

## **INSTRUCCIONES GENERALES**

Foxboro diseña, fabrica y prueba sus productos de manera que se ajusten a normas nacionales e internacionales. Sin embargo, para que estos productos puedan operar de acuerdo a sus especificaciones normales deben instalarse, usarse y mantenerse de forma adecuada. Las siguientes instrucciones deben adjuntarse e integrarse en el programa de seguridad cuando se instalen, usen o mantengan productos Foxboro.

- Leer y guardar todas las instrucciones antes de instalar y operar el producto.
- Si no entiende algunas de las instrucciones, contacte con su representante de Foxboro para que se las clarifique.
- Seguir cuidadosamente todas las advertencias e instrucciones marcadas o adjuntas al producto.
- Informar al resto del personal acerca de la instalación, el uso y el mantenimiento correctos del producto.
- Instalar el equipo tal y como se especifica en las instrucciones de instalación y de acuerdo con los códigos nacionales y locales. Conectar todos los productos a las corrientes de presión o eléctricas adecuadas.
- Manipular, mover e instalar cada producto usando el número de personas e instrumentos (elevadora de horquilla, grúa...) adecuados. En el caso contrario, podrían producirse graves accidentes personales.
- Para asegurar un funcionamiento óptimo, deberá usarse personal cualificado para instalar, manejar, programar y mantener el producto.
- Cuando se necesiten piezas de repuesto, asegúrese de que el técnico de servicio cualificado utiliza piezas de repuesto diseñadas por Foxboro. El uso de otras piezas podría producir fuego, descargas eléctricas, otro tipo de riesgos o el funcionamiento incorrecto del equipo.
- Asegúrese de que todas las puertas del equipo están cerradas y que las cubiertas protectoras se encuentran en su sitio (a excepción de cuando personal cualificado está llevando a cabo el mantenimiento del equipo) para evitar descargas eléctricas o accidentes personales.

## ***1. Introducción.***

Estos tubos de caudal magnéticos con bridas se combinan con un Transmisor de Caudal Magnético (8000, IMT10/20/25 I/A) para formar un caudalímetro versátil y de fácil uso. El caudalímetro es un sistema económico de caudal magnético basado en un microprocesador. Este tubo de caudal puede utilizarse con la mayoría de los fluidos comunes, desde líquidos conductivos normales hasta aquellos muy difíciles de manejar. El transmisor transforma la señal de alta impedancia y bajo nivel del tubo de fluido en una señal de transmisión según una escala estándar que es proporcional al índice del caudal, ya sea de 4 a 20 mA salida digital o pulso de salida.

### **Documentos de Referencia.**

DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN
MI 021-369	Instalación Transmisores Serie 8000 montados a distancia
MI 021-370	Instalación Transmisores Serie 8000 montados en tubo de caudal
MI 021-372	Instalación Transmisores Serie IMT10 montados a distancia
MI 021-373	Instalación Transmisores Serie IMT10 montados en tubo de caudal
MI 021-382	Instalación de Transmisores Serie IMT20
MI 021-387	Transmisores Serie IMT25. Instalación y cableado.
MI 021-393	Transmisores Serie IMT25L. Instalación.
TI 27-71f	Guía de selección de materiales para el tubo de caudal magnético.
TI 027-072	Tablas de Conductividad de líquidos del caudalímetro magnético

### **Descripción General.**

Los tubos de caudal magnéticos con bridas Serie 9300 A están disponibles con forro de pfa de 25 a 300 mm (de 1 a 12 pulgadas), con forro de poliuretano de 200 a 400 mm (de 8 a 16 pulgadas) y con forro de ptfe de 15 a 400 mm (de ½ a 16 pulgadas). El tubo de caudal se combina con un Transmisor de Caudal Magnético Serie 8000, IMT 10/20/25 I/A para formar un sistema de caudalímetro magnético. El transmisor puede montarse directamente sobre el tubo de caudal o en otro lugar sobre una superficie o tubería. En las aplicaciones de transmisor remoto, el tubo de caudal y el transmisor se interconectan mediante un cable de señal de una longitud máxima de 300 metros (1000 pies).

Los transmisores usan una técnica de pulsación en corriente continua para activar las bobinas productoras de flujo del tubo de caudal. Según el líquido va pasando a través del

campo magnético del tubo de caudal, se producen unos pulsos de voltaje de bajo nivel a través de un par de electrodos. El nivel de voltaje de estos pulsos es directamente proporcional a la velocidad media del líquido. Los transmisores convierten el pulso de voltaje en una señal de 4 a 20 mA y/o una señal de pulso de salida. La señal de 4 a 20 mA se usa junto a un receptor adecuado para indicar, grabar y/o controlar una variable. La señal de pulso de salida proporcional puede usarse para la totalización y puede configurarse para un pulso de alto ritmo o para uno de bajo ritmo. Con un Transmisor de Serie I/A, se ofrece también una señal de salida digital para los caudalímetros que sirven como instrumento primario en el sistema de Serie I/A. En las instrucciones del transmisor se ofrecen detalles de las señales de salida.

