensión del sesgo* se refiere a la distancia entre el centro de la ubicación de la boquilla y la línea central de la tubería.



2. Compruebe el espaciado entre los orificios de la placa de alineación, como se muestra a continuación. Las dimensiones deben corresponder a la dimensión de sesgo/espaciado en el cabezal de soldadura.



## 1.1.2 Selección y marcado de la tubería para la ubicación de las boquillas



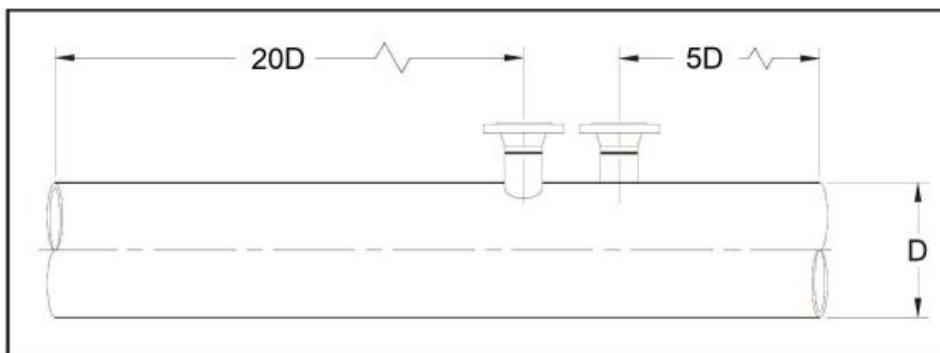
**¡PRECAUCIÓN!** La correcta alineación de las boquillas es fundamental para el buen funcionamiento del flujómetro.

Por lo tanto, todas las operaciones de marcado, posicionamiento y soldadura deben realizarse con la máxima atención a la precisión. A menos que se indique lo contrario, el posicionamiento dimensional de las boquillas debe mantenerse con una tolerancia de  $\pm 1/16$  pulg. ( $\pm 1,6$  mm) entre sí y con respecto a la línea central del tubo. La tolerancia angular debe mantenerse en  $\pm 1^\circ$ . Todos los cortes de orificios en tuberías de proceso deben realizarse con equipos de roscado en caliente.

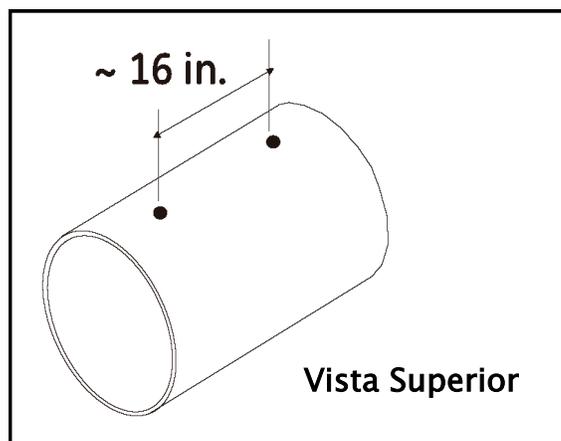


**¡ADVERTENCIA!** Asegúrese de cumplir todas las normas de seguridad aplicables.

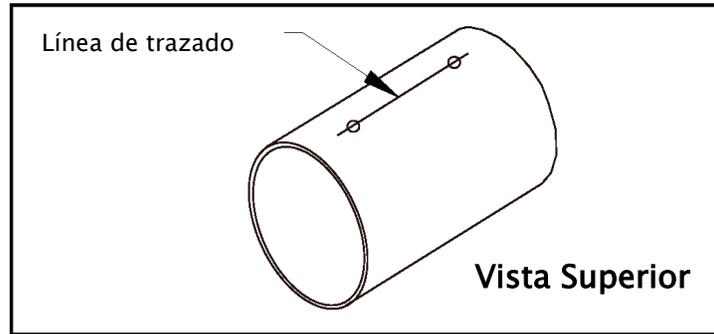
1. Para obtener un rendimiento óptimo, debe seleccionar una ubicación que tenga al menos 20 diámetros de tubería de flujo recto y sin perturbaciones aguas arriba y 5 diámetros de tubería de flujo recto y sin perturbaciones aguas abajo del punto de medición. Flujo sin perturbaciones significa evitar fuentes de turbulencias como bridas, codos y juntas en T; evitar remolinos; y evitar perfiles de flujo perturbados. No instale nunca el flujómetro aguas abajo de válvulas de control, especialmente válvulas de mariposa. Si no encuentra una ubicación adecuada, consulte con el departamento de ingeniería de aplicaciones de caudal de Panametrics.



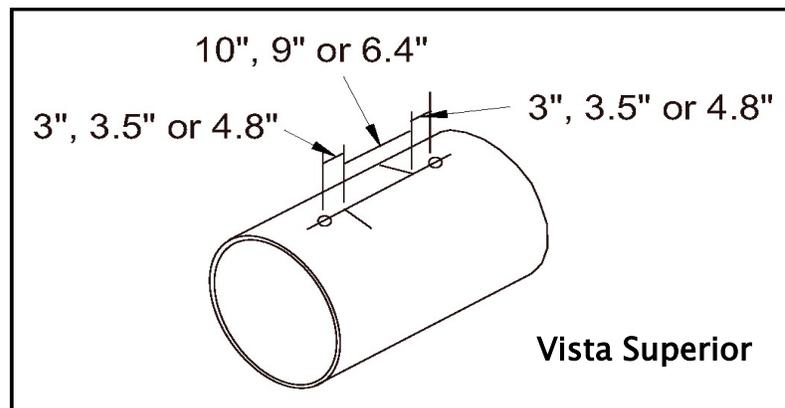
2. Utilice un localizador de centros para localizar el centro de la tubería. **PARA MEDIR EL CAUDAL CON PRECISIÓN NO BASTA CON "MIRAR A OJO"**.
3. Perfore ligeramente dos marcas separadas aproximadamente 16 pulg. en la parte superior de la tubería, siguiendo la línea central. Las dos ubicaciones de las boquillas estarán situadas entre estas dos marcas centrales.



- Rocíe la zona entre las dos marcas de punzón de la parte superior del tubo con un producto tintóreo de marcado. Con una regla metálica, trace una línea entre las dos marcas de punzón.

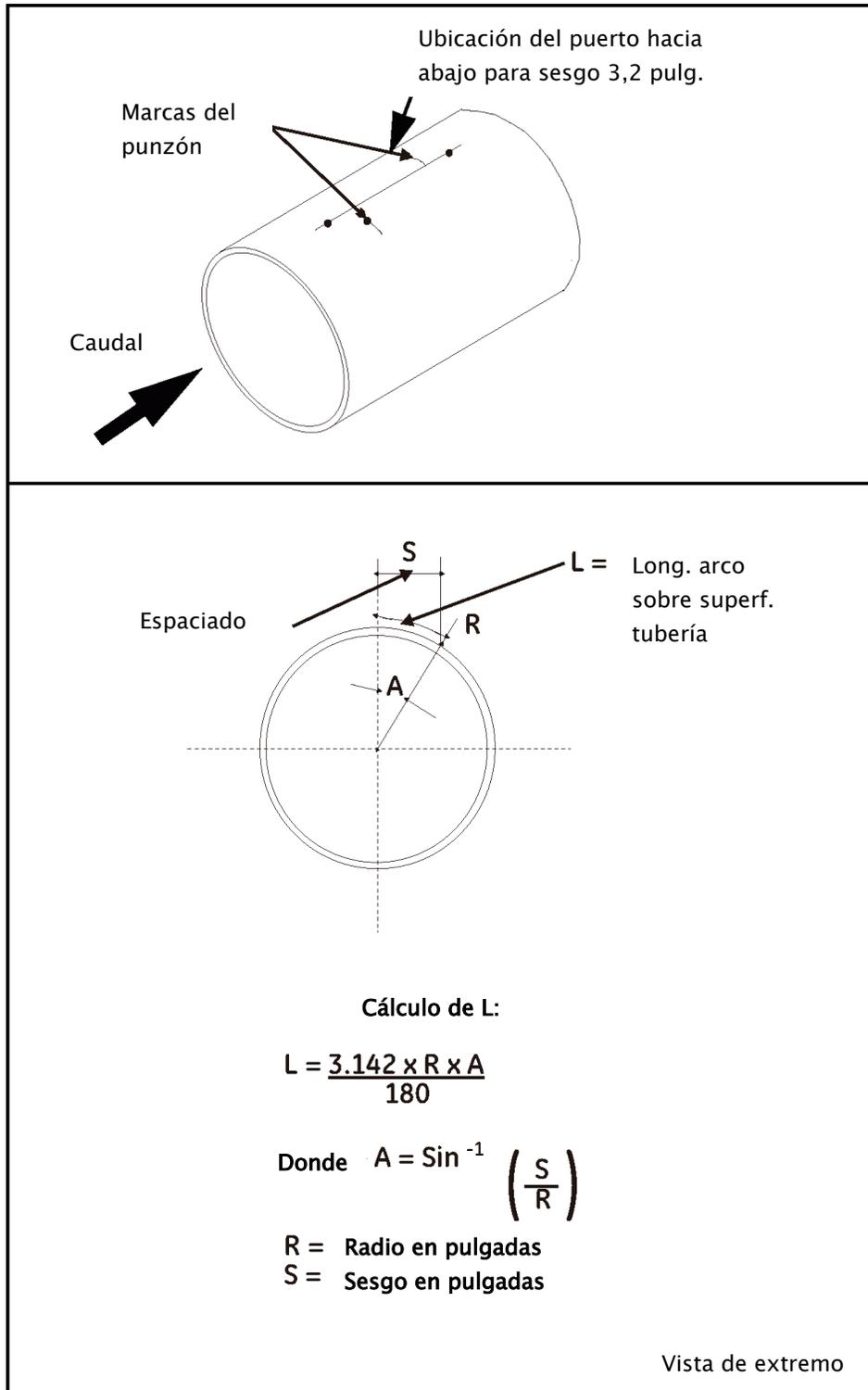


- A lo largo de la nueva línea de trazado, marque una longitud igual a la separación de su transductor (10 pulg., 9 pulg. o 6,4 pulg.) y trace dos líneas de al menos 10 pulg. de longitud y perpendiculares a la línea de trazado en diferentes lados de la línea de trazado.



- A lo largo de cada una de las líneas de trazado perpendiculares, perforo ligeramente una marca a una distancia igual a la mitad del espaciado de su transductor (5 pulg., 4,5 pulg. o 3,2 pulg.) desde la línea central, dependiendo de la distancia de polarización de sus transductores. Tenga en cuenta que la distancia a lo largo del arco de la tubería (L) desde la línea central de la tubería es ligeramente mayor que la distancia punto a punto a través de la tubería. Estas marcas señalan los centros para las boquillas. Consulte en la Tabla 1 de la página 7 las distancias de arco para los tamaños de tubo más utilizados. Si el tamaño de su tubo no aparece en la Tabla 1, utilice la ecuación de la figura de la página 6 para calcular la distancia de arco.

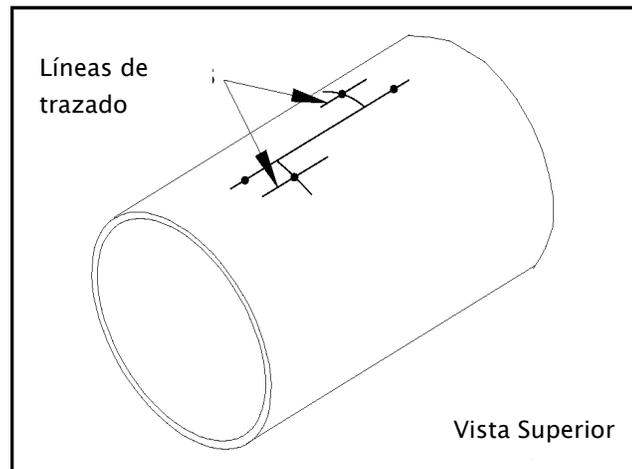
**IMPORTANTE:** Para una distancia de 3,2 pulg., el puerto aguas abajo debe estar situado a la derecha de la línea de trazado larga cuando se mira desde el extremo aguas abajo de la tubería (véase la figura siguiente). Esta convención es obligatoria para la distancia entre transductores de 6,4 pulg. y es opcional (no obligatoria) para una distancia de 10 pulg. o 9 pulg.



**Tabla 1: Distancias de arco calculadas para tamaños de tubería comunes**

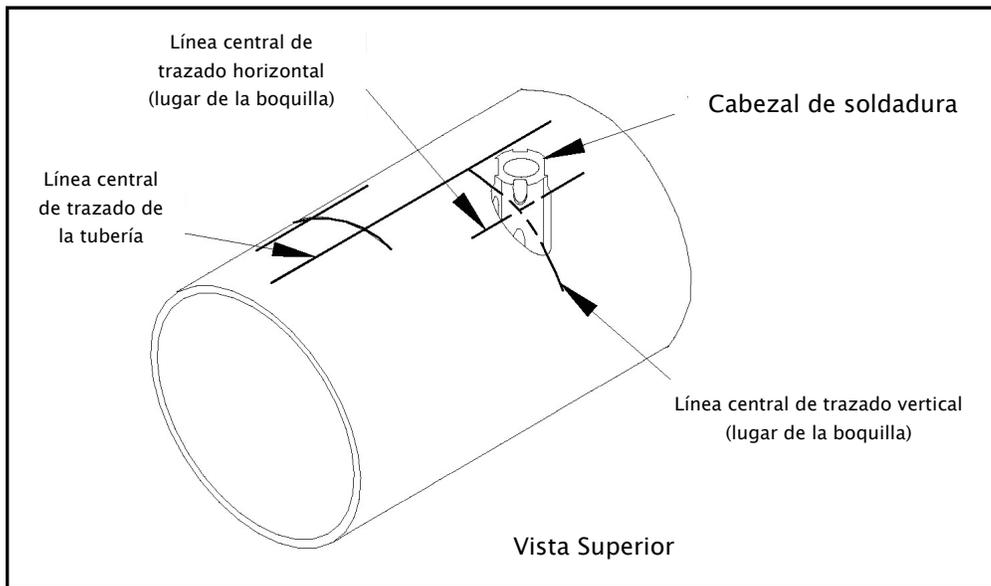
Díámetro exterior del tubo	Distancia de arco
Con sesgo de 5 pulg.	
18 pulg. (450 mm)	5,301 pulg. 134,6 mm
24 pulg. (600 mm)	5,157 pulg. 131,0 mm
30 pulg. (750 mm)	5,098 pulg. 129,5 mm
36 pulg. (900 mm)	5,067 pulg. (128.7 mm)
42 pulg. (1050 mm)	5,048 pulg. (128.2 mm)
Con sesgo de 4,5 pulg.	
16 pulg. (400 mm)	4,779 pulg. (121.4 mm)
18 pulg. (450 mm)	4.713 pulg. (119.7 mm)
24 pulg. (600 mm)	4.613 pulg. (117.2 mm)
30 pulg. (750 mm)	4.571 pulg. (116,1 mm)
36 pulg. (900 mm)	4,549 pulg. (115,5 mm)
42 pulg. (1050 mm)	4,536 pulg. (115,2 mm)
Con sesgo de 3,2 pulg.	
14 pulg. 350 mm	3,323 pulg. (84,4 mm)
16 pulg. (400 mm)	3,292 pulg. (83,6 mm)
18 pulg. (450 mm)	3,272 pulg. (83,1 mm)
24 pulg. (600 mm)	3,239 pulg. (82,3 mm)
30 pulg. (750 mm)	3,225 pulg. (81,9 mm)
36 pulg. (900 mm)	3,217 pulg. (81,7 mm)
42 pulg. (1050 mm)	3,213 pulg. (81,6 mm)

- Trace una línea central horizontal de 15 cm de largo a través de cada punto de ubicación central de la boquilla y paralela a la línea central original.



### 1.1.3 Instalación del primer cabezal de soldadura

1. Cada cabezal de soldadura tiene cuatro marcas de trazado que indican el centro del sesgo. Tome un cabezal de soldadura y alinee sus marcas con las marcas horizontal y perpendicular de la tubería, tal como se muestra a continuación. Asegúrese de colocar el cabezal en el tubo de forma que el extremo contorneado del cabezal coincida con el arco del tubo. Es decir, el lado más corto del cabezal debe estar más cerca de la línea central original de la tubería.



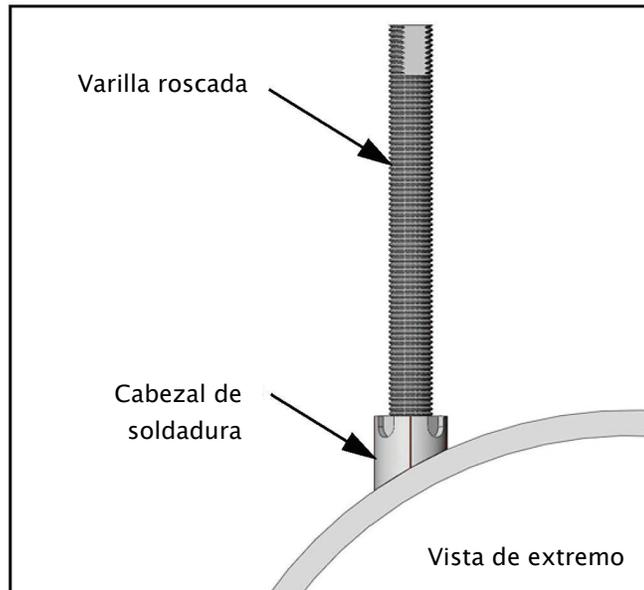
2. Sujete el cabezal en su sitio, utilizando una correa para tubos o equivalente, de modo que no pueda moverse durante la soldadura por puntos.
3. Compruebe de nuevo la alineación del cabezal y, a continuación, suelde por puntos el cabezal en cada una de las cuatro ranuras entre las marcas de trazado del cabezal. Asegúrese de mantener el contorno del cabezal alineado con el contorno del tubo durante toda la operación de soldadura por puntos. El cabezal está fabricado en acero al carbono.
4. Compruebe de nuevo la alineación. Si el cabezal está desalineado 0,5 mm (0,02 pulg.) o más, retire el cabezal, esmerile las soldaduras y vuelva a instalarlo.

### 1.1.4 Instalación de la primera boquilla

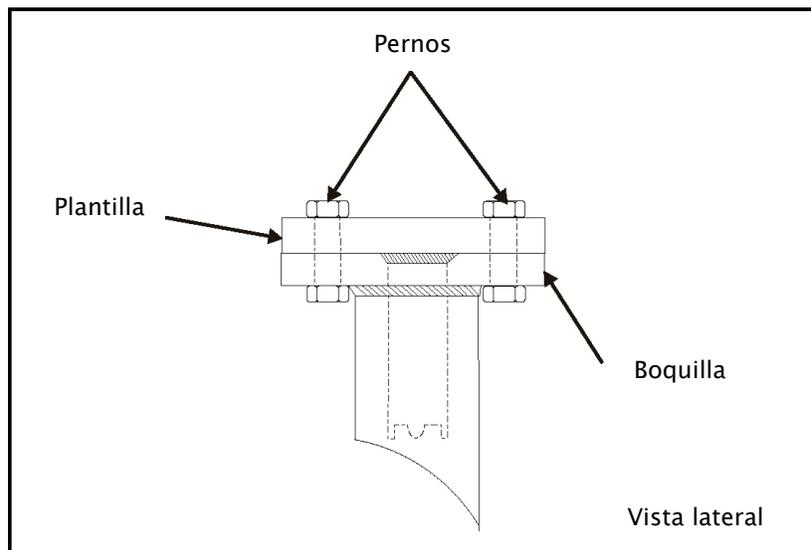


**PRECAUCIÓN** Antes de soldar las toberas, es imprescindible ajustarlas y fijarlas en su posición mediante la plantilla y la placa de alineación suministradas.

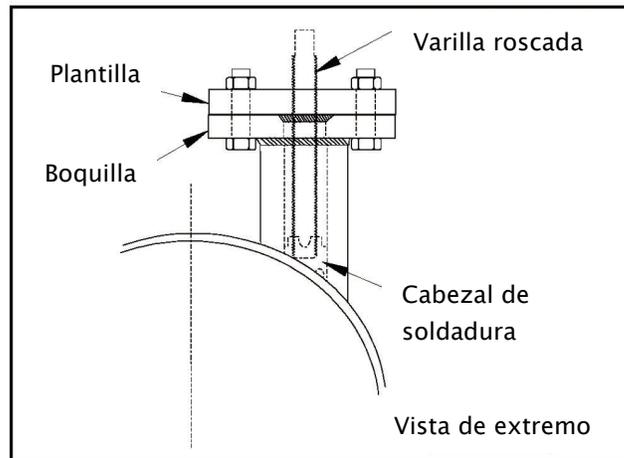
1. Atornille la varilla roscada en el cabezal soldado al tubo. Si es necesario, retire la arandela y la tuerca de la varilla roscada.



