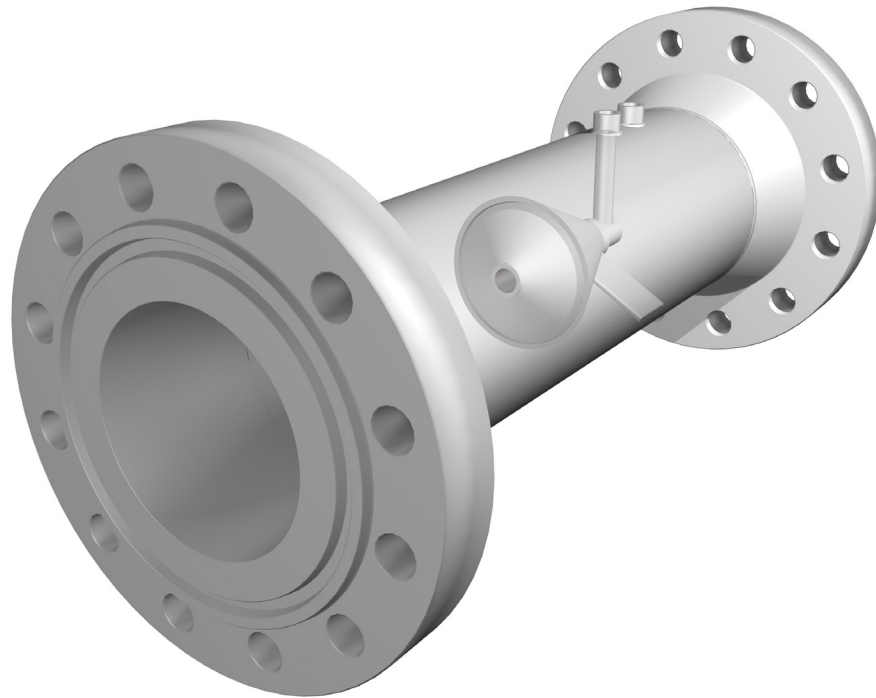


**Tecnología
Avanzada de
Medidores
de Flujo
de Presión
Diferencial**



MANUAL DE INSTALACIÓN, FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO

Lit. # 24509-23, Rev. 4.3
August 31, 2017

El Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento de V-Cone también está disponible en inglés, francés y portugués en el sitio web de McCrometer.

www.mccrometer.com/library

24509-15 V-Cone IOM Manual (English)
24508-87 V-Cone IOM Manual (French)
24519-23 V-Cone IOM Manual (Portuguese)

Copyright © 1992-2017 McCrometer, Inc. All printed material should not be changed or altered without permission of McCrometer. Any published technical data and instructions are subject to change without notice. Contact your McCrometer representative for current technical data and instructions.



3255 WEST STETSON AVENUE • HEMET, CALIFORNIA 92545 USA
TEL: 951-652-6811 • 800-220-2279 • FAX: 951-652-3078

www.mccrometer.com
Printed In The U.S.A.

Lit. # 24509-23 Rev. 4.3 / 8-31-17

Contents

ASPECTOS GENERALES	1	4.23	Instalación en Tuberías Verticales: Vapores en Condensación, es decir, Vapor de Agua	20	
1.1	Introducción	1	4.24	Instalación Compensada por Calibrado	20
1.2	Principios de Funcionamiento	1	4.25	Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Descendente: Aspectos Generales	20
1.3	Modificación del Perfil de Velocidad	1	4.26	Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Descendente: Gas	21
CARACTERÍSTICAS	2	4.27	Instalación en tuberías verticales de flujo descendente: Líquidos	22	
2.1	Alta Precisión	2	4.28	Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Descendente: Vapores en Condensación, es decir, Vapor de Agua	23
2.2	Repetibilidad	2	4.29	Sujeción de Bloques Distribuidores y Transmisores Dobles	24
2.3	Reducción de Caudal	3	4.30	Puesta a Cero de los Transmisores de Presión Diferencial después de la Instalación para Aplicaciones con Flujo de Vapor de Agua	25
2.4	Requisitos de Instalación	3	4.31	Puesta a Cero de los Transmisores de Presión Diferencial después de la Instalación para Aplicaciones con Líquidos a Temperatura Ambiente	25
2.5	Rendimiento a Largo Plazo	3	4.32	Puesta a Cero de los Transmisores de Presión Diferencial después de la Instalación para Aplicaciones con Gas	26
2.6	Estabilidad de la Señal	3	4.33	Transmisores de rango bajo	26
2.7	Baja Pérdida de Presión Permanente	4	4.34	Medición de la Presión Diferencial	27
2.8	Dimensionamiento	4	4.35	Medición de la Temperatura y la Presión	27
2.9	Ausencia de Zonas de Acumulación	4	DIMENSIONES	28	
2.10	Mezclado	4	5.1	Dimensiones de las Superficies de Contacto	28
2.11	Modelos de V-Cone	4	5.2	Dimensiones de las Superficies de Contacto	28
SISTEMA DE MEDICIÓN DE FLUJO V-CONE APLICACIÓN DATA	5	SELECCIÓN DE MODELOS	29		
3.1	Datos Sobre la Aplicación	5	6.1	Plantilla del Modelo Wafer-Cone	29
3.2	Cálculos de Flujo	5	6.2	Plantilla del Modelo de V-Cone de Tubo de Precisión	29
3.3	Cálculos Simplificados para Líquidos	7	6.3	Modelos Especiales de V-Cone	30
3.4	Dimensionamiento Según la Aplicación	8	6.4	Materiales del V-Cone	30
3.5	Calibración	8	MANTENIMIENTO	31	
3.6	Materiales de Fabricación	8	7.1	Mantenimiento Periódico	31
3.7	Distribuidores de Válvulas	8	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	31	
3.8	Instrumentación Secundaria y Terciaria	9	8.1	Solución in Situ de Problemas del Sistema V-Cone ..	31
INSTALACIÓN	10	INFORMACIÓN ACERCA DEL V-CONE	35		
4.1	Objetivo	10	9.1	Documentación Acerca del V-Cone	35
4.2	Seguridad	10	APPENDICES	36	
4.3	Desembalaje	10	10.1	Guía de Instalación de V-Cone: Requisitos Mínimos para Tramos de Tubería Recta Aguas Arriba y Aguas Abajo	36
4.4	Orientación	10	GARANTÍA DEL FABRICANTE	38	
4.5	Especificación de Tuberías	11			
4.6	Requisitos de las Tuberías	11			
4.7	Válvulas de Aislamiento (o de Bloqueo)	11			
4.8	Distribuidores de Válvulas	12			
4.9	Instalación	12			
4.10	Tomas de Presión	13			
4.11	Sellos Remotos o Sellos Químicos	13			
4.12	Líneas de Impulso: Aspectos Generales	13			
4.13	Líneas de Impulso: Industrias de Procesos	13			
4.14	Líneas de Impulso: Aplicaciones con Vapor de Agua ..	14			
4.15	Aislamiento	14			
4.16	Instalación en Tuberías Horizontales: Gas	15			
4.17	Instalación en Tuberías Horizontales: Líquidos	16			
4.18	Instalación en Tuberías Horizontales: Vapores en Condensación	16			
4.19	Instalación en Tuberías Verticales: Aspectos Generales ..	17			
4.20	Instalación en Tuberías Verticales: Flujo Ascendente ..	17			
4.21	Instalación en Tuberías Verticales: Gas	18			
4.22	Instalación en Tuberías Verticales: Líquidos	19			