Estas instrucciones se refieren a la instalación de una porción de tubo de caudal de un sistema de caudalímetro magnético. Para obtener más detalles acerca de su instalación, cableaje, puesta en marcha, configuración y mantenimiento deberán remitirse a los documentos correspondientes.

### Especificaciones Estándar.

#### MEDIDAS DEL TUBO DE CAUDAL NOMINAL.

MEDIDA DEL TUBO DE CAUDAL NOMINAL		MODELO DE TUBO DE CAUDAL CON:	
Mm	Pulgadas	Transmisor a distancia	Transmisor acoplado al tubo
15	½	930HA-SI.-T.-G/N	930HA-SI.-T.-T/I
25	1	9301-A-SI.-...-G/N	9301-A-SI.-...-T/I
40	1-1/2	931-HA-SI.-...-G/N	931-HA-SI.-...-T/I
50	2	9302-A-SI.-...-G/N	9302-A-SI.-...-T/I
80	3	9303-A-SI.-...-G/N	9303-A-SI.-...-T/I
100	4	9304-A-SI.-...-G/N	9304-A-SI.-...-T/I
150	6	9306-A-SI.-...-G/N	9306-A-SI.-...-T/I
200	8	9308-A-SI.-...-G/N	9308-A-SI.-...-T/I
250	10	9310-A-SI.-...-G/N	9310-A-SI.-...-T/I
300	12	9312-A-SI.-...-G/N	9312-A-SI.-...-T/I
350	14	9314-A-SI.-...-G/N	9314-A-SI.-...-T/I
400	16	9316-A-SI.-...-G/N	9316-A-SI.-...-T/I

## VALORES MÍNIMOS Y MÁXIMOS DEL GRUPO SUPERIOR (URV) Y FACTORES DE CALIBRACIÓN NOMINAL.

Véase la *Tabla 1*. En ella, el mínimo valor del grupo superior NO ES la frecuencia del caudal que el tubo de caudal puede medir SINO la frecuencia mínima de caudal que puede corresponder a la señal de 4 a 20 mA. Por ejemplo, para el transmisor 930HA el grupo mínimo es de 0 a 1.0 U.S. gpm. Este produce de 4 a 20 mA.

***Tabla 1. URV mínimos y máximos y Factores de Calibración.***

### CONDUCTIVIDAD DEL FLUIDO Y LONGITUD DEL CABLE DE SEÑAL.

La máxima longitud de cable permitida se encuentra en función del tipo de cable, la conductividad del fluido y de si los cables se encuentran en el mismo o en distintos conductos. La exactitud del sistema estándar se mantendrá siempre y cuando las instalaciones sigan la tabla siguiente:

LONGITUD MÁXIMA DEL CABLE	CONDUCTIVIDAD MÍNIMA DEL FLUIDO	CABLES DE SEÑAL Y DE ALIMENTACIÓN
300 m (1000 pies)	5 S/cm	Cables de señal y alimentación en conductos separados. Cable de señal: Foxboro R0101ZS (pies) o B4017TE (metros)
225 m (750 pies)	5 S/cm	Cables de señal y alimentación en el mismo conducto. Cable de señal: Foxboro R0101ZS (pies) o B4017TE (metros)
150 m (500 pies)	20 S/cm	El cable de señal puede estar en el mismo conducto que el de alimentación. El cable de señal será de buena calidad enroscado y apantallado, preferiblemente no menor de 1.0 mm (o 18 AWG) debido a consideraciones mecánicas (Belden 8760 o 9318, Alpha 5610/1801 o 5611/1801 o equivalente).

NOTA: Los valores de la tabla son los mínimos de la conductividad de fluidos y los máximos de la distancia entre el transmisor y el tubo de caudal. Remítase a TI 27-072 en relación con la conductividad de los líquidos.

### CONSUMO DE ENERGÍA.

Menos de 15W (máximo 20 VA) si se usa con 8000, IMT10, IMT20; 24W si se usa con IMT25; en referencia voltaje y frecuencia.

### LÍMITES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA.

Véanse las tablas a partir de la página 6.

### MATERIALES.

**Cubierta del tubo de caudal** (de ½ a 6 pulgadas) Hierro dúctil  
(de 8 a 16 pulgadas) Acero al carbono

**Caja de empalmes** Aluminio fundido

**Junta de tapa/caja de conexiones** Goma de esponja de silicona

**Junta de cubierta/caja de conexiones** Goma de corcho/silicona

**Forro de tubo de caudal** (de 1 a 6 pulgadas) 304/305 SS w/pfa .....

(Grado de pfa aprobado por FDA)

(de ½ a 6 pulgadas) 304/305 forro w/ptfe

(de 8 a 16 pulgadas) Tubo 304 SS forrado con ptfe, pfa, o Poliuretano.