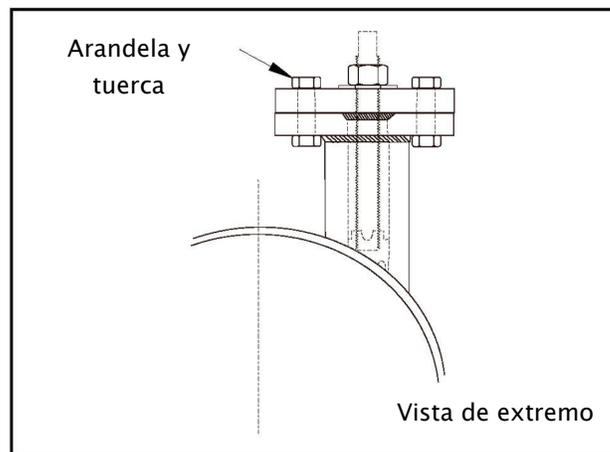
2. Inserte la sección de tubo de la plantilla (la sección cortada con llave) en la sección de tubo de la boquilla y fije el conjunto con cuatro tuercas y tornillos.



- Deslice el conjunto de plantilla/boquilla sobre la varilla roscada, encajando la plantilla en el extremo cortado con chaveta del cabezal de soldadura mientras alinea el extremo contorneado de la boquilla con el arco de la tubería.



- Alinear las marcas de trazado de la boquilla con las marcas de trazado del tubo y apretar el conjunto en su sitio utilizando la arandela de 1 pulgada y la tuerca suministradas. Si se produce una ligera desalineación entre las marcas de trazado de la boquilla y las marcas de trazado de la tubería, afloje los cuatro pernos que sujetan el conjunto de plantilla y boquilla, y gire la boquilla para obtener la mejor alineación. Después de alinear la boquilla con precisión, volver a apretar los cuatro pernos.



- El conjunto de plantilla, casquillo y boquilla está diseñado para proporcionar un espacio de raíz de 0,094 pulg. (2,4 mm) entre el borde biselado de la boquilla y el diámetro exterior de la tubería. Si este espacio no está presente alrededor de toda la boquilla, la boquilla debe ser removida y rectificada apropiadamente para proporcionar el espacio requerido. Si la holgura de la raíz es mayor que 2,4 mm (0,094 pulg.) uniformemente alrededor de toda la boquilla, se pueden insertar arandelas del tamaño adecuado entre la plantilla y la boquilla para reducir la dimensión de la separación de la raíz.

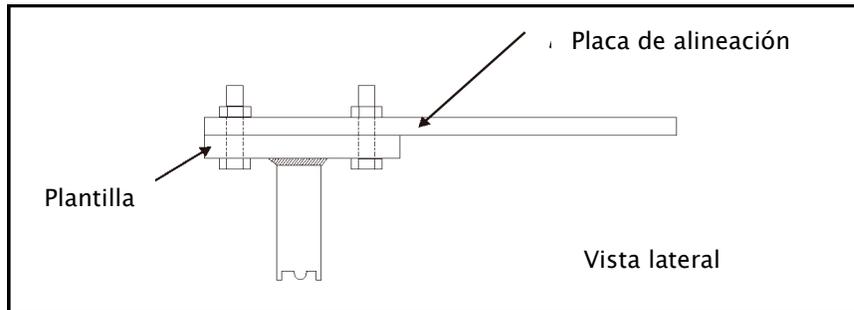


**ADVERTENCIA** Solamente personal cualificado debe soldar los cabezales y las boquillas, utilizando un procedimiento de soldadura cualificado ASME IX adecuado. Deben observarse todos los códigos de seguridad aplicables.

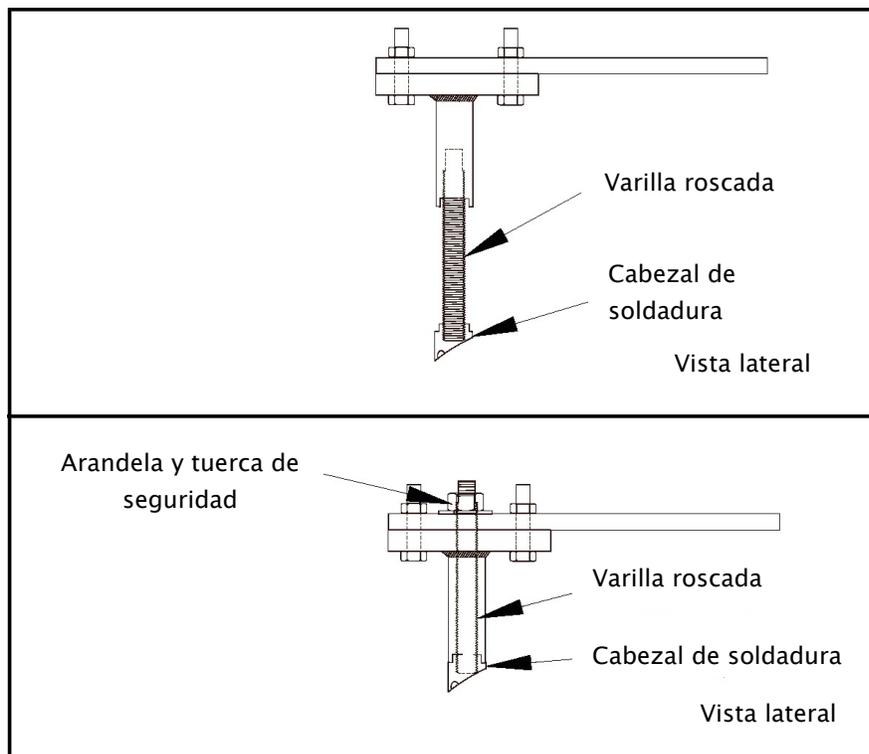
- Suelde la boquilla a la tubería en cuatro puntos diametralmente opuestos, cada punto de aproximadamente 5 mm (0,2 pulg) de longitud. Deje que la soldadura se enfríe durante 30 segundos entre los puntos de soldadura.
- Complete la pasada de raíz y las siguientes pasadas de relleno según sea necesario.
- Deje que la soldadura se enfríe y, a continuación, retire la tuerca, la arandela, la plantilla y la varilla roscada.

### 1.1.5 Instalación del segundo cabezal de soldadura

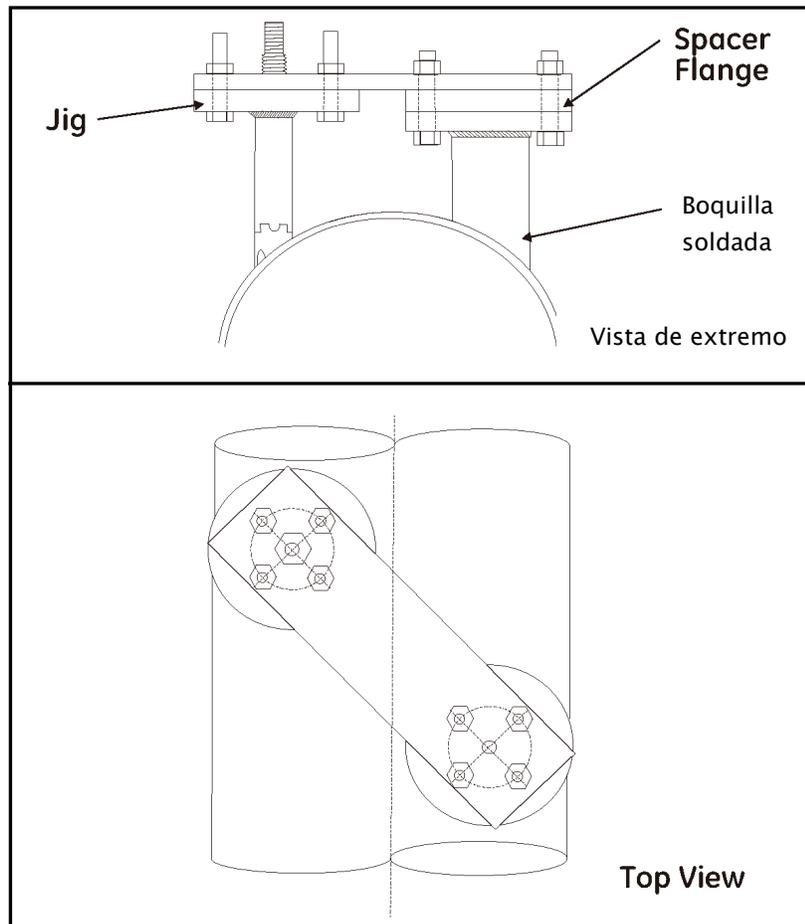
1. Atornille la plantilla a un extremo de la placa de alineación con cuatro pernos.



2. Atornille la varilla roscada en el segundo saliente. A continuación, inserte el conjunto de perno y cabezal en las ranuras cortadas con llave de plantilla y fíjelo con una arandela y una tuerca en la parte superior.



3. Recuerde orientar el cabezal en la plantilla para mantener la ubicación adecuada del contorno de la tubería para la instalación.
4. Colocar la brida espaciadora encima de la tobera soldada y, a continuación, montar el segundo extremo de la placa de alineación encima de la brida espaciadora. Atornille la placa de alineación en su posición con los pernos restantes.

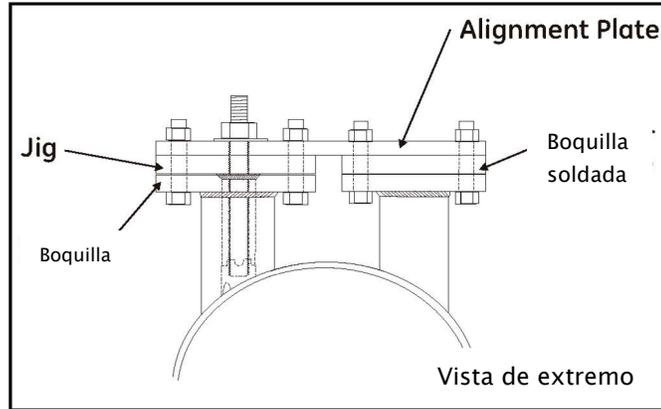


5. El segundo cabezal de soldadura debe colocarse ahora sobre las marcas de trazado de la ubicación de la segunda boquilla. Alinee las marcas de trazado del cabezal con las marcas de trazado de la tubería y, a continuación, apriete bien todas las tuercas.
6. Compruebe de nuevo la alineación del cabezal y, a continuación, suelde por puntos el cabezal en cada una de las cuatro ranuras entre las marcas de trazado del cabezal.
7. Después de soldar, compruebe una vez más la alineación del cabezal. Si el cabezal está desalineado 0,5 mm (0,02 pulg.) o más, retírelo rectificando las soldaduras y vuelva a instalarlo.
8. Retire la varilla roscada y la plantilla. Deje la placa de alineación atornillada a la primera boquilla, con la brida espaciadora intercalada entre ellas.

### 1.1.6 Instalación de la segunda boquilla

Para instalar la segunda boquilla, siga estos pasos:

1. Inserte la plantilla en la segunda boquilla y coloque este conjunto sobre el cabezal y debajo de la placa de alineación. A continuación, inserte la varilla roscada.

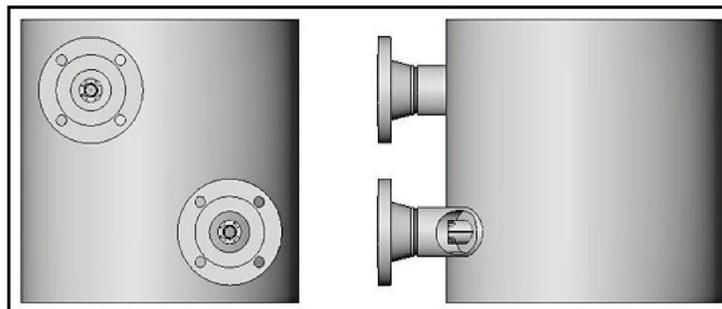


2. El conjunto de plantilla, casquillo y boquilla está diseñado para proporcionar un espacio de raíz de 0,094 pulg. (2,4 mm) entre el borde biselado de la boquilla y el diámetro exterior de la tubería. Si este espacio no está presente alrededor de toda la boquilla, la boquilla debe ser removida y rectificada apropiadamente para proporcionar el espacio requerido. Si la holgura de la raíz es mayor que 2,4 mm (0,094 pulg.) uniformemente alrededor de toda la boquilla, se pueden insertar arandelas del tamaño adecuado entre la plantilla y la boquilla para reducir la dimensión de la holgura de la raíz.
3. Fije la placa de alineación instalando los dos juegos de cuatro pernos en la placa de alineación. Instale también la arandela y la tuerca en la varilla roscada.
4. Alinee las marcas de trazado de la boquilla con las marcas de trazado del tubo y apriete todas las tuercas.
5. Asegúrate de que la boquilla sigue alineada..



**ADVERTENCIA** Solamente personal cualificado debe soldar los cabezals y las boquillas, utilizando un procedimiento de soldadura cualificado ASME IX adecuado. Deben observarse todos los códigos de seguridad aplicables.

6. Suelde la boquilla a la tubería en cuatro puntos diametralmente opuestos, cada punto de aproximadamente 5 mm (0,2 pulg) de longitud. Deje que la soldadura se enfríe durante 30 segundos entre los puntos de soldadura.
7. Complete la pasada de raíz y las siguientes pasadas de relleno según sea necesario.
8. Deje que la soldadura se enfríe y, a continuación, retire todas las tuercas y tornillos, la placa de alineación, la plantilla, la brida espaciadora y la varilla roscada. La instalación completada debe tener el aspecto que se muestra a continuación.



## 1.1.7 Roscado en caliente de la tubería



**ADVERTENCIA** Los roscados en caliente sólo deben ser realizadas por personal cualificado. Siga todos los códigos y prácticas de seguridad aplicables durante estos procedimientos.

### 1.1.7.1 Roscado en caliente para bridas de 3"

Para roscar en caliente la tubería para bridas de 3", siga los siguientes pasos:

1. Obtenga dos válvulas de aislamiento bridadas de 3 pulg. ANSI adecuadas. Las válvulas deben ser del tipo de paso total con bridas RF de 150# y una longitud cara a cara de 8 pulg. o bridas RF de 300# y una longitud cara a cara de 11,125 pulg.
2. Instale una de las válvulas de aislamiento, incluyendo una junta adecuada, en cada una de las boquillas. Fije las válvulas con espárragos y tuercas de 5/8 pulg. para bridas de 150# o pernos y tuercas de 3/4 pulg. para bridas de 300#.
3. Oriente los mangos de las válvulas de aislamiento para minimizar las interferencias durante el funcionamiento de las válvulas.
4. Perfore los orificios de la tubería con una máquina de perforación en caliente equipada con una broca de 19,05 mm (3/4 pulg.).
5. A continuación, utilice una sierra de corona para cortar un agujero con un diámetro de 2,36 pulg. (60 mm) como mínimo a 2,875 pulg. (73 mm) como máximo.

### 1.1.7.2 Roscado en caliente para bridas de 2"

Para roscar en caliente la tubería para bridas de 2", siga los siguientes pasos:

1. Obtenga dos válvulas de aislamiento bridadas de 2 pulg. ANSI adecuadas. Las válvulas deben ser del tipo de paso total con bridas RF de 150# y una longitud cara a cara de 7 pulg. o bridas RF de 300# y una longitud cara a cara de 8,50 pulg.
2. Instale una de las válvulas de aislamiento, incluyendo una junta adecuada, en cada una de las boquillas. Fije las válvulas con pernos y tuercas de 5/8 pulg.
3. Oriente los mangos de las válvulas de aislamiento para minimizar las interferencias durante el funcionamiento de las válvulas.
4. Perfore los orificios de la tubería con una máquina de perforación en caliente equipada con una broca de 19,05 mm (3/4 pulg.).
5. A continuación, utilice una sierra de corona para cortar un orificio con un diámetro de 1,81 pulg. (46 mm) como mínimo a 1,89 pulg. (48 mm) como máximo.

## 1.1.8 Roscado en frío de la tubería



**ADVERTENCIA** El roscado en frío sólo debe ser realizado por personal cualificado. Siga todos los códigos y prácticas de seguridad aplicables durante estos procedimientos

El procedimiento de roscado en frío de una tubería es el mismo que el de roscado en caliente descrito anteriormente. Sin embargo, las válvulas de aislamiento no son necesarias durante el proceso de roscado. La máquina de roscado en caliente se utiliza directamente en las boquillas. Las válvulas de aislamiento se añaden una vez finalizado el proceso de roscado.

## 1.2 Instalación inclinada a 45°

Este procedimiento incluye los siguientes pasos:

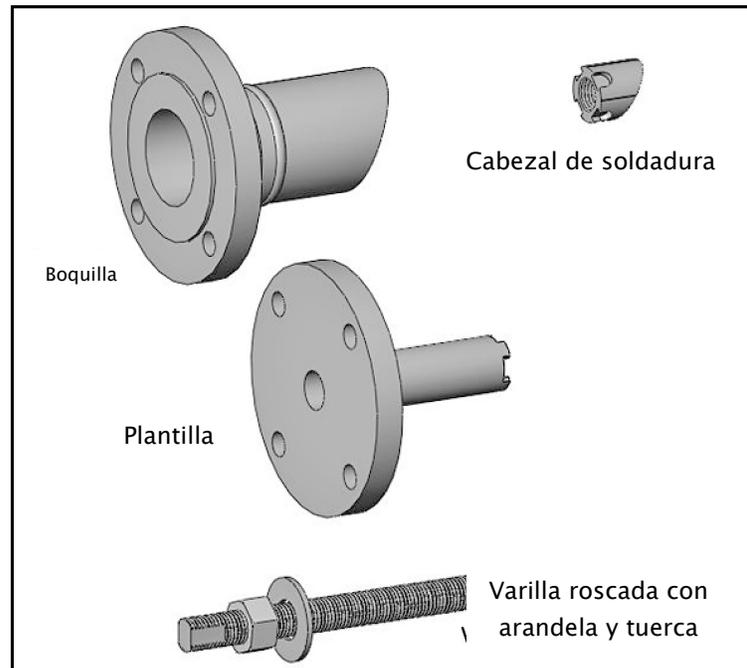
- Identificación y comprobación de los componentes del kit de instalación de boquillas
- Selección y marcado de la tubería para la ubicación de las boquillas
- Instalación del primer cabezal de soldadura
- Instalación de la primera boquilla
- Instalación del segundo cabezal de soldadura
- Instalación de la segunda boquilla
- Roscado de la tubería

### 1.2.1 Identificación y comprobación de los componentes del kit de instalación de boquillas

El *kit de instalación de boquillas* contiene los materiales que se indican a continuación. Utilice la Figura 2 para identificar cada componente.

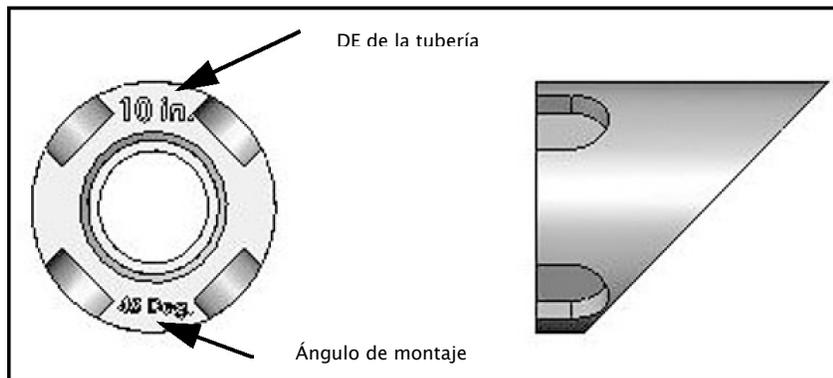
- 2 boquillas (si se compran)
- 2 cabezales de soldadura
- 1 plantilla
- 1 varilla roscada (1" de diámetro), con arandela y tuerca

**IMPORTANTE:** Necesitará ocho pernos de 5/8" con dos tuercas cada uno, o pernos de 3/4" con dos tuercas cada uno. Los pernos de 5/8" son necesarios para las bridas de 2"-150#, 2"-300# y 3"-150#. Los pernos de 3/4" se necesitan para bridas de 3"-300#.