**Electrodos** 316 Inoxidable, Platino-Iridio, Hastelloy C, Titanio, Tantalum-Tungsten, Conical 316 SS y Hastelloy C.

**Electrodos (poliuretano y ptfe de ½ a 6 en tamaño)** 316SS

**Juntas** No se requieren juntas especiales; a suministrar por el cliente.

ENVOLVENTE.

El envoltente se termina con una capa de polvo de epoxy (1/2 – 6 pulgadas) y con pintura de poliuretano en los de 8 – 16 pulgadas. Está diseñado para cumplir los requisitos de IEC IP66, y para otorgar la protección hermética y anti-corrosión de NEMA 4X para todos los tubos a excepción de los de ½ - 6 en forro de ptfe que es NEMA 4.

CONEXIÓN FINAL.

Cuerpo del tubo de caudal con bridas.

Los soportes entre las bridas se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 2. Forro vs Tipo de Brida.**

Tamaño	Tamaño de Brida	Forro
1 – 3 pulgadas	150, 300, PN 40 (1)	pfa
4 – 6 pulgadas	150, 300, PN 16 (2), PN 40 (2)	pfa
½ - 3 pulgadas	150, PN 40 (1)	ptfe
4 –6 pulgadas	150, PN 16 (2)	ptfe
8 – 16 pulgadas	150, PN 10, PN 16	Ptfe, pfa o poliuretano
8 – 12 pulgadas	150, 300, PN 25, PN 10, PN 16, PN 40	pfa

(1) PN 40 se corresponde con PN 10, PN 16, PN 25, PN 40.

(2) PN 16 se corresponde con PN 10 y PN 16. PN 40 se corresponde con PN 25 y PN 40.

***Tabla 3. Masa Aproximada.***

- (a) La masa representa solamente la del tubo de caudal. Para obtener la masa total (tubo de caudal y transmisor), añadir aproximadamente 5 kg (11lb) al valor que aparece en la tabla para tener en cuenta el transmisor.
- (b) La masa representa el tubo con bridas de 150 lb. Añadir 5 lb al valor que aparece en la tabla para bridas de 300 lb de ½ a 6 pulgadas y 150 lb para las del 8 a 16 pulgadas.

**GUÍA DE APLICACIÓN DEL FORRO DE pfa.**

Pfa ofrece una resistencia excelente contra la corrosión, fractura por presión, sustancias químicas, descarga térmica e hidrólisis. También es adecuado para aplicaciones que requieran altas/bajas temperaturas y propiedades anti-adherentes y de alta pureza. Remítase a la Tabla 10 en relación con los límites de presión y temperatura para los tubos de caudal. Véase también TI 27-71 en relación con las recomendaciones del material interior para los fluidos comunes.

NOTA: El aspecto del forro de pfa puede no ser uniforme y mostrar sombras claras y oscuras. Este estado es inherente al proceso de amoldamiento del pfa y no afecta de ninguna manera a la durabilidad o a la actuación del tubo.

**GUÍA DE APLICACIÓN DEL FORRO DE PTFE (en tamaños de ½ a 16) O DE POLIURETANO (en tamaños de 8 a 16).**

El poliuretano resiste los efectos de fluidos altamente abrasivos, y el ptfе resiste los efectos de fluidos severamente corrosivos y medianamente abrasivos. Remítase a TI 27-71f en relación con recomendaciones detalladas del forro para fluidos comunes.

TEMPERATURA AMBIENTE / TEMPERATURA PROCESO / LIMITES DE PRESIÓN DEL PROCESO

**Tabla 4. Tubos con Bridas (Transmisor Montado a Distancia). Tubos forrados con pfa.**

Influencia	Condiciones de operación de referencia	Condiciones de operación normales	Límites de operación
Temperatura ambiente	25°C 77°F	-40 a +70°C -40 a +158°F	-40 y +70°C -40 y +158°F
Temperatura del proceso	25°C 77°F	-40 a +180°C -40 a +356°F	-40 y +180°C -40 y +356°F
Presión del Proceso. 1 a 12 pulgadas	0.525 MPa 75 psi	Vacío total a 5.1 MPa a 38°C (740 psi a 100°F) Vacío total 4.4 MPa a 180°C (645 psi a 356°F)	5.1 MPa a 38°C (740 psi a 100°F) 4.4 MPa a 180°C (645 psi a 356°F)