**Figura 2: Componentes del kit de instalación de boquillas**

Compruebe las marcas en el extremo del cabezal de soldadura. El diámetro exterior del tubo y el ángulo de montaje están grabados en el saliente, como se muestra a continuación.

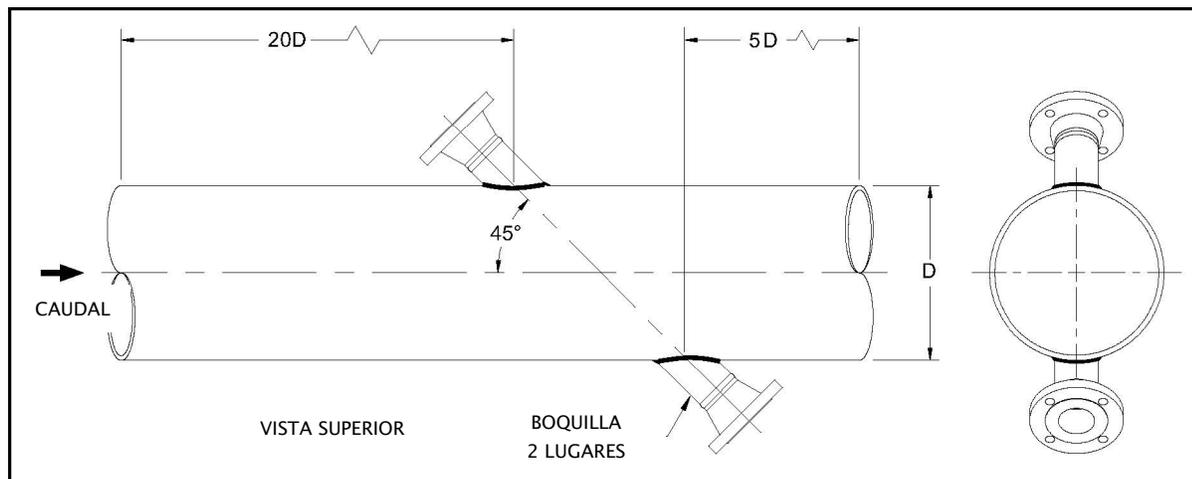


### 1.2.2 Seleccionar y marcar la ubicación de la primera boquilla



**¡PRECAUCIÓN!** La correcta alineación de las boquillas es fundamental para el buen funcionamiento del flujómetro. Por lo tanto, todas las operaciones de marcado, posicionamiento y soldadura deben realizarse con la máxima atención a la precisión. A menos que se indique lo contrario, el posicionamiento dimensional de las boquillas debe mantenerse con una tolerancia de  $\pm 1/16$  pulg. ( $\pm 1,6$  mm) entre sí y con respecto a la línea central del tubo. La tolerancia angular debe mantenerse en  $\pm 1^\circ$ . Todos los cortes de orificios en tuberías de proceso deben realizarse con equipos de roscado en caliente.

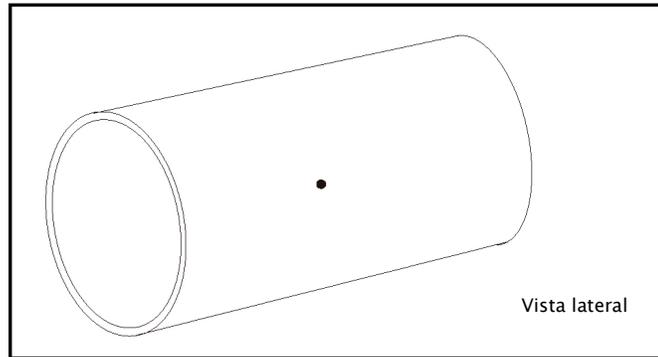
1. Para obtener un rendimiento óptimo, debe seleccionar una ubicación que tenga al menos 20 diámetros de tubería de flujo recto y sin perturbaciones aguas arriba y 5 diámetros de tubería de flujo recto y sin perturbaciones aguas abajo del punto de medición. Flujo sin perturbaciones significa evitar fuentes de turbulencias como bridas, codos y juntas en T; evitar remolinos; y evitar perfiles de flujo perturbados. No instale nunca el flujómetro aguas abajo de válvulas de control, especialmente válvulas de mariposa. Si no encuentra una ubicación adecuada, consulte con el departamento de ingeniería de aplicaciones de caudal de Panametrics.



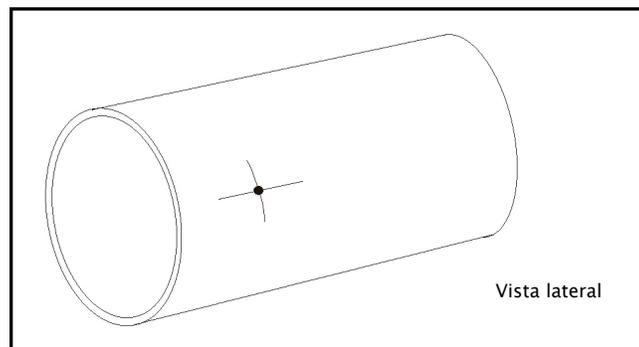
2. Instale las boquillas en un diámetro de tubo lo más cercano posible al plano horizontal. Esto sería en las posiciones de las 3 en punto y las 9 en punto para una tubería horizontal.

**Nota:** Si no encuentra una ubicación adecuada, consulte con el departamento de ingeniería de aplicaciones de caudal de Panametrics.

3. En la posición de las 3 en punto, perfore el centro del tubo para marcar la posición del centro de la primera boquilla.



4. Rocíe esta zona con un producto de tinte de marcado. Con una regla metálica, trace líneas verticales y horizontales de 15 cm de longitud que se crucen en la marca central del punzón.

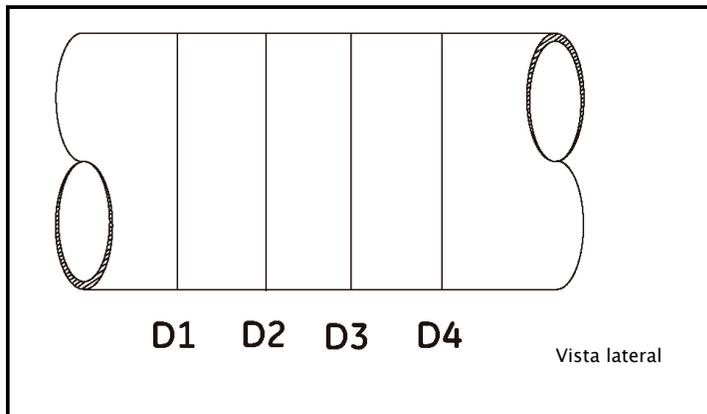


### 1.2.3 Determinar y marcar la ubicación de la segunda boquilla

1. La segunda boquilla está situada a una distancia igual al diámetro exterior de un tubo a lo largo de la línea central del tubo y en el lado opuesto del tubo (180° alrededor de la circunferencia). Rocíe esta zona con un producto de tinte de marcado.

**Nota:** *Para ángulos de instalación distintos de 45°, la distancia a lo largo de la línea central de la tubería es igual al diámetro exterior de la tubería multiplicado por la tangente del ángulo de instalación.*

2. Para tener en cuenta posibles variaciones en el diámetro exterior de la tubería, mida el diámetro exterior de la tubería en cuatro puntos entre los centros de las boquillas. Calcule el diámetro exterior medio basándose en estas

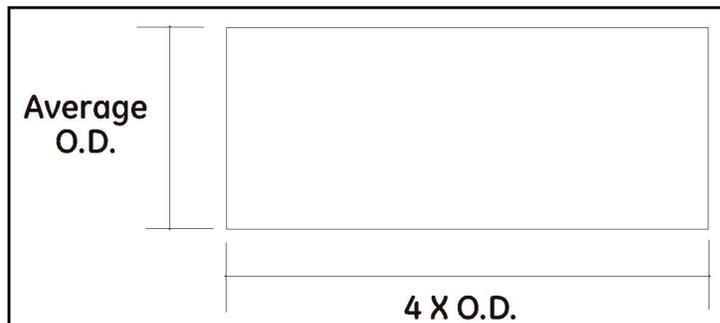


mediciones.

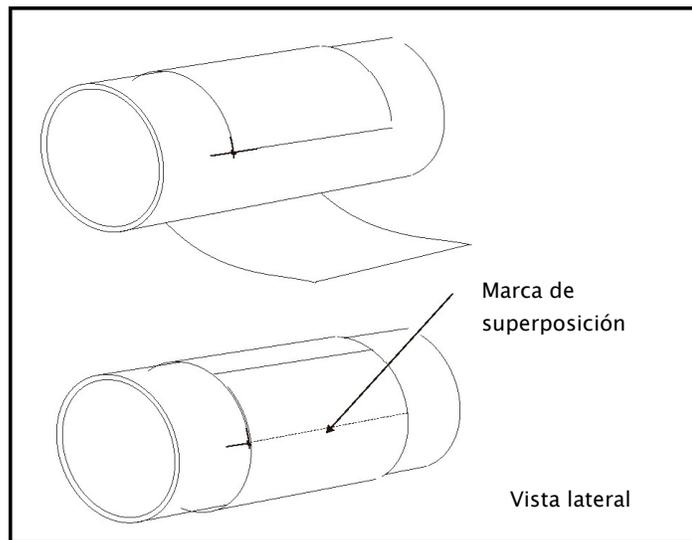
3. Con un rollo de película de poliéster (o equivalente), corte una tira de película con la anchura y la longitud siguientes:

**IMPORTANTE:** Asegúrese de que los lados de la lámina se cortan paralelos entre sí.

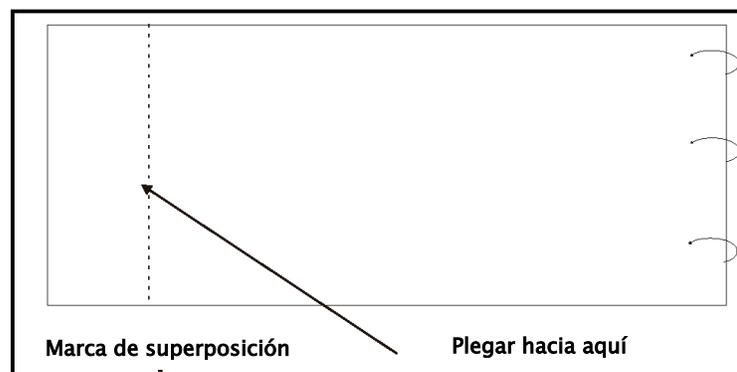
- **Anchura:** igual al diámetro exterior medio del tubo, calculado en el paso 1 anterior.
- **Longitud:** igual a 4 veces el diámetro exterior medio de la tubería, calculado en el paso 1 anterior.



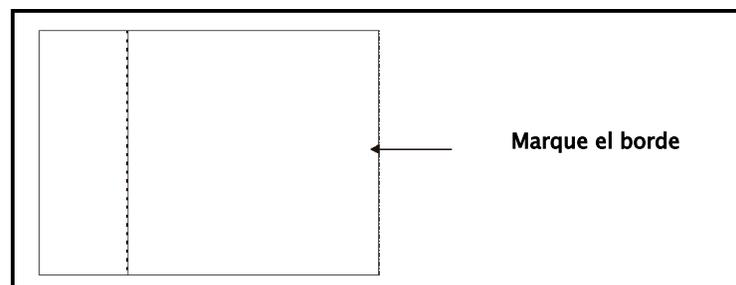
- Envuelva la tira de película alrededor de la tubería con un borde a lo largo de la línea de trazado vertical en la ubicación de la primera boquilla. Asegúrese de que la tira se superpone en ángulo recto alrededor de todo el tubo y marque el punto de superposición de la tira. Esto equivale a la circunferencia del tubo.



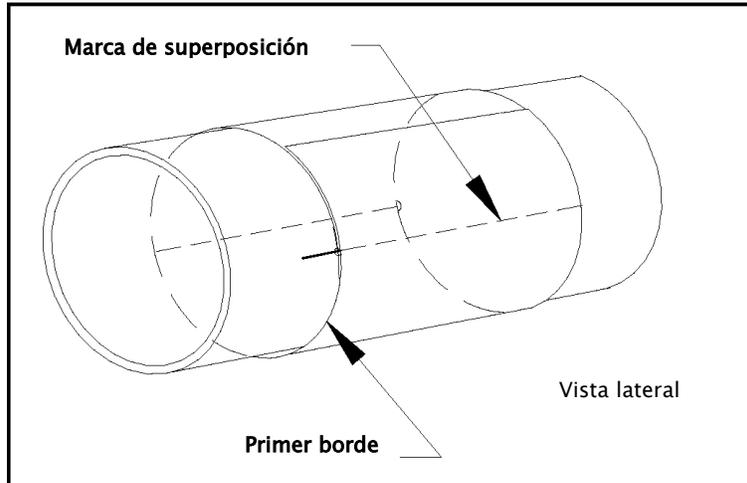
- Retire la tira de película y dóblela como se muestra a continuación para determinar la posición diametralmente opuesta a la posición de solapamiento cuando se vuelva a aplicar la película a la tubería.



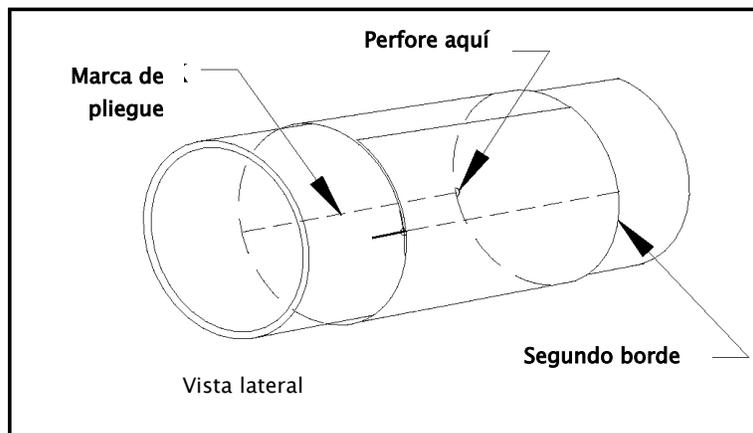
- Marque el exterior del pliegue como referencia.



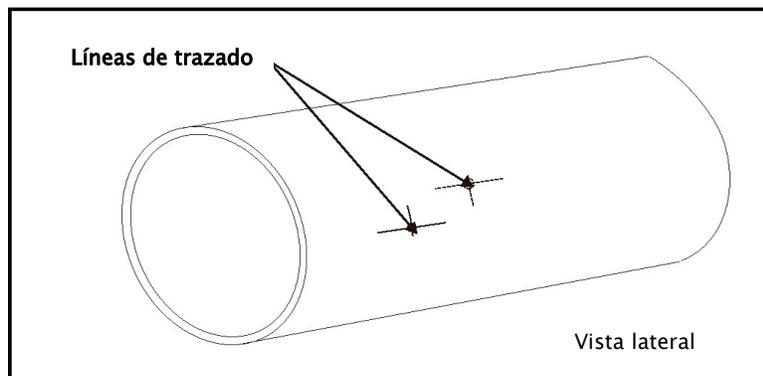
7. Vuelva a enrollar la tira de película alrededor del tubo. Esta vez, alinee la marca de solapamiento con las líneas de trazado horizontal y vertical. Una vez más, asegúrese de envolver la tira de película en ángulo recto alrededor de todo el tubo.



8. La nueva ubicación 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. Perfore el centro de esta ubicación antes de retirar la tira de película.



9. Retire la tira de película del tubo.
10. Trace líneas verticales y horizontales de 15 cm de longitud que se crucen en la nueva marca de perforación central.



### 1.24 Instalación del primer cabezal de soldadura

1. Antes de soldar el primer cabezal, debe añadir otra línea de trazado conocida como línea central oblicua. La línea central oblicua compensa la pendiente u oblicuidad del cabezal. La línea de centro oblicuo está desplazada de la línea de trazado de centro verdadero (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

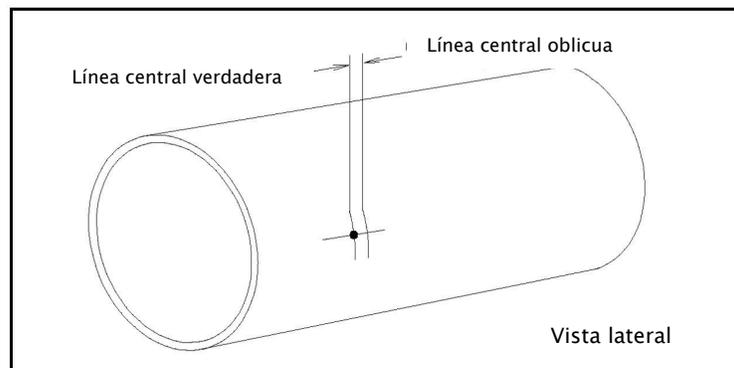
d = diámetro exterior del cabezal de soldadura (1,660 pulg.)

2. En la tabla 2 se muestran los valores de X para distintos tamaños de tubería.

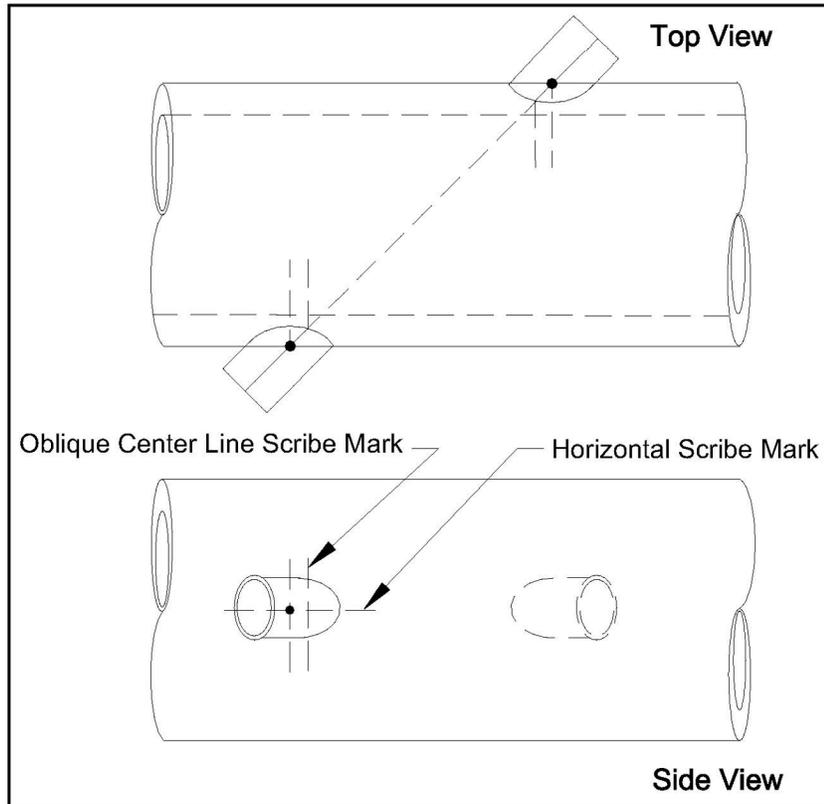
**Tabla 2: Valores para distintos tamaños de tubo**

Tamaño del tubo		X Dimensiones
NPS (DN)	D.E.	
6 pulg. (150 mm)	6,625 pulg. (168 mm)	0,106 pulg. (2,69 mm)
8 pulg. (200 mm)	8,625 pulg. (219 mm)	0,081 pulg. (2,06 mm)
10 pulg. (250 mm)	10,750 pulg. (273 mm)	0,064 pulg. (1,62 mm)
12 pulg. (300 mm)	12,750 pulg. (324 mm)	0,054 pulg. (1,37 mm)
14 pulg. 350 mm	14,000 pulg. (356 mm)	0,049 pulg. (1,24 mm)

3. Marque la línea central oblicua en el tubo a la distancia calculada 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.



- Coloque el cabezal de soldadura de forma que las cuatro líneas de trazado del cabezal de soldadura estén alineadas con la marca de trazado horizontal y la línea central oblicua de la tubería. Asegúrese de orientar el cabezal como se muestra a continuación.

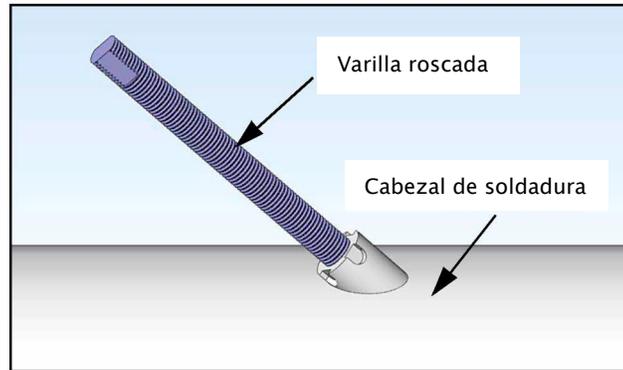


- Sujete el cabezal en su sitio utilizando una correa para tubos o equivalente, de modo que no pueda moverse durante la soldadura por puntos.
- Compruebe la alineación del cabezal y, a continuación, suelde con tachuelas el cabezal de acero al carbono al tubo en cada una de las cuatro ranuras entre las marcas de trazado del cabezal.
- Retire la abrazadera y vuelva a comprobar la alineación. Si el cabezal está desalineado 0,5 mm (0,02 pulg.) o más, retire el cabezal, esmerile las soldaduras y vuelva a instalarlo.

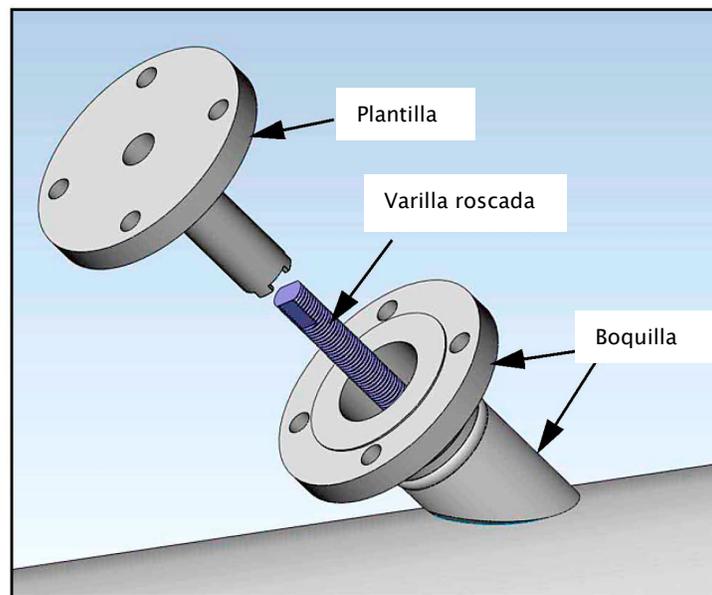
### 1.25 Instalación de la primera boquilla

**IMPORTANTE:** Antes de soldar la boquilla, es esencial que la boquilla esté preparada y fijada en su posición utilizando la plantilla y la varilla roscada de 1 pulgada suministrada en el kit.

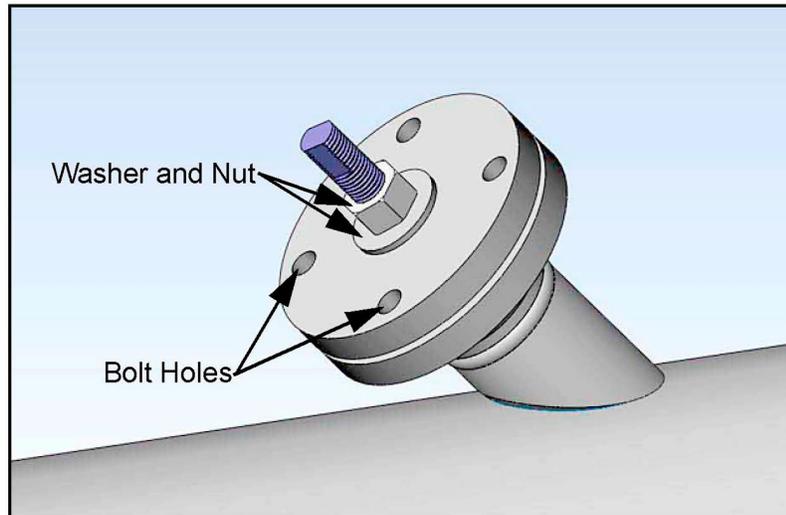
1. Atornille la varilla roscada en el cabezal soldado al tubo. Si es necesario, retire la arandela y la tuerca de la varilla roscada.



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



3. Alinee los orificios de los pernos de la plantilla con los orificios de los pernos de la boquilla. A continuación, apriete el conjunto utilizando la arandela y la tuerca de la varilla roscada.



4. El conjunto de plantilla, casquillo y boquilla está diseñado para proporcionar un espacio de raíz de 0,094 pulg. (2,4 mm) entre el borde biselado de la boquilla y el diámetro exterior de la tubería. Si este espacio no está presente alrededor de toda la boquilla, la boquilla debe ser removida y rectificada apropiadamente para proporcionar el espacio requerido. Si la holgura de la raíz es mayor que 2,4 mm (0,094 pulg.) uniformemente alrededor de toda la boquilla, se pueden insertar arandelas del tamaño adecuado insertado entre la plantilla y la boquilla para reducir la dimensión del hueco de la raíz.

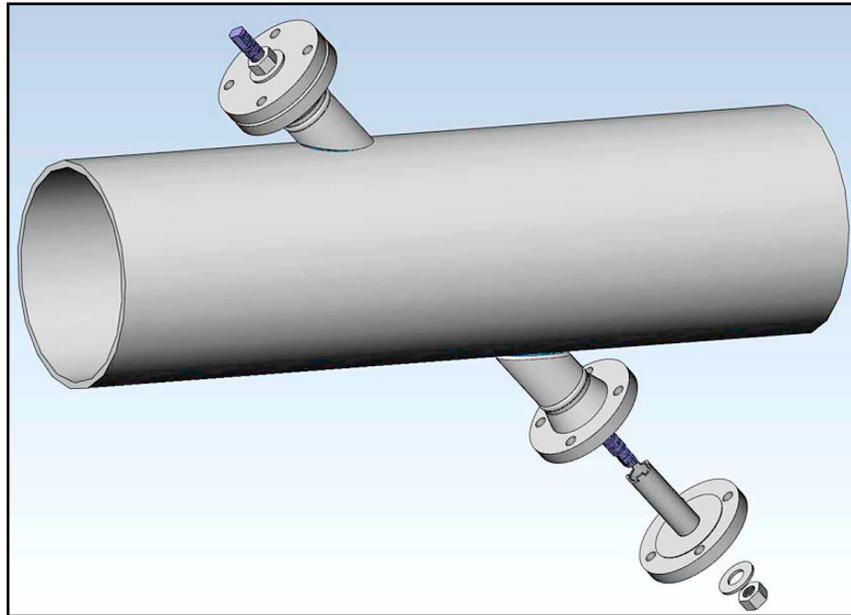


**ADVERTENCIA** Solamente personal cualificado debe soldar los cabezals y las boquillas, utilizando un procedimiento de soldadura cualificado ASME IX adecuado. Deben observarse todos los códigos de seguridad aplicables.

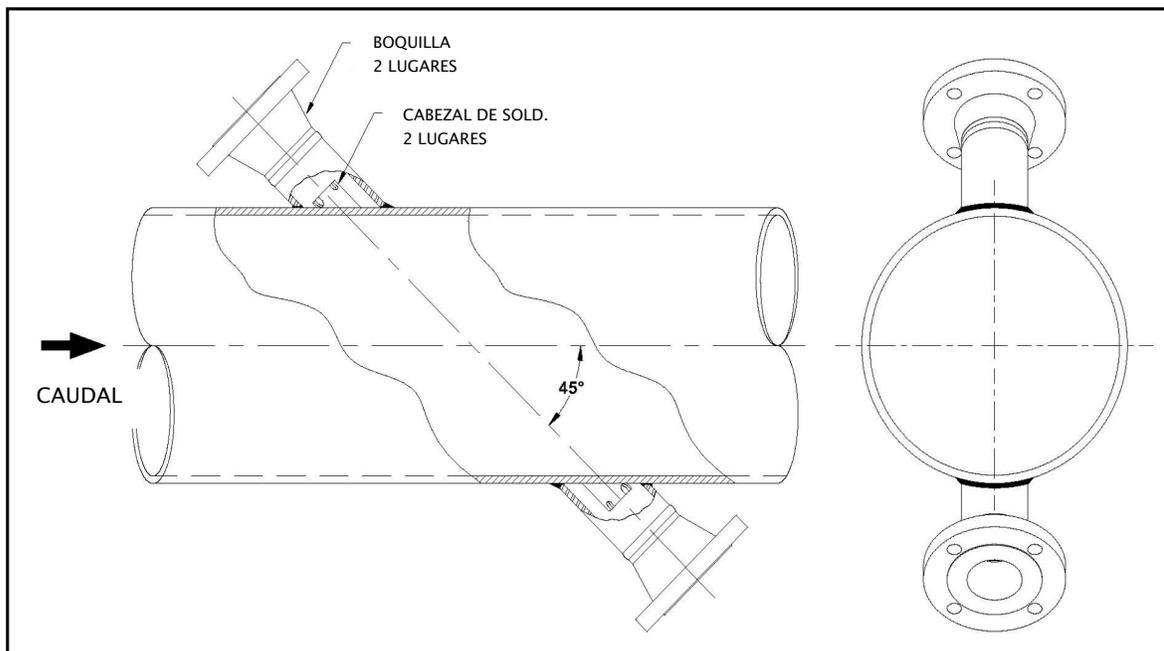
5. Soldar la boquilla a la tubería en cuatro puntos diametralmente opuestos, cada punto de aproximadamente 15 mm (0,2 pulg) de longitud. Deje que la soldadura se enfríe durante 30 segundos entre los puntos de soldadura.
6. Complete la pasada de raíz y las siguientes pasadas de relleno según sea necesario.
7. Deje que la soldadura se enfríe y, a continuación, retire la tuerca, la arandela, la plantilla y la varilla roscada.

### 1.26 Instalación del segundo cabezal de soldadura y boquilla

Utilizando los mismos procedimientos utilizados para instalar el primer cabezal de soldadura y la boquilla, instale el segundo cabezal de soldadura y la boquilla en la posición marcada en la tubería.



La instalación completada debe tener el aspecto que se muestra a continuación.



## 1.2.7 Roscado en caliente de la tubería

**Nota:** *La toma en caliente de una instalación inclinada 45° sólo es posible para el rango de velocidad estándar (100 m/s, 328 pies/s). Para el rango de velocidad ampliado (120 m/s, 394 pies/s), sólo es posible la derivación en caliente del tamaño de tubería de 4".*



**¡ADVERTENCIA!** Las derivaciones en caliente sólo deben ser realizadas por personal cualificado. Siga todos los códigos y prácticas de seguridad aplicables durante estos procedimientos.

### 1.2.7.1 Roscado en caliente para bridas de 3"

Para roscar en caliente la tubería para bridas de 3", siga los siguientes pasos:

1. Obtenga dos válvulas de aislamiento bridadas de 3 pulg. ANSI adecuadas. Las válvulas deben ser del tipo de paso total con bridas RF de 150# y una longitud cara a cara de 8 pulg. o bridas RF de 300# y una longitud cara a cara de 11,125 pulg.
2. Instale una de las válvulas de aislamiento, incluyendo una junta adecuada, en cada una de las boquillas. Fije las válvulas con pernos y tuercas de 5/8 pulg. para bridas de 150# o pernos y tuercas de 3/4 pulg. para bridas de 300#.
3. Oriente los mangos de las válvulas de aislamiento para minimizar las interferencias durante el funcionamiento de las válvulas.
4. Perfore los orificios de la tubería con una máquina de perforación en caliente equipada con una broca de 19,05 mm (3/4 pulg.).
5. A continuación, utilice una sierra de corona para cortar un agujero con un diámetro de 2,36 pulg. (60 mm) como mínimo a 2,875 pulg. (73 mm) como máximo.

### 1.2.7.2 Roscado en caliente para bridas de 2"

Para roscar en caliente la tubería para bridas de 2", siga los siguientes pasos:

1. Obtenga dos válvulas de aislamiento bridadas de 2 pulg. ANSI adecuadas. Las válvulas deben ser del tipo de paso total con bridas RF de 150# y una longitud cara a cara de 7 pulg. o bridas RF de 300# y una longitud cara a cara de 8,50 pulg.
2. Instale una de las válvulas de aislamiento, incluyendo una junta adecuada, en cada una de las boquillas. Fije las válvulas con pernos y tuercas de 5/8 pulg.
3. Oriente los mangos de las válvulas de aislamiento para minimizar las interferencias durante el funcionamiento de las válvulas.
4. Perfore los orificios de la tubería con una máquina de perforación en caliente equipada con una broca de 19,05 mm (3/4 pulg.).
5. A continuación, utilice una sierra de corona para cortar un orificio con un diámetro de 1,81 pulg. (46 mm) como mínimo a 1,89 pulg. (48 mm) como máximo.

## 1.2.8 Roscado en frío de la tubería



**¡ADVERTENCIA!** El roscado en frío sólo debe ser realizado por personal cualificado. Siga todos los códigos y prácticas de seguridad aplicables durante estos procedimientos.

El procedimiento de roscado en frío es el mismo que el procedimiento de roscado en caliente descrito anteriormente para una instalación de rango de velocidad estándar (100 m/s, 328 pies/s). Excepto para el tamaño de tubería de 4 pulgadas, el roscado en frío sólo puede realizarse antes de instalar la válvula de aislamiento. La máquina de roscado en caliente se utiliza directamente en las boquillas, y las válvulas de aislamiento se añaden una vez finalizado el proceso de roscado.

## Chapter 2. Instalación de las válvulas de aislamiento

Este capítulo proporciona instrucciones para instalar una válvula de aislamiento en una boquilla para aplicaciones que utilizan el mecanismo de inserción de gas de antorcha.

**Nota:** La instalación de las válvulas de aislamiento puede haberse realizado ya durante la operación de roscado en caliente.

### 2.1 Instalación sesgada a 90° (rango de velocidad estándar o ampliado)

#### 2.1.1 Para bridas de 3 pulgadas

1. Obtenga dos válvulas de aislamiento bridadas de 3 pulg. ANSI adecuadas. Las válvulas deben ser del tipo de paso total con bridas RF de 150# y una longitud cara a cara de 8 pulg. o bridas RF de 300# y una longitud cara a cara de 11,125 pulg.
2. Instale una de las válvulas de aislamiento, incluyendo una junta adecuada, en cada una de las boquillas. Fije las válvulas con pernos y tuercas de 5/8 pulg. para bridas de 150# o pernos y tuercas de 3/4 pulg. para bridas de 300#.
3. Oriente los mangos de las válvulas de aislamiento para minimizar las interferencias durante el funcionamiento de las válvulas.

#### 2.1.2 Para bridas de 2 pulgadas

1. Obtenga dos válvulas de aislamiento bridadas de 2 pulg. ANSI adecuadas. Las válvulas deben ser del tipo de paso total con bridas RF de 150# y una longitud cara a cara de 7 pulg. o bridas RF de 300# y una longitud cara a cara de 8,50 pulg.
2. Instale una de las válvulas de aislamiento, incluyendo una junta adecuada, en cada una de las boquillas. Fije las válvulas con pernos y tuercas de 5/8 pulg.
3. Oriente los mangos de las válvulas de aislamiento para minimizar las interferencias durante el funcionamiento de las válvulas.

### 2.2 Instalación inclinada a 45° (rango de velocidad estándar)

#### 2.2.1 Para bridas de 3 pulgadas

1. Obtenga dos válvulas de aislamiento bridadas de 3 pulg. ANSI adecuadas. Las válvulas deben ser del tipo de paso total con bridas RF de 150# y una longitud cara a cara de 8 pulg. o bridas RF de 300# y una longitud cara a cara de 11,125 pulg.
2. Instale una de las válvulas de aislamiento, incluyendo una junta adecuada, en cada una de las boquillas. Fije las válvulas con pernos y tuercas de 5/8 pulg. para bridas de 150# o pernos y tuercas de 3/4 pulg. para bridas de 300#.
3. Oriente los mangos de las válvulas de aislamiento para minimizar las interferencias durante el funcionamiento de las válvulas.

#### 2.2.2 Para bridas de 2 pulgadas

1. Obtenga dos válvulas de aislamiento bridadas de 2 pulg. ANSI adecuadas. Las válvulas deben ser del tipo de paso total con bridas RF de 150# y una longitud cara a cara de 7 pulg. o bridas RF de 300# y una longitud cara a cara de 8,50 pulg.
2. Instale una de las válvulas de aislamiento, incluyendo una junta adecuada, en cada una de las boquillas. Fije las válvulas con pernos y tuercas de 5/8 pulg.
3. Oriente los mangos de las válvulas de aislamiento para minimizar las interferencias durante el funcionamiento de las válvulas.

### 2.3 Instalación inclinada a 45° (rango de velocidad ampliado)

**Nota:** La válvula aguas arriba y el transductor se instalan sin cuñas, como se describe en el apartado anterior.

Para instalar la válvula de aislamiento aguas abajo, se requieren los elementos que se muestran en la Figura 3 a continuación.



**Figura 3: Piezas para la instalación de la válvula de aislamiento con brida RF 150**

1. Inserte los cuatro pernos en los orificios de la brida de la boquilla.
2. Con la marca del lado de la tuerca mirando hacia la tubería, coloque las mitades del espaciador de perno dividido sobre los pernos detrás de la brida, con los extremos delgados correspondientes a lo que será el lado más grueso de la otra cuña (consulte la Figura 4 a continuación).

**Nota:** *Las posiciones de las cuñas se basan en la necesidad de inclinar el transductor 6° contra el flujo.*



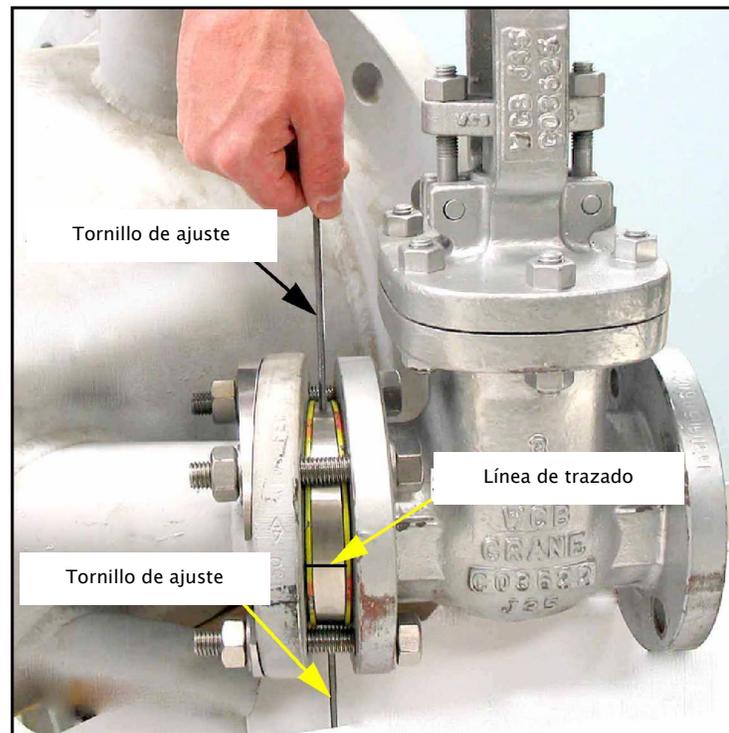
**Figura 4: Posiciones de los pernos de montaje, los separadores de pernos, la cuña y las juntas**

3. Con la marca de la cara de la boquilla mirando hacia la tubería y la marca de la cara de la válvula mirando hacia fuera, mantenga la combinación junta/cuña/junta alineada con el orificio de inserción y orientada como se muestra en la Figura 4 de la página 28.
4. Mientras una persona mantiene las juntas y las cuñas en su sitio, otra debe alinear los orificios de montaje de la válvula de aislamiento con los pernos de la brida de la boquilla, empujar la válvula de aislamiento contra la combinación de junta/cuña/junta e instalar las arandelas y las tuercas para fijar la válvula de aislamiento a la brida de la boquilla (véase la figura 5 a continuación).