**Tabla 5. Tubos con Bridas (Transmisor Montado a Distancia). Tubos Forrados con ptfе.**

Influencia	Condiciones de operación de referencia	Condiciones de operación normales	Límites de operación
Temperatura ambiente	25°C 77°F	-40 a +70°C -40 a +158°F	-40 y +70°C -40 y +158°F
Temperatura del proceso	25°C 77°F	-40 a +180°C -40 a +356°F	-40 y +180°C -40 y +356°F
Presión del Proceso. ½ a 16 pulgadas.	0.525 MPa 75 psi	Vacío total (sólo 14 y 16 pulgadas, no vacío desde ½ a 12 pulgadas), a 2.0 MPa a 38°C (285 psi a 100°F) Vacío total (sólo 14 y 16 pulgadas, no vacío desde ½ a 12 pulgadas), a 1.5 MPa a 180°C (213 psi a 356°F)	2.0 MPa a 38°C (285 psi a 100°F) 1.5 MPa a 180°C (213 psi a 356°F)





**Tabla 6. Tubos con Bridas (Transmisor a Distancia). Tubos Forrados con Poliuretano.**

Influencia	Condiciones de operación de referencia	Condiciones de operación normales	Límites de operación
Temperatura ambiente	25°C 77°F	-29 a +70°C -20 a +158°F	-29 y +70°C -20 y +158°F
Temperatura del proceso	25°C 77°F	-29 a +71°C -20 a +160°F	-29 y +71°C -20 y +160°F
Presión del Proceso. 8 a 16 pulgadas	0.525 MPa 75 psi	Vacío total a 2.0 MPa a 38°C (285 psi a 100°F) Vacío total 1.9 MPa a 71°C (270 psi a 160°F)	2.0 MPa a 38°C (285 psi a 100°F) 1.9 MPa a 71°C (270 psi a 160°F)

**Tabla 7. Tubos con Bridas (Transmisor Montado en Tubo). Forro de pfa.**

Influencia	Condiciones de operación de referencia	Condiciones de operación normales	Límites de operación
Temperatura ambiente	25°C 77°F	-20 a +55°C -4 a +131°F	-40 y +70°C -40 y +158°F
Temperatura del proceso	25°C 77°F	-40 a +120°C -40 a +250°F	-40 y +180°C -40 y +356°F
Presión del Proceso. 1 a 12 pulgadas	0.525 MPa 75 psi	Vacío total a 5.1 MPa a 38°C (740 psi a 100°F) Vacío total 4.7 MPa a 120°C (665 psi a 250°F)	5.1 MPa a 38°C (740 psi a 100°F) 4.7 MPa a 120°C (665 psi a 250°F)

**Tabla 8. Tubos con Bridas (Transmisor Montado en Tubo). Forro de ptfe.**

Influencia	Condiciones de operación de referencia	Condiciones de operación normales	Límites de operación
Temperatura ambiente	25°C 77°F	-20 a +55°C -4 a +131°F	-30 y +70°C -22 y +158°F
Temperatura del proceso	25°C 77°F	-40 a +120°C -40 a +250°F	-40 y +120°C -40 y +250°F

Presión del Proceso. ½ a 16 pulgadas.	0.525 MPa 75 psi	Vacío total sólo 14 y 16 pulgadas, (no vacío desde ½ a 12 pulgadas), a 2.0 MPa a 38°C (285 psi a 100°F)	2.0 MPa a 38°C (285 psi a 100°F)
		Vacío total (sólo 14 y 16 pulgadas, no vacío desde ½ a 12 pulgadas), a 1.7 MPa a 120°C (245 psi a 250°F)	1.7 MPa a 120°C (245 psi a 250°F)

**Tabla 9. Tubos con Bridas (Transmisor Montado sobre Tubo). Tubos Forrados con Poliuretano.**

Influencia	Condiciones de operación de referencia	Condiciones de operación normales	Límites de operación
Temperatura ambiente	25°C 77°F	-20 a +55°C -4 a +131°F	-30 y +70°C -22 y +158°F
Temperatura del proceso	25°C 77°F	-20 a +71°C -4 a +160°F	-20 y +71°C -4 y +160°F
Presión del Proceso. 8 a 16 pulgadas	0.525 MPa 75 psi	Vacío total a 2.0 MPa a 38°C (285 psi a 100°F) Vacío total 1.9 MPa a 71°C (270 psi a 160°F)	2.0 MPa a 38°C (285 psi a 100°F) 1.9 MPa a 71°C (270 psi a 160°F)

**Tabla 10. Límites Presión/Temperatura de las Bridas de los Tubos de Caudal 9300 A Forrados con pfa o ptfe.**

- (a) Los tubos de caudal de 15 a 80 mm (1/2 a 3 pulgadas) forrados con pfa se suministran con bridas ANSI 150, 300 y PN 40 (pueden acoplarse a PN 10, 16, 25 o 40); los tubos de caudal de 100 y 150 mm (4 y 6 pulgadas) forrados con pfa se suministran con bridas de PN 16 (pueden acoplarse a PN10 o 16) o bridas de 40 PN (pueden acoplarse a PN 25 o 40).
- (b) Por ASME/ANSI Estándar B16.5-1988
- (c) Los tubos forrados de pfa de 200 a 300 mm (8 a 12 pulgadas) sólo están disponibles con bridas Class 300, PN 25 y 40.
- (d) Los tubos con forro de pfa de 200 a 400 mm (8 a 16 pulgadas) se suministran con bridas Class 150, PN 10 y 16.
- (e) Los tubos con forro de ptfe de 15 a 80 mm (1/2 a 3 pulgadas) se suministran con bridas ANSI 150 y PN40; los tubos de 100 a 150 mm (4 a 6 pulgadas) forrados de ptfe se suministran con bridas ANSI 150 y PN 16.