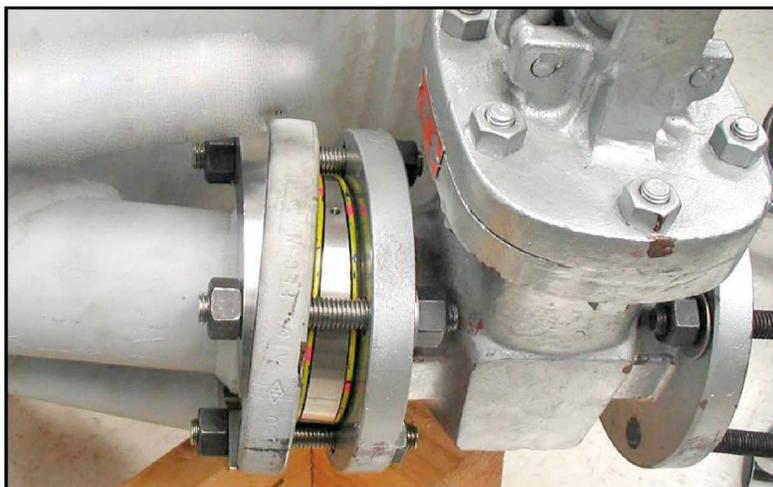
**Figura 5: Montaje de la válvula de aislamiento**

5. Inserte los dos tornillos de ajuste en los orificios roscados de la cuña de 6° (véase la figura 6 a continuación) y utilícelos para girar la cuña hasta que la línea de trazado quede centrada entre los dos tornillos.



**Figura 6: Ajuste de la posición de la cuña**

- Una vez que la cuña esté colocada correctamente, utilice dos llaves para apretar los herrajes y fijar la válvula de aislamiento a la boquilla. A continuación, retire los tornillos de ajuste de la cuña.



**Figura 7: Instalación completa de la válvula de aislamiento**

**Nota:** La válvula aguas arriba y el transductor se instalan sin cuñas, como se describe en el apartado anterior.

## Capítulo 3. Instalación de los conjuntos transductores

### 3.1 Introducción

Los transductores y sus conjuntos de soporte se instalan en un cuerpo de contador, que es una sección de tubería que contiene los puertos para montar los conjuntos de transductor. El cuerpo del flujómetro puede ser prefabricado o creado mediante la instalación de puertos en una tubería existente. Los transductores pueden insertarse en el cuerpo del flujómetro utilizando los siguientes métodos de soporte:

- Mecanismo de inserción de baja presión
- Soporte para cañón
- Soporte con brida

**Nota:** Como ejemplo, este capítulo describe el uso del tipo de mecanismo de inserción de baja presión solamente.

### 3.2 Utilización del mecanismo de inserción a baja presión

**Nota:** El mecanismo de inserción a baja presión está diseñado para la inserción manual (no asistida) del transductor en tuberías de operación a baja presión. El mecanismo utiliza una válvula de aislamiento y un prensaestopas para el sellado.

La inserción de los transductores en la tubería requiere los siguientes pasos:

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



**¡ADVERTENCIA!** El mecanismo de inserción manual se utiliza para aplicaciones de baja presión (80 psig/6,5 bar absolutos o menos). Tome las precauciones de seguridad adecuadas al insertar o retirar el mecanismo de inserción.

#### 3.2.1 Preparativos para la instalación

Antes de empezar, busque una zona de trabajo en la que pueda colocar el mecanismo de inserción en posición vertical sin colocar ningún peso sobre el transductor (por ejemplo, un banco con un recorte lo suficientemente grande como para que el transductor se deslice a través de él).

Necesitará los siguientes elementos para la instalación:

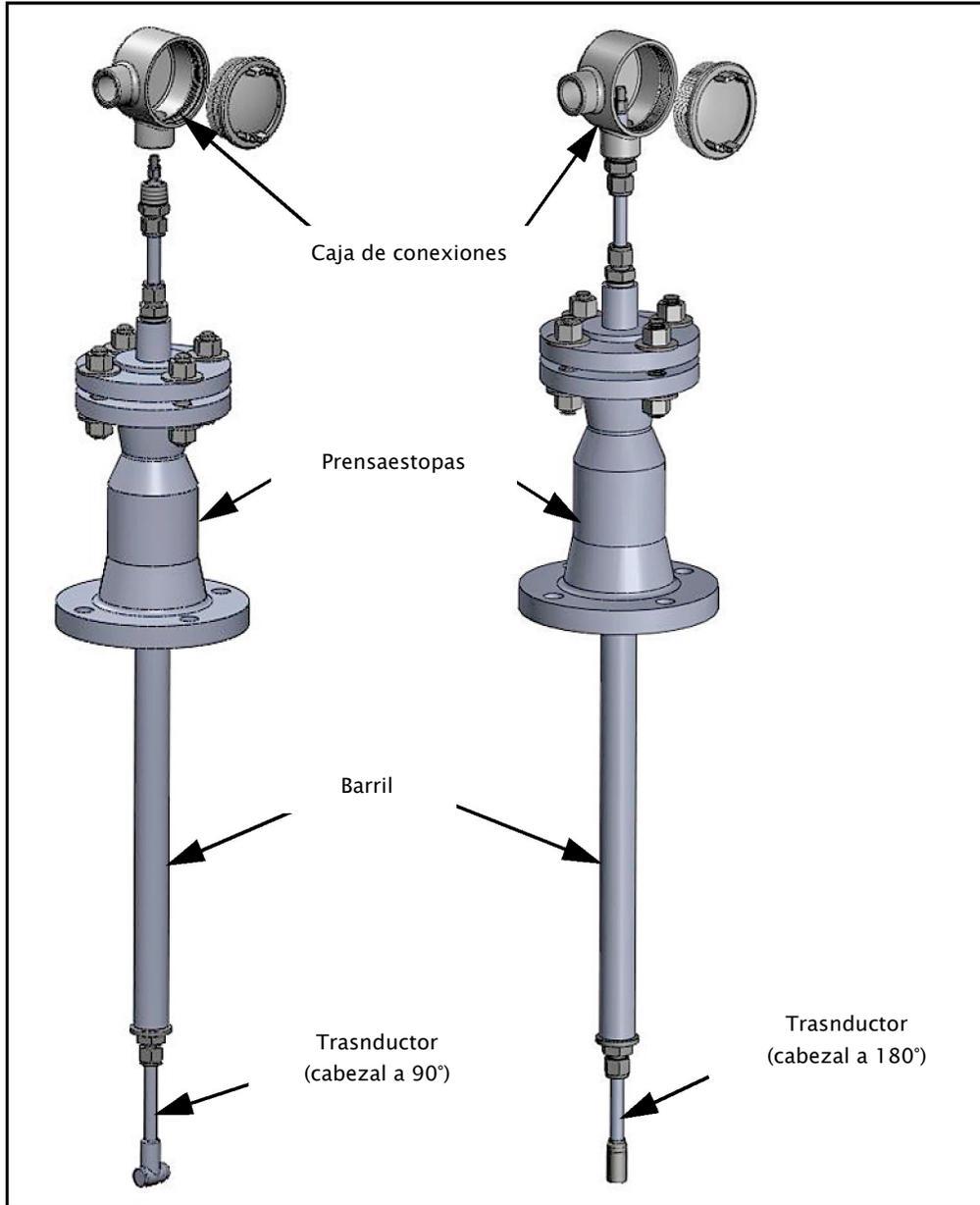
- Una herramienta de embalaje (puede enviarse con el flujómetro)
- Una junta para la válvula de aislamiento
- Una regla de canto recto
- Una etiqueta para colocar en la válvula de aislamiento
- Pernos

#### 3.2.2 Montaje del mecanismo de inserción

1. Antes de montar el mecanismo de inserción en la válvula de aislamiento, debe familiarizarse con sus componentes (véase la figura siguiente):

- Caja de conexiones
- Barril
- Prensaestopas
- Transductor

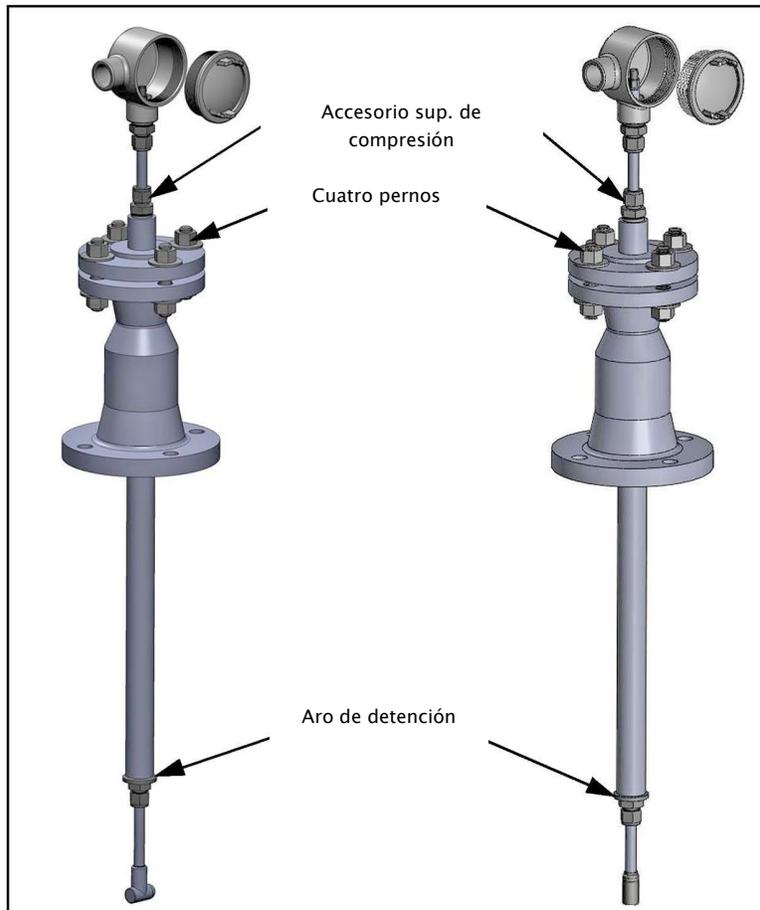
**Nota:** Las cajas de conexiones antideflagrantes no están premontadas en el extremo del transductor cuando se envía.



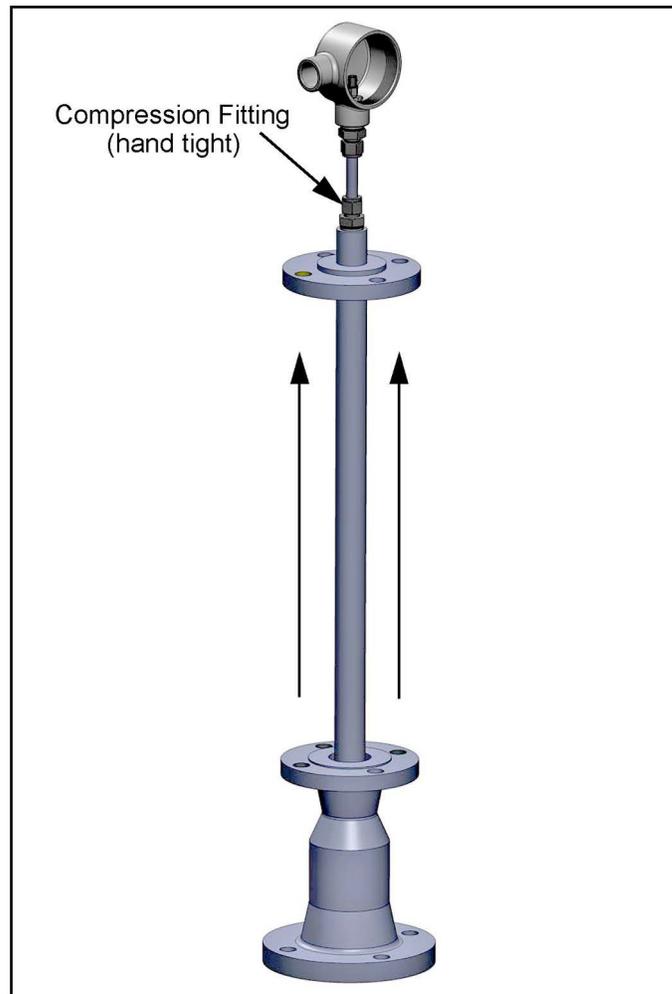
2. Inspeccione visualmente el transductor y asegúrese de que el accesorio de compresión superior no está suelto.

**IMPORTANTE:** El anillo de tope en el extremo del barril debe estar suelto. NO apriete el accesorio de compresión o podría cambiar la alineación del transductor.

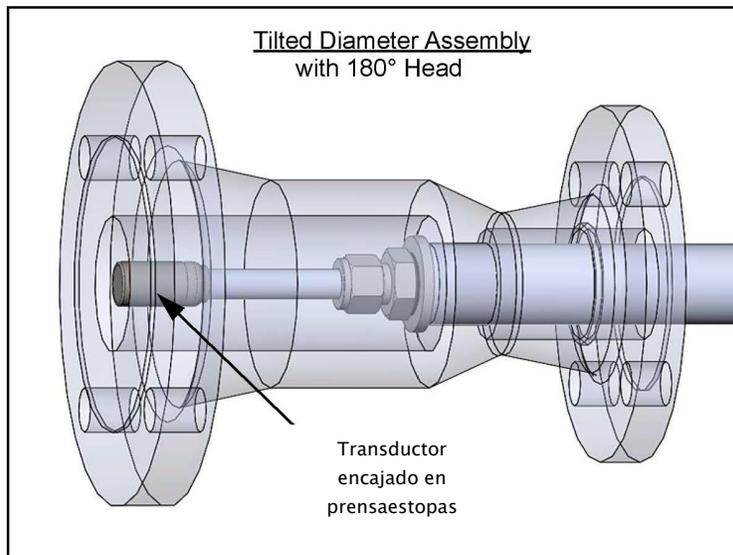
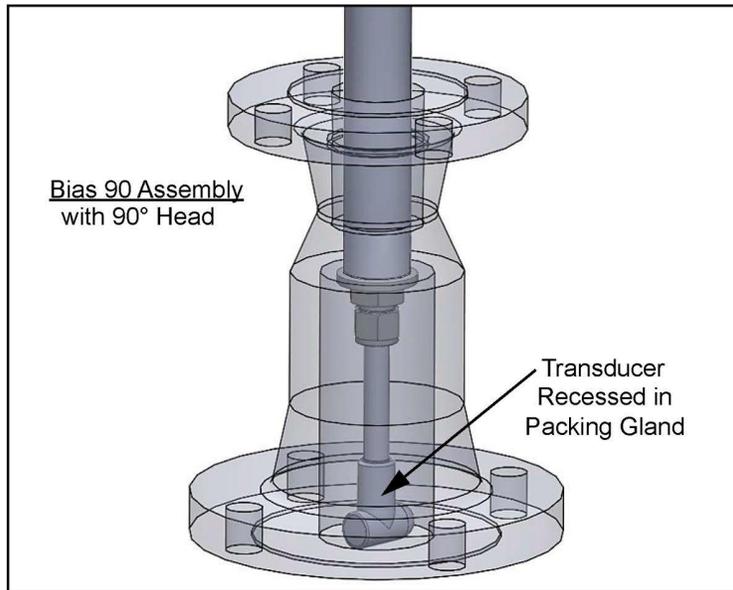
3. Retire los cuatro pernos que sujetan el cañón al prensaestopas.



4. Extraiga el barril del prensaestopas de forma que el cabezal del transductor quede encastrado en el prensaestopas. Oirá que el anillo de tope encaja en su sitio cuando el transductor esté completamente encajado.

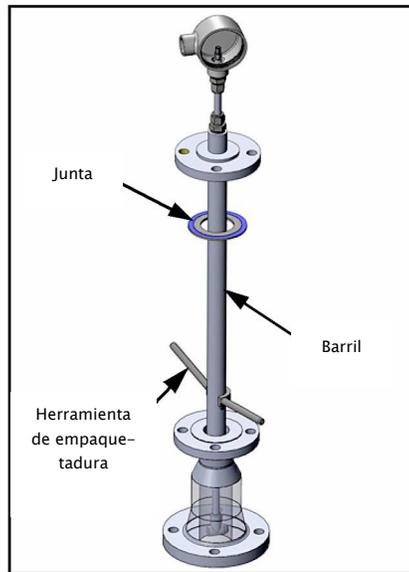


5. Inspeccione visualmente el mecanismo. Asegúrese de que el transductor está encajado en el prensaestopas. Una vez más, asegúrese de que el accesorio de compresión superior esté bien sujeto y apretado a mano.

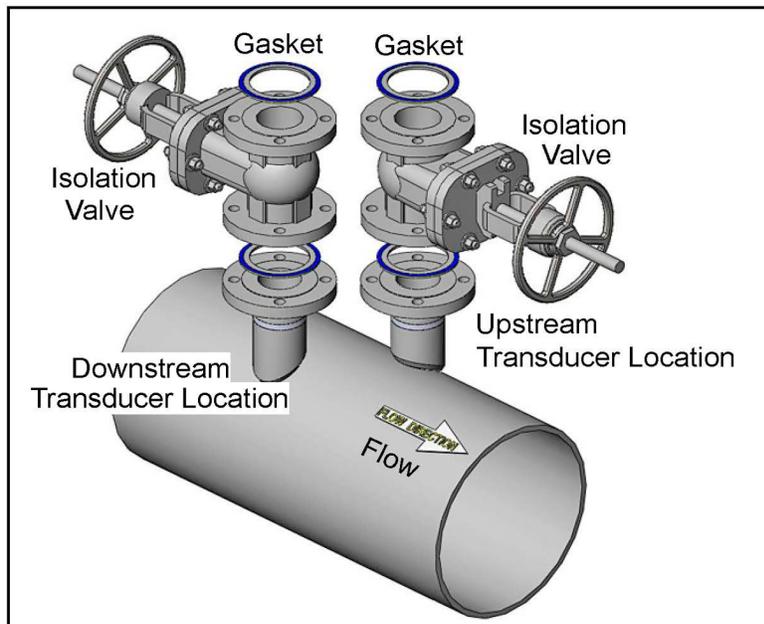


### 3.3 Montaje del mecanismo de inserción Con sesgo de 90°/conjunto transductor

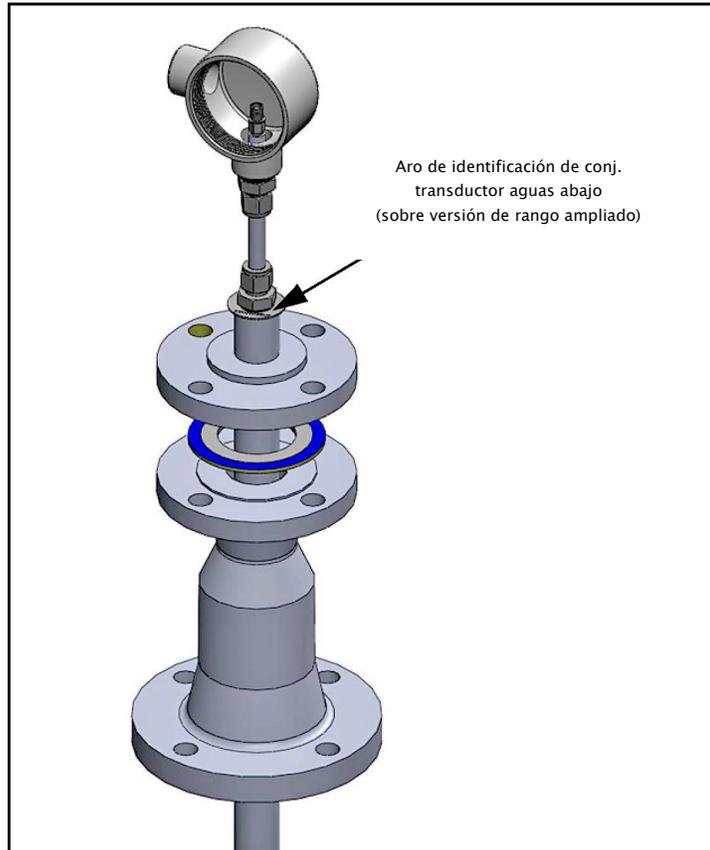
1. Levante la junta e inserte la herramienta de empaquetadura en la tuerca de empaquetadura. Girando la herramienta de empaquetadura en el sentido de las agujas del reloj, apriete el material de empaquetadura para que el cañón se mantenga levantado sin apoyo.