*NOTA: Para temperaturas > 120°C (>250°F), el transmisor debe estar montado a distancia.*

## SEGURIDAD ELÉCTRICA.

**Tabla 11. Clasificación Eléctrica.**

Laboratorio de prueba, tipos de protección y clasificación de área	Condiciones de aplicación	Código de Seguridad eléctrica
CSA para uso en situaciones de finalidad general (ordinaria)		K
CSA para uso en Clase I, División 2, Grupos A,B,C y D; Clase II, División 2, Grupos F y G; Clase III, División 2. Situaciones peligrosas	Temperatura Clase T6	L
FM para uso en situaciones de finalidad general (ordinaria)		M
FM a prueba de incendios Clase I, División 2, Grupos A, B, C y D; conveniente para las clases II y III, División 2, Grupos F y G situaciones peligrosas.	Temperatura Clase T6. Sólo para uso en procesos no peligrosos	N
ZENELEC Zona 1, Gas Grupo IIC.	Temperatura Clase T3-T6. Los electrodos son intrínsecamente seguros cuando están conectados a un equipo declarado intrínsecamente seguro.	S
European, a prueba de incendios, Zona 2, Gas Grupo IIC.	Temperatura Clase T2-T6	U
Sin certificación		Z

*NOTA: Estos tubos de caudal han sido diseñados para cumplir las condiciones de seguridad eléctrica que aparecen en la tabla anterior. Para obtener información detallada acerca de las pruebas de laboratorio, contactar con Foxboro.*

## DESEMBALAJE Y MANIPULACIÓN.

Tras extraer el caudalímetro de la caja, inspeccionarlo cuidadosamente para ver si tiene algún daño visible. Si lo tuviera, deberá comunicárselo al transportista y solicitar un informe de inspección que deberá ser firmado por el transportista.

EVITE EL CONTACTO DE LOS ELECTRODOS CON LOS DEDOS O CON CUALQUIER OTRO MATERIAL QUE PUDIERA CONTAMINARLOS. Cualquier depósito en los electrodos resultaría en una frontera de alta impedancia entre los electrodos y el fluido conductivo. Si ha tocado los electrodos, límpielos con alcohol isopropílico.

## IDENTIFICACIÓN DEL TUBO DE CAUDAL.

El tubo de caudal puede identificarse por medio de unas placas de datos situadas en el mismo. Las placas de datos normales se muestran en la *Figura 1*. Remítase a las instrucciones correspondientes del transmisor en relación con información sobre las placas de datos.

***Figura 1. Placas de Datos de un Tubo de Caudal Típico.***

## ***2. Instalación.***

### **Procedimientos de Instalación.**

#### LÍNEAS GENERALES.

Si están correctamente instalados, estos tubos de caudal magnéticos proporcionan gran precisión y durabilidad al operar bajo condiciones reales. Para obtener el rendimiento máximo del tubo se deberá elegir un lugar apropiado de la tubería y evitar los factores que puedan crear turbulencias en el tubo de caudal. Estos factores se señalan, en términos generales, más adelante, y serán tratados con detalle en las instrucciones de instalación.

Es muy importante que:

- Se elija una colocación que asegure que el tubo de caudal esté lleno bajo cualquiera de las condiciones de operación.
- La tubería y las bridas estén alineados de acuerdo con las instrucciones.
- Las juntas estén centradas en los extremos del tubo.
- Los pernos/tornillos de las bridas se ajusten con cuidado para crear una carga uniforme y correctamente centrada en el tubo.
- No se excedan los límites del par de torsión. (Siguiendo las instrucciones de instalación pueden crearse juntas fiables sin exceder estos límites)
- Se dejen aproximadamente 5 diámetros de tubo del tubo recto aguas arriba y 3 aguas abajo.
- Si el tubo de unión está forrado, deberán instalarse anillos de tierra de metal o de plástico en cada extremo del tubo de caudal.