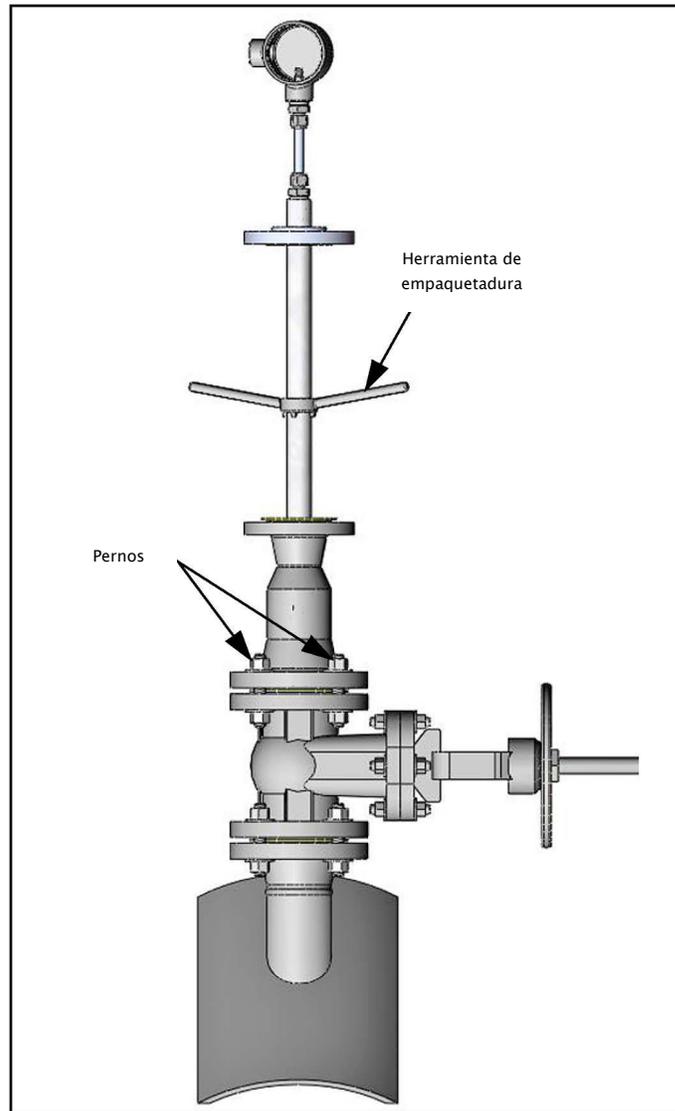
2. Verifique que las válvulas de aislamiento estén bien instaladas con juntas y tornillería. A continuación, coloque una junta en la cara de cada válvula de aislamiento.



3. Identifique las boquillas aguas arriba y aguas abajo de la siguiente manera:
  - Para una aplicación de rango de velocidad estándar, las boquillas aguas arriba y aguas abajo son intercambiables, ya que el sistema es bidireccional.
  - Para una aplicación de rango de velocidad ampliado, el sistema no es bidireccional. Anote qué boquilla está designada como aguas arriba y cuál como aguas abajo en la tubería. A continuación, identifique los conjuntos de mecanismos de inserción aguas arriba y aguas abajo. El conjunto aguas abajo está etiquetado con un anillo marcado como "Downstream" en el extremo del conjunto, cerca de la caja de conexiones (véase la figura siguiente).
4. Proceda con el montaje aguas arriba o aguas abajo.
5. Levante el mecanismo de inserción por el barril y coloque el mecanismo de inserción en la válvula de aislamiento.



6. Alinee los orificios de la brida y atornille el prensaestopas a la válvula de aislamiento.



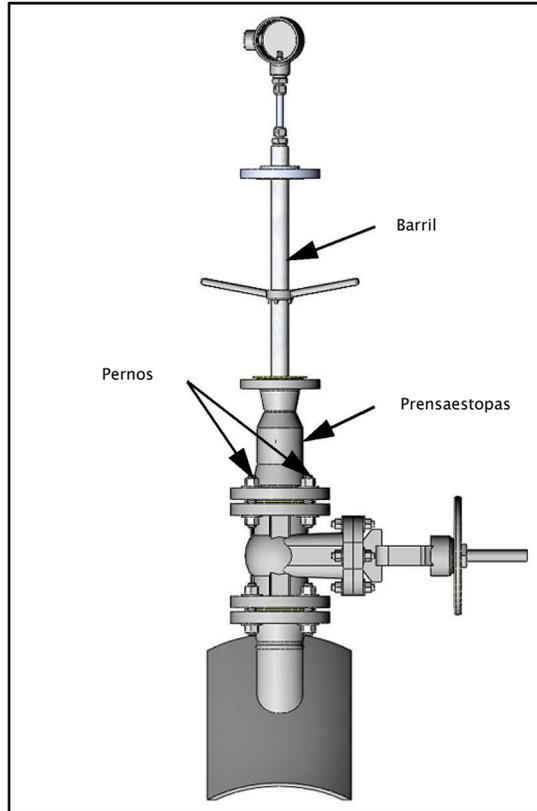
7. Utilizando la herramienta de empaquetadura, apriete de nuevo la tuerca de empaquetadura de modo que la tuerca quede embutida.



**¡ADVERTENCIA!** El material de empaquetadura debe estar bien empaquetado antes de abrir la válvula de aislamiento.

### 3.4 Inserción del transductor con sesgo de 90 en la tubería

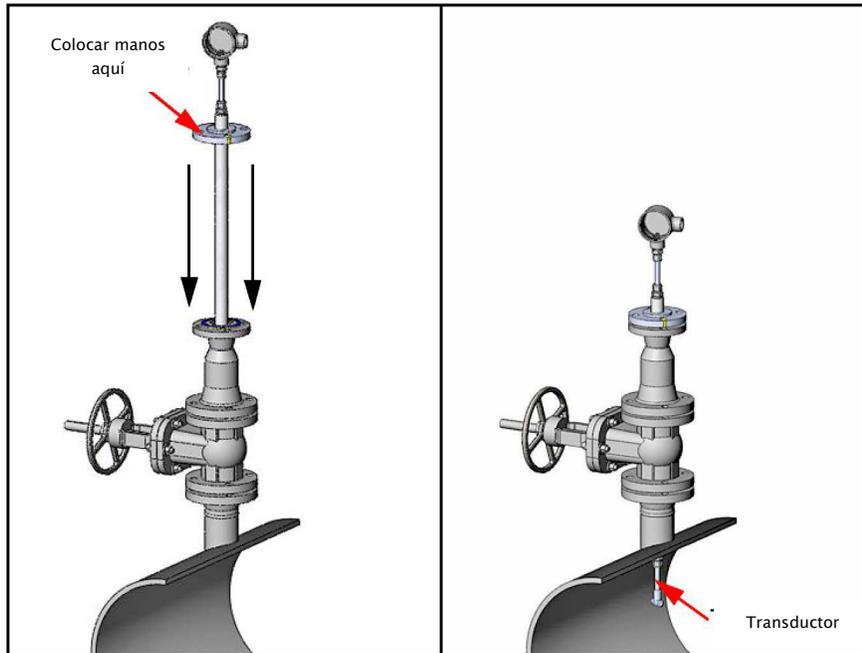
1. Antes de abrir la válvula de aislamiento, verifique cuidadosamente lo siguiente:
  - El cañón se tira hacia arriba tanto como puede ir
  - Todos los pernos están asegurados
  - La cabeza del transductor está empotrada en el prensaestopas



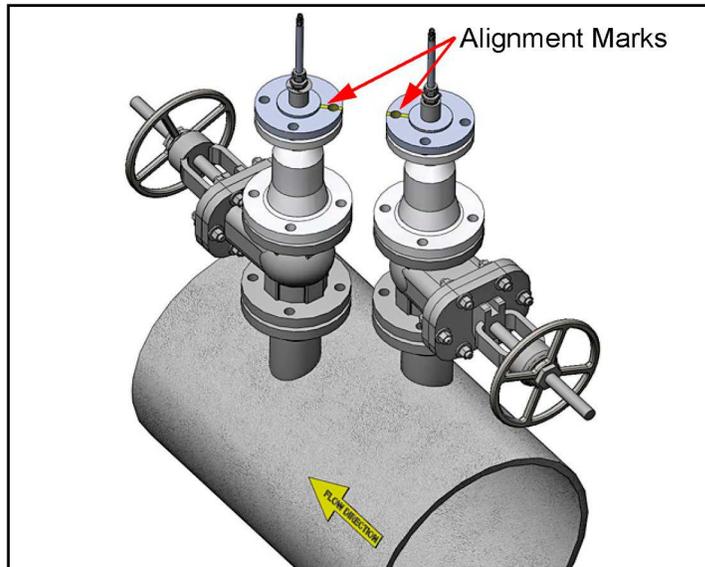
**¡ADVERTENCIA!** Siga todos los códigos y prácticas de seguridad aplicables antes de abrir la válvula de aislamiento.

2. Abra la válvula de aislamiento.

3. Colocando las manos encima del cilindro, empuje el cilindro/transductor hacia abajo en la tubería de modo que la brida del cilindro y la brida del prensaestopas se encuentren. Es posible que tenga que girar el cilindro para que se mueva.

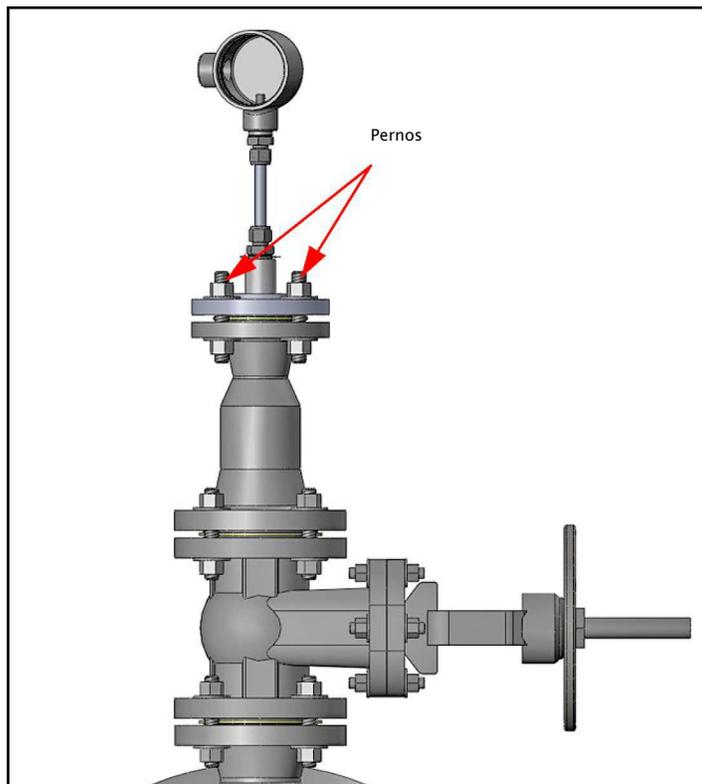


4. Para esta configuración con sesgo de 90, oriente las marcas de alineación de cada brida del cañón de modo que queden enfrentadas. La marca de alineación, que está marcada con pintura amarilla, está trazada en la parte superior y exterior de la brida.



5. Coloque dos tornillos en la brida en orificios opuestos, pero no en el orificio con la marca de trazado. A continuación, apriete las tuercas a mano.

**Nota:** **NO** inserte los pernos restantes hasta que se le indique en la sección siguiente.



6. Instale el segundo mecanismo de inserción repitiendo los pasos de las dos secciones anteriores. Una vez instalado el segundo mecanismo de inserción, pase a una de las secciones siguientes:
- "Alineación de los transductores (rango de velocidad estándar)" en la página 42
  - "Alineación de los transductores (rango de velocidad ampliado)" en la página 42

### 3.5 Alineación de los transductores (rango de velocidad estándar)

Para aplicaciones con velocidades de flujo de gas de hasta 100 m/s, alinee los transductores como se indica a continuación:

**Nota:** Estas instrucciones se aplican tanto al conjunto transductor aguas arriba como aguas abajo.e

1. Utilice un borde recto para alinear las marcas de alineación en las dos bridas del cañón.
2. Coloque los pernos restantes en las bridas y apriételos firmemente.
3. Coloque una etiqueta en cada válvula de aislamiento que indique lo siguiente:

**NO OPERE (CIERRE) CUANDO EL TRANSDUCTOR ESTÉ INSERTADO EN LA TUBERÍA.**

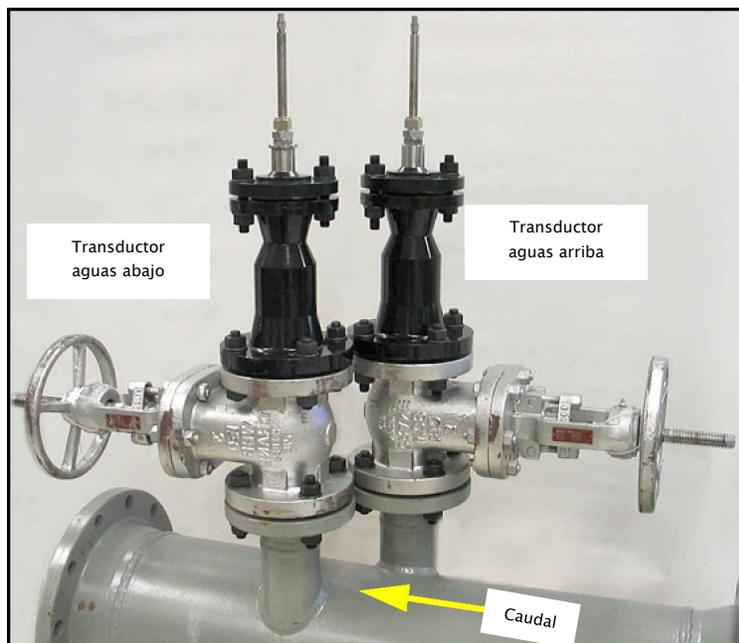
4. Consulte la Guía de puesta en marcha del flujómetro para realizar las conexiones eléctricas del transductor.

### 3.6 Alineación de los transductores (rango de velocidad ampliado)

Para aplicaciones con velocidades de flujo de gas de hasta 120 m/s, alinee los transductores como se indica a continuación:

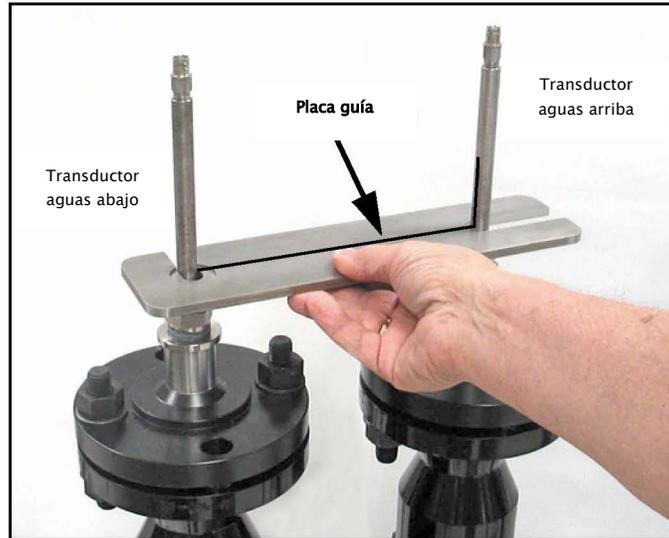
**Nota:** El transductor aguas abajo viene preinstalado de fábrica en el cañón del mecanismo de inserción aguas abajo, para desplazar la dirección de la señal 6° con respecto a la señal del transductor aguas arriba.

1. Compruebe que el transductor aguas abajo está situado a la derecha para una persona que mire desde el extremo aguas abajo de la tubería (véase la Figura 8 a continuación). Póngase en contacto con Panametrics si la ubicación de los puertos no sigue esta convención.



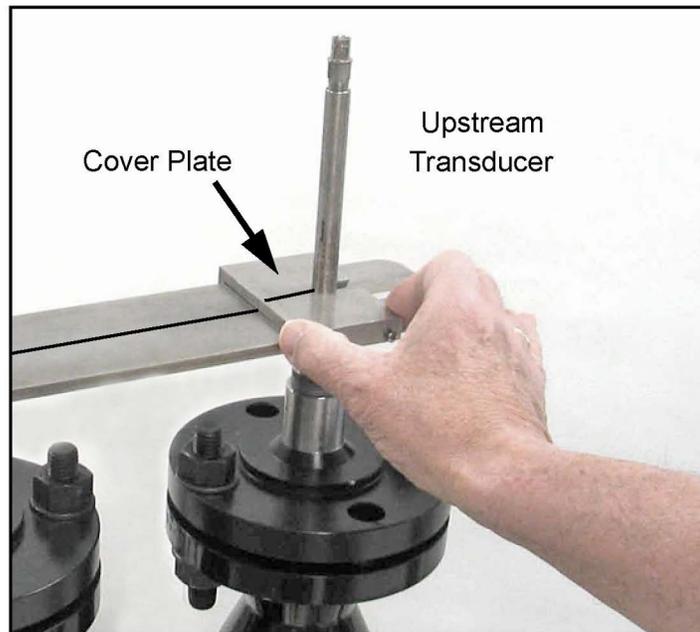
**Figura 8: Instalación del transductor de alcance ampliado**

- Deslice la ranura del extremo de la placa guía alrededor del transductor aguas arriba y gire la placa hasta que la ranura lateral quede alrededor del transductor aguas abajo (véase la figura 9). A continuación, alinee la marca del cilindro del transductor aguas arriba con la marca de la placa guía. Apriete ligeramente los tornillos de la brida del cilindro aguas arriba para mantener la alineación.



**Figura 9: Instalación de la placa guía**

- Coloque la placa de cubierta encima de la placa guía y deslícela todo lo posible hasta que quede colocada alrededor del transductor aguas arriba, como se muestra en la figura 10 siguiente. A continuación, apriete los tornillos para fijarla.



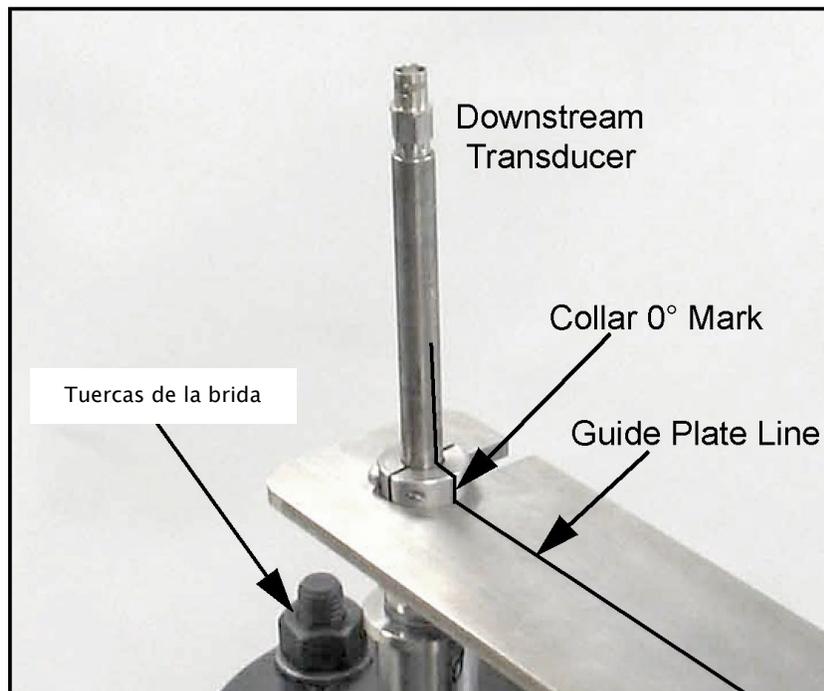
**Figura 10: Instalación de la placa de cubierta**

4. Deslice el collarín de bloqueo sobre el transductor aguas abajo hasta la cavidad situada en la parte superior de la placa guía. Alinee la marca de 6° de la parte superior del collar con la línea del transductor (véase la figura 11). A continuación, apriete los tornillos de fijación del collarín hasta que éste quede fijado al transductor.