#### SELECCIÓN DE LA POSICIÓN DEL TUBO DE CAUDAL MAGNÉTICO.

El tubo de caudal puede instalarse en tuberías de plástico o de metal (magnético o no magnético). Normalmente el tubo de caudal puede colocarse en cualquier lugar apropiado de la tubería, pero para asegurar su correcto funcionamiento deberían tenerse en cuenta los siguientes factores:

- Para obtener la máxima precisión, es esencial que el tubo esté completamente lleno mientras está operando. Las posiciones vertical, horizontal o inclinadas son aceptables, pero algunas requieren una atención especial para asegurar que el tubo está lleno. Además de algunas posiciones problemáticas obvias tales como las de caudal hacia abajo en trayectos verticales, considérense también las

zonas donde pueden formarse bolsas de aire y donde la acción de sifón o las zonas de baja presión podrían formar vacíos.

- Los efectos por perturbaciones aguas arriba del tubo, tales como válvulas codos, son difíciles de predecir pero en la mayoría de los casos se obtendrá una precisión correcta si existe al menos la distancia de cinco diámetros de tubo recto antes del tubo de caudal. Las perturbaciones posteriores al tubo que están a la distancia de 3 o más diámetros de tubo desde el centro del tubo no afectan a la precisión de la medida. El diámetro interno de la tubería deberá ser el mismo que, o más grande que, el tamaño nominal del tubo de caudal. Los tubos de caudal pueden colocarse en tuberías de una talla nominal mayor usando reductores cónicos terminados en punta. Los extremos menores de los reductores pueden acoplarse directamente al tubo de caudal y tener un ángulo máximo de 16°.
- Si el tubo de caudal va a usarse para medir una corriente con sólidos en suspensión, es importante para su precisión que se elija una posición donde las velocidades de los componentes de la mezcla sean casi iguales para que se mezclen bien.

Para asegurar la larga duración del equipo es aconsejable:

- Evitar las áreas sometidas a grandes esfuerzos/cargas/tensiones tales como golpes de agua o fuertes sacudidas en la tubería.
- Protegerla de las heladas.
- Con fluidos con sólidos en suspensión, no colocar los electrodos de manera que una curva o cualquier otra característica de la tubería pueda hacer que grandes partículas sólidas golpeen los electrodos.
- El cerramiento del tubo está clasificado con la protección NEMA 4X, NEMA 4 O IEC IP66 y tiene amplios límites de temperatura ambiente, pero el tubo debería protegerse de los vertidos químicos y de la exposición directa a fuentes de calor radiante de alta temperatura.

Elegir para la instalación un sitio de fácil acceso.

#### POSICIONES DE MONTAJE.

Tras haber seleccionado la localización del tubo de caudal en la tubería, la posición de montaje del tubo en ese punto todavía tiene que determinarse. Podrá guiarse por: (1) posición del conducto de conexiones, (2) posición del electrodo, (3) comodidad. El



funcionamiento del tubo de caudal no se ve afectado por la dirección de la corriente a través del tubo, lo que hace posible la instalación del tubo en la dirección que sea más conveniente para las conexiones de los cables. **Si la dirección real de la corriente no concuerda con la flecha de “dirección de la corriente” del tubo, sólo deberá invertir la polaridad de las conexiones de toma de tierra. El transmisor IMT25 puede también configurarse para corriente inversa.**

*Figura 2. Tubo de Caudal con Bidas Montado en Posición Vertical. Transmisor a Distancia.*

*Figura 3. Tubo de Caudal con Bidas Montado en Posición Vertical. Transmisor Acoplado al tubo.*

Si el tubo de caudal no está montado en posición vertical, es mejor girarlo de manera que los electrodos no estén cerca de la parte superior e inferior de la tubería. La

finalidad de esto es evitar la posibilidad de la pérdida de contacto de electrodo a fluido, ya sea debido a la existencia de burbujas (parte superior), o sedimentos (parte inferior) en el tubo de caudal.

***Figura 4. Tubo de Caudal con Bridas Montado en Posición Horizontal. Transmisor a Distancia.***

***Figura 5. Tubo de Caudal con Bridas Montado en Posición Horizontal. Transmisor Acoplado al Tubo.***

Si el tubo de caudal tiene el transmisor montado sobre el tubo puede ser conveniente ajustar la orientación del transmisor con relación al tubo de caudal. Para girarlo deberán quitarse los cuatro tornillos y arandelas del transmisor. El transmisor IMT20 puede montarse en cualquiera de las cuatro posiciones. El IMT25 puede montarse en tres posiciones (+90°). Girar el transmisor a la posición deseada y volverlo a montar en el tubo de caudal. Si así no se consiguiera una posición satisfactoria para el transmisor IMT25, se deberá reinstalar el tubo de caudal que se habrá rotado 180° (la dirección del tubo de caudal estará invertida). Esto permitirá montar el transmisor en la posición deseada. Si se monta de esta manera, invirtiendo la dirección del caudal, se deberán

cambiar las conexiones de tierra al transmisor o modificar la configuración del transmisor para acomodarlo al cambio en la dirección del caudal.