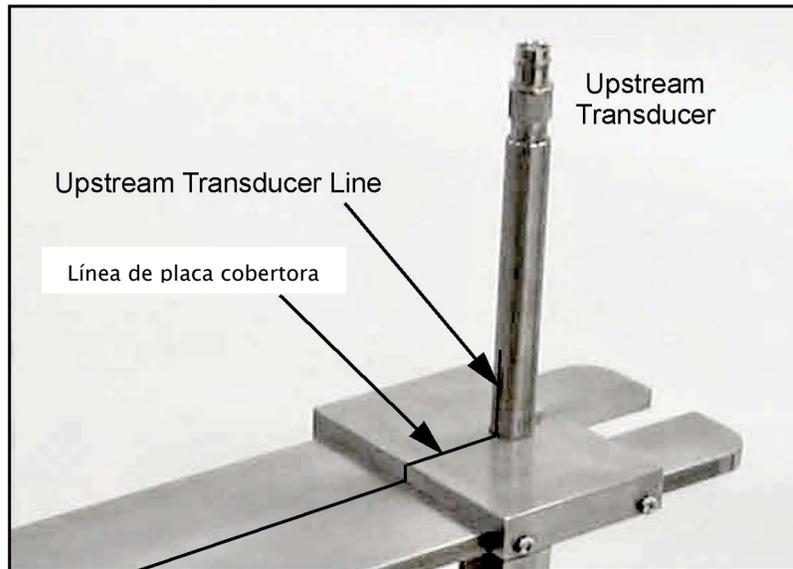
**Figura 11: Instalación del collarín de bloqueo**

5. Compruebe si la marca 0° del lateral del collarín de bloqueo está alineada con la línea de la placa guía. Si no están alineadas, afloje las tuercas de la parte superior de la brida del cañón y gire el conjunto del transductor hasta que las dos líneas estén alineadas (véase la figura 12 a continuación). A continuación, vuelva a apretar las tuercas.



**Figura 12: Marca de 0° del collarín de bloqueo alineada con la línea de la placa guía**

6. Compruebe si la línea del tubo del transductor aguas arriba está alineada con la línea de la placa de cubierta. Si no están alineadas, afloje las tuercas de la parte superior de la brida del cañón y gire el conjunto del transductor hasta que las dos líneas estén alineadas (véase la figura 13 a continuación). A continuación, vuelva a apretar las tuercas.

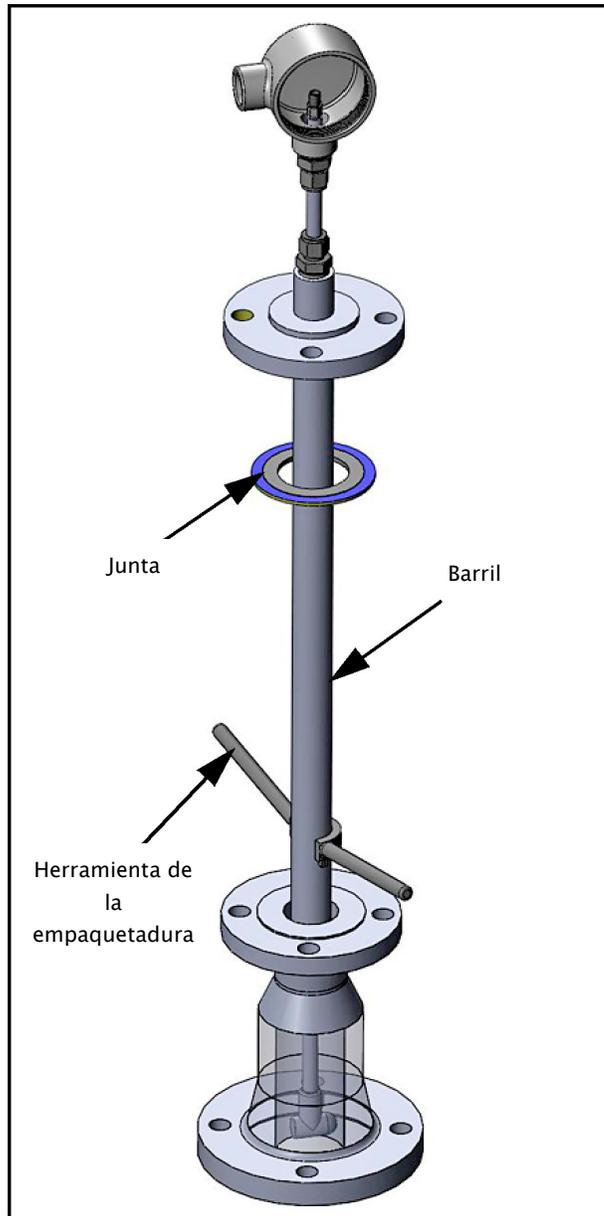


**Figura 13: Marca del transductor aguas arriba alineada con la línea de la placa de cubierta**

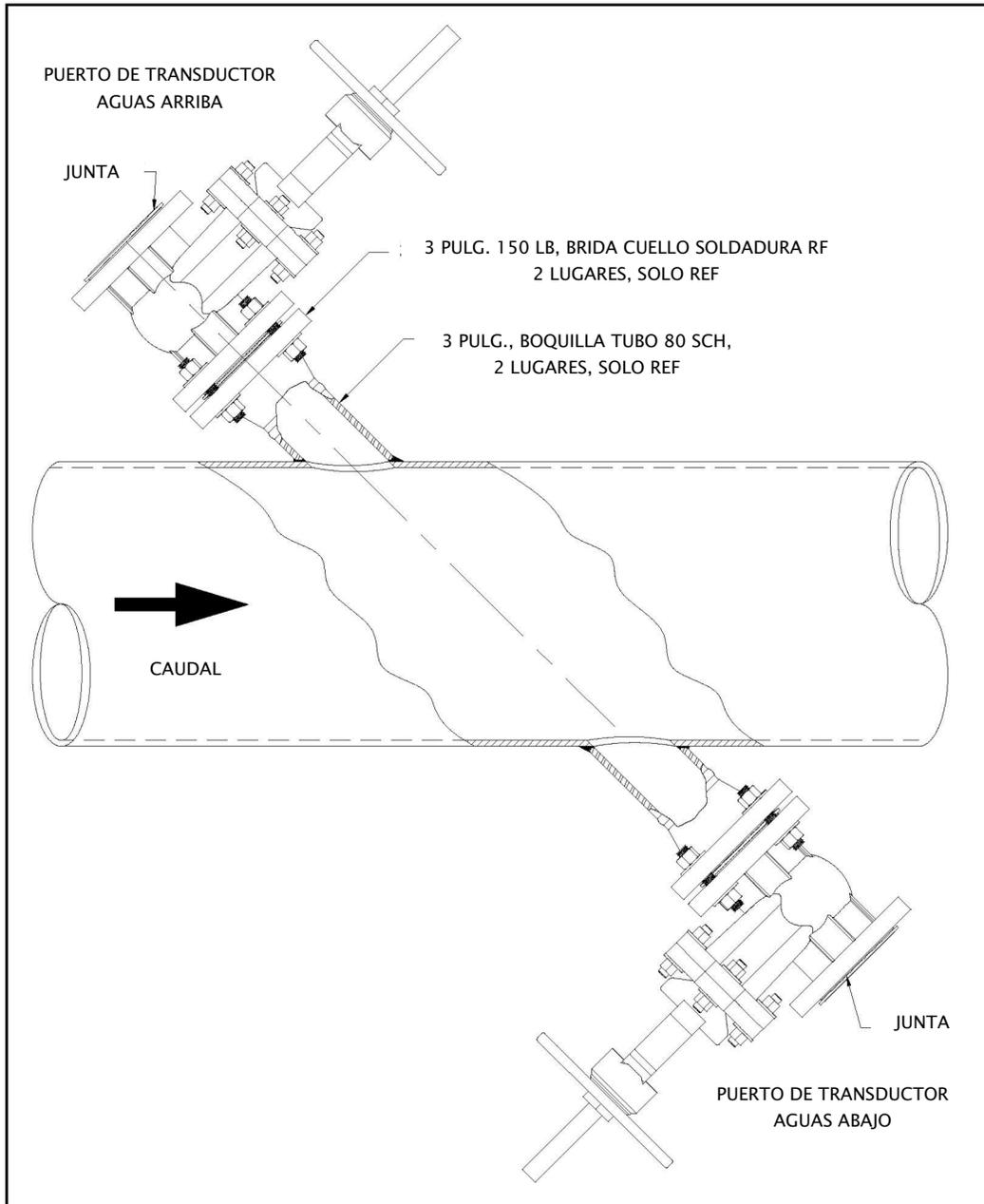
7. Una vez completados los pasos anteriores, retire la placa de cubierta, el collarín de bloqueo y la placa guía de los conjuntos de transductor.
8. Coloque los pernos restantes en las bridas y apriételos firmemente.
9. Coloque una etiqueta en cada válvula de aislamiento que indique lo siguiente:  
**NO OPERE (CIERRE) CUANDO EL TRANSDUCTOR ESTÉ INSERTADO EN LA TUBERÍA.**
10. Consulte la Guía de puesta en marcha del flujómetro para realizar las conexiones eléctricas del transductor.

### 3.7 Montaje del conjunto de mecanismo de inserción/transductor inclinado 45

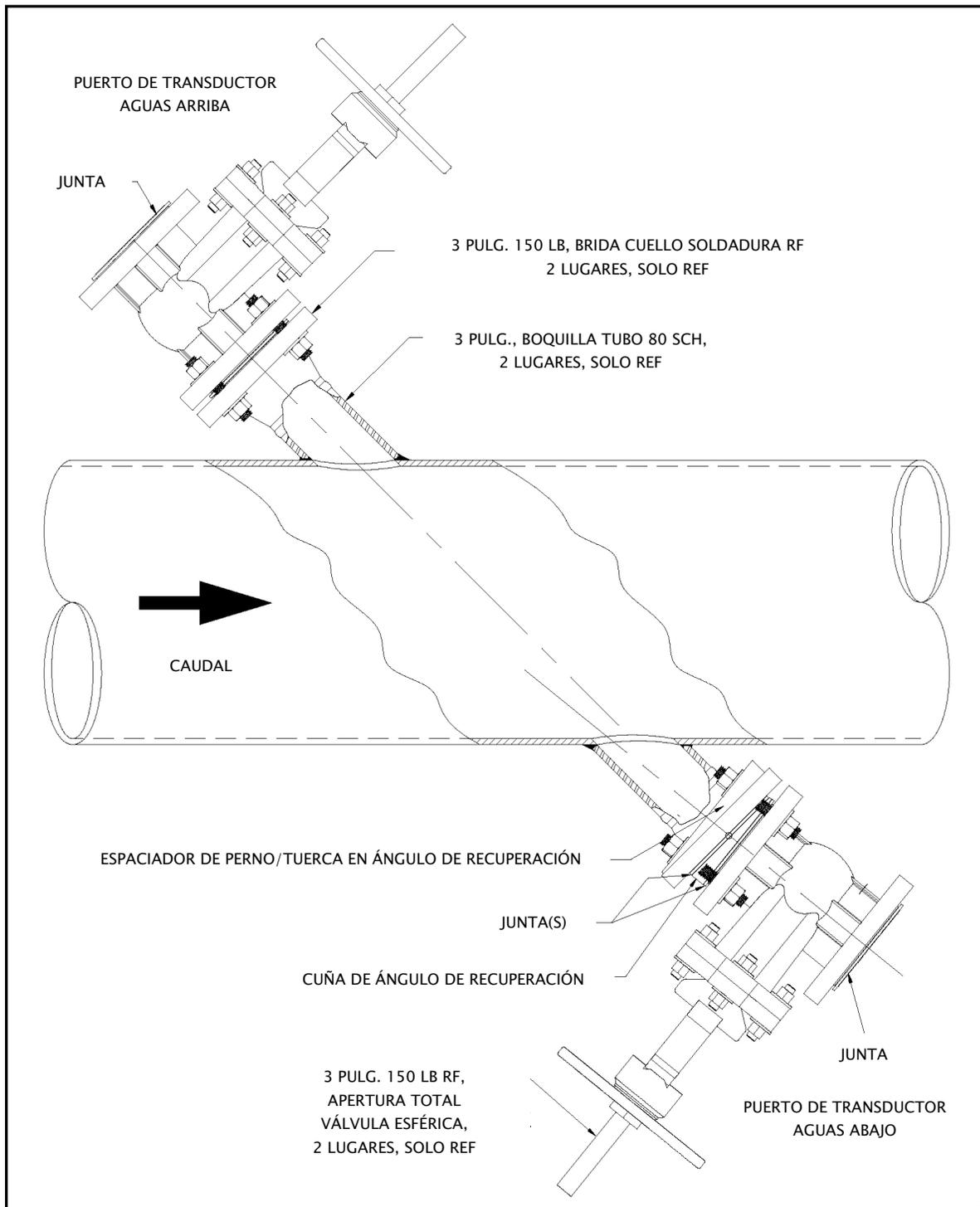
1. Levante la junta e inserte la herramienta de empaquetadura en la tuerca de empaquetadura. Girando la herramienta de empaquetadura en el sentido de las agujas del reloj, apriete el material de empaquetadura para que el cañón se mantenga levantado sin apoyo.



2. Compruebe y asegúrese de que las válvulas de aislamiento están bien instaladas con juntas y tornillería. A continuación, coloque una junta en la cara de cada válvula de aislamiento (consulte la Figura 14 a continuación o la Figura 15 en la página 48).

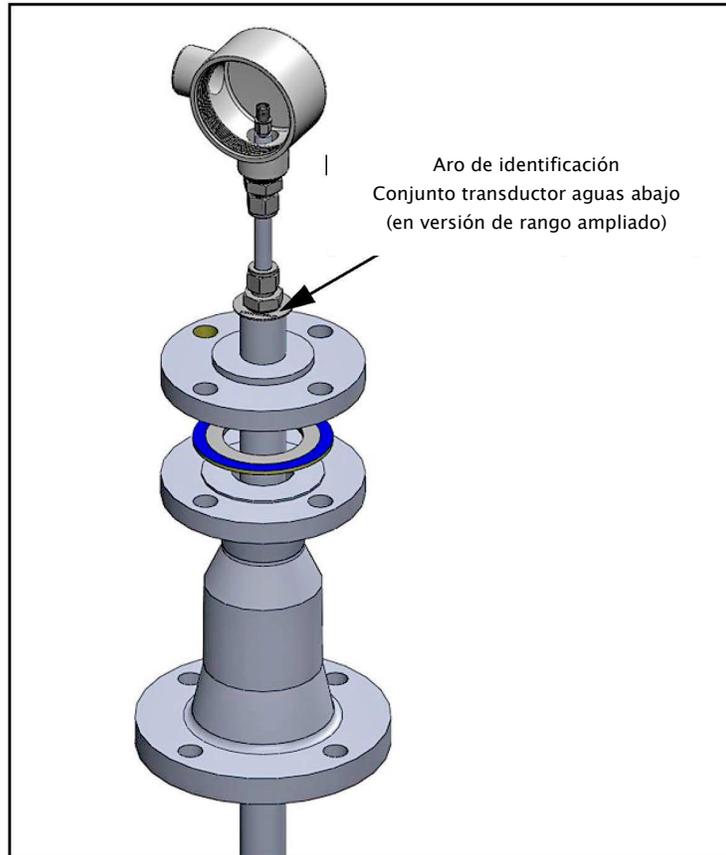


**Figura 14: Montaje estándar de la gama de velocidades**

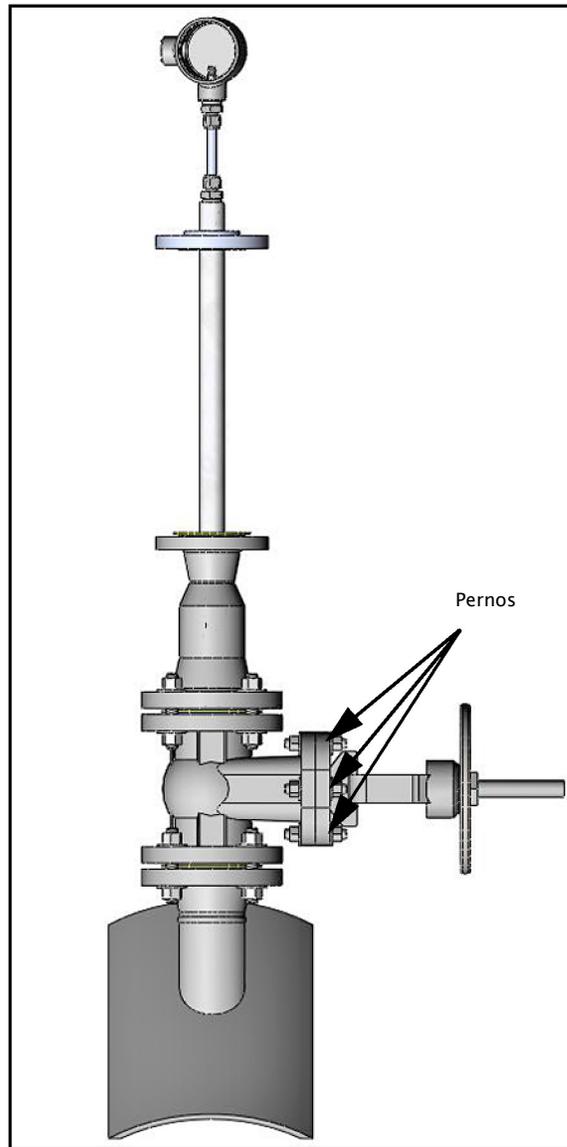


**Figura 15: Conjunto de rango de velocidad ampliado**

3. Identifique las boquillas aguas arriba y aguas abajo de la siguiente manera:
  - Para una aplicación de rango de velocidad estándar, las boquillas aguas arriba y aguas abajo son intercambiables, ya que el sistema es bidireccional.
  - Para una aplicación de rango de velocidad ampliado, el sistema no es bidireccional. Anote qué boquilla está designada como aguas arriba y cuál como aguas abajo en la tubería. A continuación, identifique los conjuntos de mecanismos de inserción aguas arriba y aguas abajo. El conjunto aguas abajo está etiquetado con un anillo marcado como "Downstream" en el extremo del conjunto, cerca de la caja de conexiones (véase la figura siguiente).
4. Proceda con el montaje aguas arriba o aguas abajo.
5. Levante el mecanismo de inserción por el barril y coloque el mecanismo de inserción en la válvula de aislamiento.



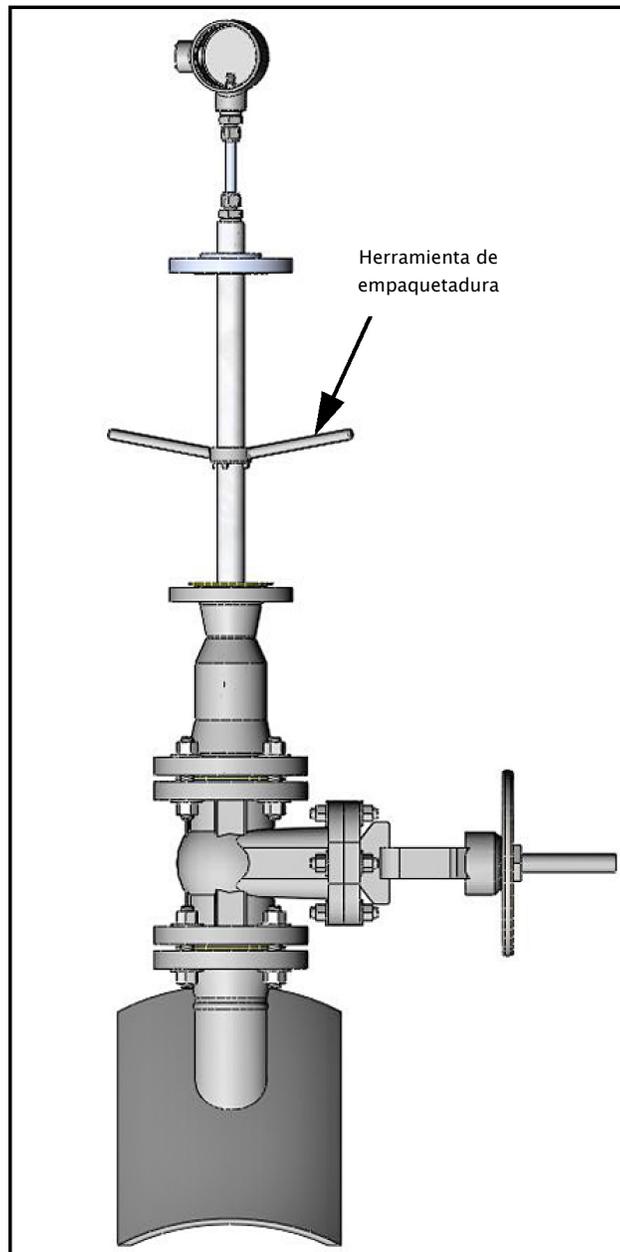
6. Alinee los orificios de la brida y atornille el prensaestopas a la válvula de aislamiento.