*PRECAUCIÓN: Al girar el transmisor, NO SEPARARLO DEL TUBO DE CAUDAL porque su separación podría dañar los cables de interconexión.*

***Figura 6. Cambio en la Orientación del Transmisor Montado sobre el Tubo.  
(Transmisor IMT10).***

Las cubiertas del transmisor pueden girarse en incrementos de 90° para que el visor y la placa de datos puedan leerse con facilidad. Aflojar los tornillos prisioneros y girar la cubierta hasta la posición deseada. Cuando se reinstale la cubierta de terminaciones en los transmisores 8000, IMT10 e IMT25, deberá asegurarse de que el cable de seguridad se encuentra totalmente insertado detrás de la cubierta y no enredado entre la cubierta y la caja del transmisor. Los transmisores de la Serie IMT20 fueron rediseñados para que no se necesitara un cable de seguridad. Remítase al transmisor MI correspondiente para obtener instrucciones detalladas con relación al transmisor.

***PRECAUCIONES:***

1. En los transmisores de las series 8000 e IMT10, las etiquetas de certificación de la agencia están situadas en la cubierta de terminaciones. Por ello, las agencias de certificación exigen que la cubierta de terminaciones esté permanentemente acoplada al transmisor para que la cubierta adecuada (y por lo tanto la certificación adecuada) esté con su transmisor correspondiente. Esto se lleva a

cabo a través de un cable de sujeción conectado a la tapa. NO DESCONECTAR EL CABLE DE LA TAPA.

2. NO SEPARAR LA TAPA DEL TRANSMISOR MÁS DE LO ESTRICTAMENTE NECESARIO PARA GIRARLA. Una separación excesiva podría dañar los cables de interconexión.

### **Preparación de la tubería.**

TUBO DE CAUDAL CON BRIDAS.

#### *Dimensiones del tubo de caudal.*

Para una información completa, remítase a las copias dimensionales que aparecen en los “Documentos de Referencia” de la página 1. La siguiente tabla clasifica las dimensiones “de final a final” del tubo de caudal.

#### ***Tabla 12. Dimensiones del Tubo de Caudal con Bridas.***

#### *Tipos de bridas y materiales.*

El material del tubo y de la brida puede ser metal magnético o no-magnético, o plástico sin que esto afecte a la precisión del tubo de caudal. Para ayudar al control de las tensiones en

las terminaciones con bridas en línea es conveniente usar un tipo de junta que tenga una cara con los diámetros iguales a la zona de apriete de la brida del tubo. Esto asegura el contacto total de la junta incluso si se cargan las terminaciones alineadas del tubo de caudal y permite unos pares de torsión empernados superiores sin sobrecomprimir la junta. Pueden usarse tipos de brida que no proporcionan un contacto total con la junta, pero entonces se usarán pares de torsión menores y se prestará gran atención al alineamiento.

#### *Soporte de la tubería y alineamiento.*

El soporte de la tubería debe ser capaz de soportar el peso de la misma cuando está llena y de controlar los movimientos que puedan causar los golpes de agua u otras perturbaciones del sistema de tuberías.

En los casos en que vayan a ocurrir diferencias de temperatura, deberán tomarse medidas para ajustar las expansiones termales de tal manera que se mantenga la alineación inicial de la tubería al tubo de caudal.

Alinear la tubería y las bridas tal y como se muestra en la *Figura 7*.

#### ***Figura 7. Alineamiento de la Tubería y Soporte.***

La dimensión “L” tiene que medirse en cuatro posiciones igualmente espaciadas en las caras elevadas. Las cuatro deben estar simultáneamente dentro de los límites que aparecen en la *Tabla 13*. Tal y como se muestra, pueden usarse cuatro tacos/clavos de instalación del tubo de caudal que estén igualmente espaciados para conseguir la alineación de las bridas. Las tuercas pueden usarse para empujar ligeramente las bridas o para juntarlas según las

necesidades. Los límites de la fuerza que pueden proporcionar las tuercas se muestra en la tabla inferior. Cuando se comprueba la dimensión “L”, los soportes finales de la tubería deben estar en su lugar correspondiente y la alineación de la línea central de la corriente superior e inferior debe mantenerse.

*NOTA: Para todos los tubos forrados, la dimensión “L” supone que juntas de 1/8 de pulgada de anchura se usarán contra las caras alineadas/forradas de la brida.*

***Tabla 13. Especificaciones de Alineación de la Tubería.***

**CONEXIÓN A TIERRA DEL TUBO DE CAUDAL.**

*Tubos de caudal con bridas.*

Para el correcto funcionamiento del sistema de fluido magnético, es necesario establecer una señal de referencia del fluido. Detalles adicionales sobre la conexión a tierra se ofrecerán en los documentos correspondientes del transmisor.