7. Utilizando la herramienta de empaquetadura, apriete de nuevo la tuerca de empaquetadura hasta que la tuerca quede embutida.

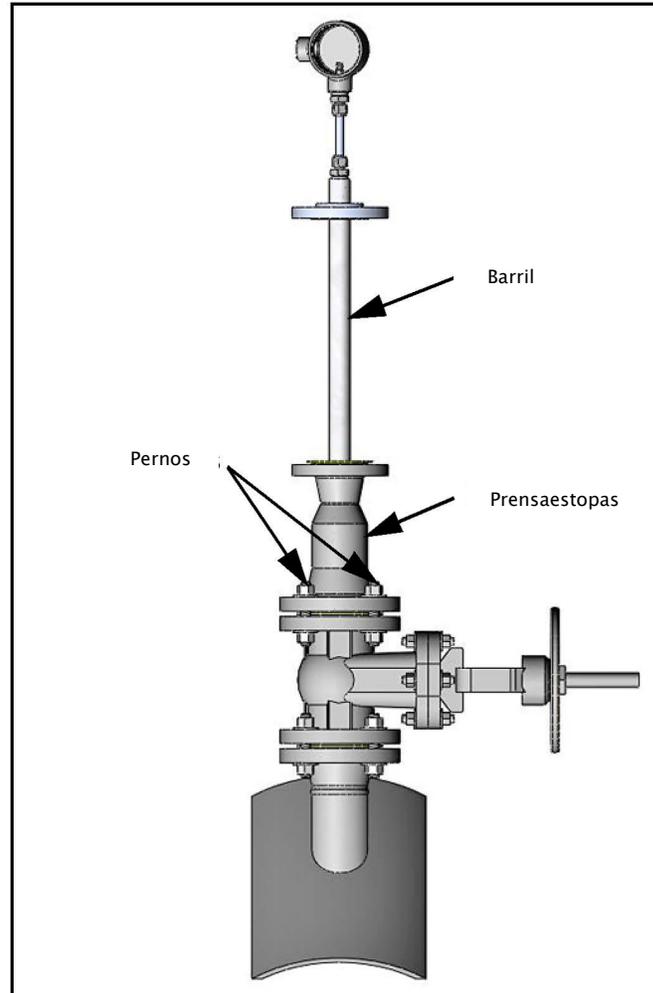


**¡ADVERTENCIA!** El material de empaquetadura debe estar bien empaquetado antes de abrir la válvula de aislamiento.



### 3.8 Inserción del transductor Inclinado a 45 en la tubería

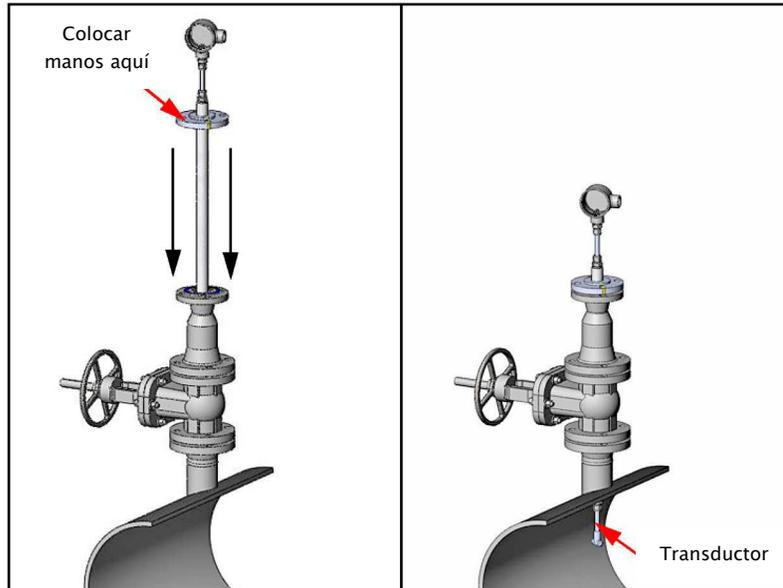
1. Antes de abrir la válvula de aislamiento, verifique cuidadosamente lo siguiente:
  - El cañón se tira hacia arriba tanto como puede ir
  - Todos los pernos están asegurados
  - La cabeza del transductor está empotrada en el prensaestopas.



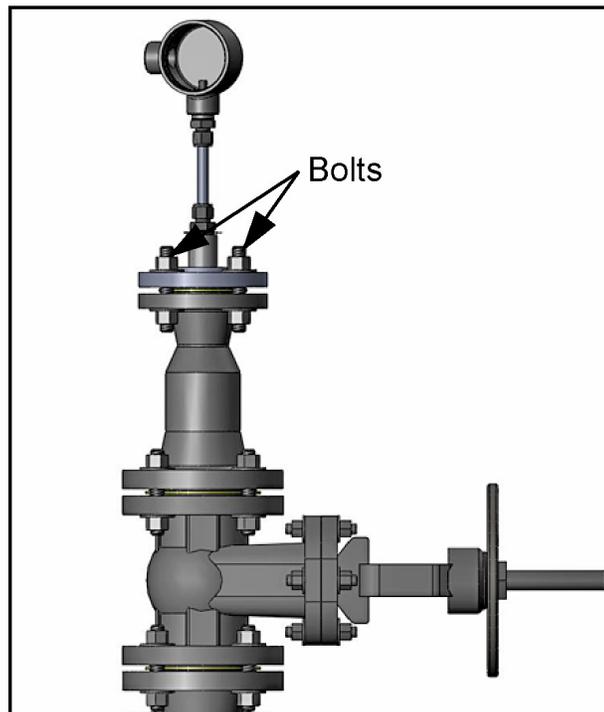
**¡ADVERTENCIA!** Siga todos los códigos y prácticas de seguridad aplicables antes de abrir la válvula de aislamiento.

2. Abra la válvula de aislamiento.

3. Colocando las manos encima del cilindro, empuje el cilindro/transductor hacia abajo en la tubería de modo que la brida del cilindro y la brida del prensaestopas se encuentren. Es posible que tenga que girar el cilindro para que se mueva.



4. Coloque los pernos en la brida que une la brida del cañón con la brida del prensaestopas.
5. Apriete bien los tornillos.



6. Instale el segundo mecanismo de inserción repitiendo los pasos de las secciones anteriores. Confirme que el conjunto del transductor aguas abajo está en el puerto aguas abajo y que el conjunto del transductor aguas arriba está en el puerto aguas arriba.

**Nota:** Los siguientes pasos se aplican por igual a los conjuntos aguas arriba y aguas abajo.

7. Coloque una etiqueta en cada válvula de aislamiento que indique lo siguiente:

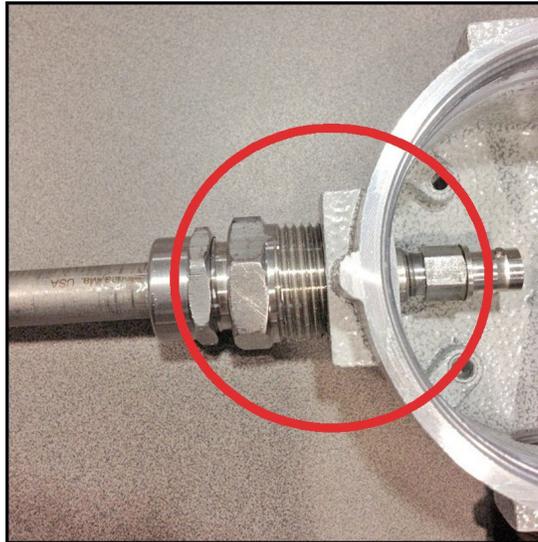
**NO OPERAR (CERRAR)  
CUANDO EL TRANSDUCTOR  
ESTÁ INSERTADO EN LA  
TUBERÍA**

8. Consulte la Guía de puesta en marcha del flujómetro para realizar las conexiones eléctricas del transductor.

### 3.9 Conexión de un XAMP

Esta sección explica cómo instalar y montar correctamente un XAMP en una caja de conexiones de transductores. Se aplica a las tres opciones posibles de caja de conexiones, pero en los pasos siguientes sólo se utiliza como ejemplo una de las opciones de caja de conexiones.

1. Coloque un racor de compresión NPT de 3/4" en el vástago del transductor más cercano al conector BNC.
2. Apriete el racor en uno de los puertos NPT de 3/4" de la caja de conexiones con al menos 5 roscas engranadas. Una vez apretado el racor, asegúrese de que el cabezal BNC del transductor sobresalga ligeramente de los cabezals del tornillo de masa, como se muestra en la figura 16:



**Figura 16: Apriete del reductor NPT**

3. Si el cabezal BNC se extiende demasiado hacia el interior de la caja de conexiones, dificultará la instalación del conjunto al reducir la superficie necesaria para almacenar adecuadamente el cable sobrante. Si el cabezal BNC no está colocado aproximadamente donde se muestra en la figura 16, afloje el accesorio de compresión y ajuste el transductor. A continuación, vuelva a apretar el racor de compresión.

4. Apriete el prensaestopas que sale de la carcasa principal de la electrónica del flujómetro en el otro orificio NPT de 3/4" de la caja de conexiones hasta que haya al menos 5 hilos de encaje (véase la figura 17 a continuación).



**Figura 17: Apriete del prensaestopas**

5. Compruebe que, con el transductor y el prensaestopas montados, la caja de conexiones tiene el aspecto que se muestra en la Figura 18:



**Figura 18: Transductor y prensaestopas montados**

6. Conecte la clavija BNC macho de ángulo recto al cable BNC expuesto del conjunto del prensaestopas, como se muestra en la Figura 19 a continuación.



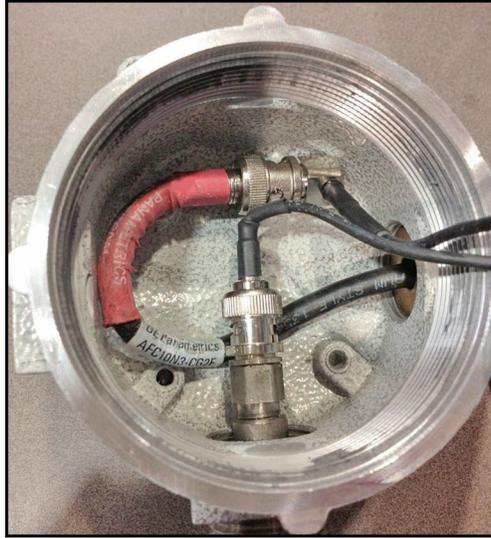
**Figura 19: Conexión del conector BNC al cable**

7. Conecte la clavija BNC hembra del XAMP al cabezal transductor BNC macho, tal y como se muestra en la Figura 20:



**Figura 20: Conector hembra a cabezal macho BNC**

8. Enrolle la longitud extra de cable alrededor del interior de la caja de empalmes de forma que las cabezas BNC no descansen sobre otros cables o entre sí. El montaje debe parecerse al de la figura 21.



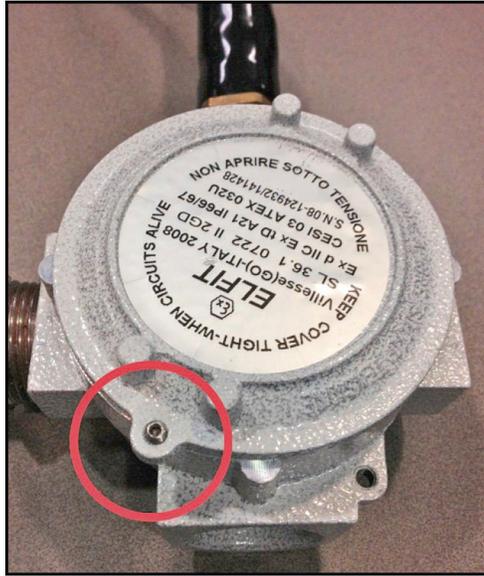
**Figura 21: Cabezas BNC**

9. Coloque el cuerpo del XAMP en la caja de empalmes, apoyando suavemente el disco sobre los cables situados debajo. Para reducir la tensión y el esfuerzo en la unión, asegúrese de que los cables de la XAMP descansan de forma natural según la inclinación en la que salen del epoxi. El XAMP debe permanecer inmóvil, y la tapa de la caja de empalmes debe girar libremente alrededor del XAMP.



**Figura 22: Tapa de la caja de conexiones**

10. Coloque la tapa de la caja de conexiones sobre el XAMP y apriete la tapa hasta que la caja de conexiones quede firmemente cerrada. Enganche el tornillo de fijación (véase la figura 23 a continuación) para fijar la tapa en su



sitio.

**Figura 23: Tornillo de fijación de la caja de conexiones**

**Nota:** Para desconectar o desinstalar el XAMP del conjunto, realice los pasos anteriores en orden inverso.

## Capítulo 4. Especificaciones Especificaciones

### 4.1 Especificaciones físicas del transductor T5/T5 MAX

<b>Aplicaciones:</b>	Área peligrosa, gas de antorcha, gases de hidrocarburos, vapor saturado
<b>Tipo de instalación:</b>	Mojado Estándar: Titanio
<b>Material:</b>	Opcional: Acero inoxidable 316, Monel® o Hastelloy®
<b>Montaje en campo:</b>	Caudalímetro, grifo caliente o frío
<b>Conexión a proceso:</b>	Bridada, de 1,5 pulg. a 3 pulg. (40 mm a 80 mm)
<b>Tipo de soporte:</b>	Mecanismo de inserción
<b>Capacidades del soporte:</b>	150#, 300#, 600# Estándar: 100 kHz
<b>Frecuencia de operación:</b>	Opcional: 50 kHz y 200 kHz
<b>Rango de presión:</b>	0 a 2700 psig Estándar, 0 a 1500 psig para productos certificados para EE.UU./Canadá
<b>Capacidad eléctrica:</b>	200 V pico a pico, 5 mA
<b>Rango de temp. ambiente:</b>	-40° a +140°F (-40° a +60°C)
<b>Rango de temp. de proceso:</b>	-364° a +572°F (-220° a +300°C) -55°C a 150°C sólo para T5 Max

### 4.2 Certificaciones de los transductores T5/T5MAX

**Norteamericano - A  
prueba de explosiones:**



Clase I, División 1, Grupo B, C, D

**Europeo/Internacional  
Ignífugo:**



II 2 G Ex db IIC T6...XX Gb (el código T depende de la temperatura de proceso) Tamb -40° a +140°F (-40° a +60°C)

SIRA 20ATEX10001X, IECEx SIR 20.0006X

**Norteamericano -  
Resistente a la  
intemperie:**



IP66, TIPO 4X  
200Vpp, 5mA

**Europeo/Internacional -  
Resistente a la  
intemperie:**



### 4.3 Condiciones específicas de uso

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

Es responsabilidad del usuario final asegurarse de que el ambiente alrededor del conjunto T5 y T5MAX no supere el ambiente permitido de -40°C a +60°C, independientemente de la temperatura del proceso.

Los transductores T5 y T5MAX fabricados en titanio (donde ff = Ti) son fuentes potenciales de ignición cuando se someten a impactos o fricción, lo que deberá tenerse en cuenta durante la instalación.

Los modelos T5 y T5MAX tienen un revestimiento no conductor que puede generar un nivel de carga electrostática capaz de provocar la ignición en determinadas condiciones extremas. El usuario deberá tomar las precauciones necesarias para minimizar el riesgo de descarga electrostática. Por ejemplo, controlando la humedad ambiental donde esté instalado para minimizar la generación de electricidad estática, con el equipo protegido de la corriente de aire directa 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 T5 y T5MAX depende de la temperatura máxima del proceso (véase la tabla siguiente).

**Tabla 3: Clasificación de temperatura de los modelos T5 y T5MAX**

Modelo (donde aa = T5, T5MAX)	Temperatura de proceso	Clase T
aa-bb-cc-dd-LT-ff-gg-hh-ii-jj-zz	-220 °C a +85 °C	T6
	+85 °C a +100 °C	T5
aa-bb-cc-dd-NT-ff-gg-hh-ii-jj-zz	-55 °C a +85 °C	T6
	+86 °C a +100 °C	T5
	+101 °C a +135 °C	T4
	+136 °C a +150 °C	T3
aa-bb-cc-dd-HT-ff-gg-hh-ii-jj-zz	-50 °C a 85 °C	T6
	+86 °C a +100 °C	T5
	+101 °C a +135 °C	T4
	+136 °C a +200 °C	T3
	+201 °C a +250 °C	T2
aa-bb-cc-dd-XT-ff-gg-hh-ii-jj-zz	-180 °C a 85 °C	T6
	+86 °C a +100 °C	T5
	+101 °C a +135 °C	T4
	+136 °C a +200 °C	T3
	+201 °C a +300 °C	T2

---

## Garantía

Cada instrumento fabricado por Panametrics está garantizado de estar libre de defectos en materiales y mano de obra. La responsabilidad bajo esta garantía se limita a restaurar el instrumento a su funcionamiento normal o a reemplazar el instrumento, a discreción exclusiva de Panametrics. Los fusibles y las baterías están específicamente excluidos de cualquier responsabilidad. Esta garantía es efectiva desde la fecha de entrega al comprador original. Si Panametrics determina que el equipo era defectuoso, el período de garantía es:

- un año a partir de la entrega en caso de fallos electrónicos o mecánicos
- un año desde la entrega para la vida útil del sensor

Si Panametrics determina que el equipo fue dañado por uso indebido, instalación incorrecta, uso de piezas de repuesto no autorizadas o condiciones de funcionamiento fuera de las pautas especificadas por Panametrics, las reparaciones no están cubiertas por esta garantía.

---

**Las garantías aquí establecidas son exclusivas y sustituyen a todas las demás garantías, ya sean legales, expresas o implícitas (incluidas las garantías de comerciabilidad e idoneidad para un fin determinado y las garantías derivadas del curso de los negocios o de los usos comerciales).**

---

## Política de devoluciones

Si un instrumento Panametrics falla dentro del período de garantía, se debe completar el siguiente procedimiento:

1. Notifique el problema a Panametrics, proporcionando todos los detalles del mismo, así como el número de modelo y de serie del instrumento. Si la naturaleza del problema indica la necesidad de servicio de fábrica, Panametrics emitirá una AUTORIZACIÓN DE DEVOLUCION DE MATERIAL (RMA), y se proporcionarán instrucciones de envío para la devolución del instrumento a un centro de servicio.
2. Si Panametrics le indica que envíe su instrumento a un centro de servicio, deberá enviarlo a portes pagados al centro de reparación autorizado indicado en las instrucciones de envío.
3. Una vez recibido, Panametrics evaluará el instrumento para determinar la causa de la avería. A continuación, se tomará una de las siguientes medidas:
  - Si el daño está cubierto por los términos de la garantía, el instrumento se reparará sin coste alguno para el propietario y se le devolverá.
  - Si Panametrics determina que el daño no está cubierto por los términos de la garantía, o si la garantía ha expirado, se proporcionará una estimación del coste de las reparaciones según las tarifas estándar. Una vez recibida la aprobación del propietario para proceder, el instrumento será reparado y devuelto.

[no hay contenido previsto para esta página]



## Centros de atención al cliente

### EE. UU.

The Boston Center  
1100 Technology Park Drive  
Billerica, MA 01821

EE. UU.

Teléfono: 800 833 9438 (gratuito)  
978 437 1000

Correo electrónico: [panametricstechsupport@bakerhughes.com](mailto:panametricstechsupport@bakerhughes.com)

### Irlanda

Sensing House Shannon  
Free Zone East Shannon,  
County Clare Irlanda

Tel: +353 (0)61 470291

Correo electrónico: [panametricstechsupport@bakerhughes.com](mailto:panametricstechsupport@bakerhughes.com)

**Escanee aquí para obtener  
información sobre asistencia y  
servicios de Panametrics**



Copyright 2024 Baker Hughes company.  
Este material contiene una o más marcas  
registradas de Baker Hughes Company y sus filiales  
en uno o más países. Todos los nombres de  
productos y empresas de terceros son marcas  
comerciales de sus respectivos propietarios.

BH045C21 ES G (04/2024)

**Baker Hughes** 