Cuando el tubo de caudal se monta entre tuberías de metal no revestidas, los pernos de la brida ofrecen la conexión eléctrica del tubo de caudal a la tubería y por lo tanto al fluido.

Cuando el tubo de caudal se monta entre tuberías no metálicas o metálicas revestidas, se requiere la instalación de anillos de tierra en cada brida de la tubería tal y como se muestra

en las figuras 8 y 9. La continuidad se consigue al conectar cables de tierra desde el tubo de caudal a los anillos de tierra.

Existe un tercer electrodo opcional para las conexiones de tierra en los tamaños de 8 a 16 pulgadas.

***Tabla 14. Diámetros Internos de los Anillos de Tierra.***

**Detalles del Procedimiento de Instalación del Tubo con Bridas.**

1. Revisar las indicaciones de la página 13 para elegir la localización del tubo de caudal.
2. Preparar la cañería para el tubo de acuerdo con “Preparación de la cañería”.
3. Revisar los requisitos de “Conexión a tierra del tubo de caudal”.



4. Quitar todos los cuerpos extraños de la tubería. Si fuera posible hacer e instalar una sección de tubería (carrete) en el espacio preparado para el tubo de caudal y limpiar con un chorro de agua la tubería.
5. Centrar las juntas en las terminaciones de los tubos.
6. Colocar el tubo de caudal en la tubería.. Tener en cuenta que el tubo puede instalarse con la flecha de “dirección de corriente” en sentido contrario al sentido real de la corriente. Esto no afecta su funcionamiento y debería hacerse si de esta manera las conexiones eléctricas se sitúan en una posición mejor. (Remitirse a “Posiciones de Montaje”)
7. Si se usan anillos de tierra, deberán colocarse entre las terminaciones del tubo de caudal y las bridas del tubo. Usar material de juntas adicional entre los anillos de tierra y las bridas.
8. Comenzar apretando las bridas al tubo de caudal. En un principio, esto debería hacerse apretando ligeramente los tornillos de una forma que colocara las bridas en una posición plana contra las juntas del tubo de caudal.
9. Apretar los tornillos de la brida requiere una atención especial; en primer lugar para crear una carga sujeta uniforme en el tubo y en segundo lugar para evitar la compresión excesiva de las terminaciones con pestaña. Comenzar colocando las bridas en contacto total con las juntas, usando el par de torsión mínimo posible. Esta operación debería realizarse apretando los tornillos adyacentes a los mayores huecos entre brida y junta hasta que se consiga el contacto total del círculo. Una vez que todos los tornillos han sido por lo menos apretados con el dedo, se procederá a apretar los tornillos, siguiendo básicamente un esquema diametralmente opuesto. Girar el primer tornillo 1/6 de una vuelta; entonces pasar al siguiente tornillo y apretarlo 1/6 de una vuelta. Continuar con esta secuencia hasta que un tornillo de cada perno haya dado una vuelta completa, o hasta que se ha alcanzado el par de torsión máximo.

**Tabla 15. Par máximo de Apriete de las Tuercas Para Tubos de Caudal con Bridas.**

TAMAÑO DE TUBO DE CAUDAL		Nº de tornillos en brida	PAR MÁXIMO DE APRIETE DE LAS TUERCAS	
mm.	Pulgadas		N·m	Lb·ft
15	½	4	7	5
25	1	4	14	10
40	1 – ½	4	27	20
50	2	4	75	55
		8	40	30
80	3	4	80	60
		8	54	40

100	4	8	54	40
150	6	8	95	70
		12	75	55
200	8	8	115	85
		12	95	70
250	10	12	122	90
		16	108	80
300	12	12	163	120
		16	176	130
350	14	12	219	160
		16	163	120
400	16	16	204	150

**PRECAUCIÓN:** Los valores de torsión de la tabla son para bridas metálicas. Con bridas de plástico habrá que adaptar las tuercas de torsión al menor valor de los límites de la tabla o límites de la brida.

### **Instalación del Transmisor y Ensamblado de los Cables del Sistema.**

La sección de procedimientos de instalación de la página 13 describe el montaje de un tubo de caudal, ya bien si el transmisor está montado sobre el tubo de caudal o si se trata de un transmisor a distancia. Para obtener instrucciones detalladas sobre el sistema de cableado dentro y fuera del transmisor, y la instalación de un transmisor a distancia, deberá remitirse a las secciones de “Cableado de Sistemas” e “Instalación del Transmisor” del documento de instalación del transmisor correspondiente.

### **Mantenimiento.**

Los fallos del sistema y la información de mantenimiento se describen en el libro de instrucciones enviado con el transmisor correspondiente. Para obtener información con relación a las partes del tubo de caudal, remítase a la lista de partes del tubo de caudal correspondiente en la sección de “Documentos de Referencia”.



**MI 021-386**

**Tubos Magnéticos Bridados**

**Serie 9300 A**

**Instalación**