1.0

Aspectos Generales

1.1 Introducción

El medidor de flujo de presión diferencial V-Cone® de McCrometer es una tecnología patentada de medición de flujos de alta precisión, aplicable a un amplio intervalo de números de Reynolds, a todo tipo de condiciones, y a una gran variedad de fluidos. Utiliza el mismo principio físico que otros medidores de flujo de presión diferencial: el teorema de conservación de la energía en el flujo de fluidos a través de una tubería. Sin embargo, las excelentes características de rendimiento del V-Cone son el resultado de su exclusivo diseño. Dispone de un cono central en el interior del tubo, que interactúa con el flujo del fluido, modificando su perfil de velocidad y creando una región de presión más baja inmediatamente aguas abajo del cono. La diferencia entre la presión estática de la línea y la presión más baja creada aguas abajo del cono puede medirse a través de dos tomas piezosensibles. Una toma se sitúa ligeramente aguas arriba del cono, mientras que la otra se coloca en la cara orientada aguas abajo del mismo. Después, la diferencia de presión se puede incluir en una derivada de la ecuación de Bernoulli, para determinar el caudal del fluido. La posición central del cono en la línea optimiza el perfil de velocidad del fluido en el punto donde se efectúa la medición, garantizando mediciones de flujo fiables y de alta precisión, independientemente de las condiciones del flujo aguas arriba del medidor.

1.2 Principios de Funcionamiento

El V-Cone es un medidor de flujo de presión diferencial. Los principios físicos en que se basan los medidores de flujo de presión diferencial se conocen desde hace más de un siglo. El principio más importante es el teorema de Bernoulli sobre la conservación de la energía en una tubería cerrada. Este establece que, para un flujo constante, la presión en la tubería es inversamente proporcional al cuadrado de la velocidad del fluido en dicha tubería. En resumen, la presión disminuye a medida que aumenta la velocidad. Por ejemplo, cuando el fluido se aproxima al medidor V-Cone, su presión es P_1 . A medida que la velocidad del fluido va aumentando en la parte estrecha del V-Cone, la presión disminuye a P_2 , tal como muestra la Figura 1. Las presiones P_1 y P_2 se miden en los orificios del V-Cone utilizando distintos transductores de presión diferencial. La presión diferencial (DP) que crea el V-Cone aumentará y disminuirá de manera exponencial con la velocidad del flujo. Cuanto mayor sea el estrechamiento de la sección transversal de la tubería, mayor presión diferencial se creará para un mismo caudal. La relación beta es igual al área de flujo en la sección transversal más grande del cono (convertida a un diámetro equivalente) dividida por el diámetro interior del medidor (véase la sección 3.2.1).

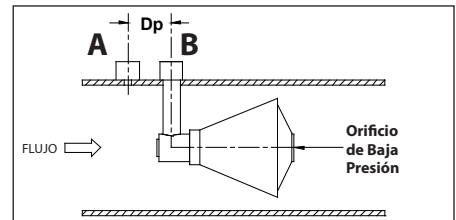


Figure 1. Orificios de Alta y Baja Presión

1.3 Modificación del Perfil de Velocidad

El V-Cone es similar a otros medidores de presión diferencial (DP) en lo que se refiere a las ecuaciones de flujo que utiliza. La geometría del V-Cone, sin embargo, es muy distinta de la de los medidores de DP tradicionales. El V-Cone obtura el flujo por medio de un cono situado en el centro de la tubería.

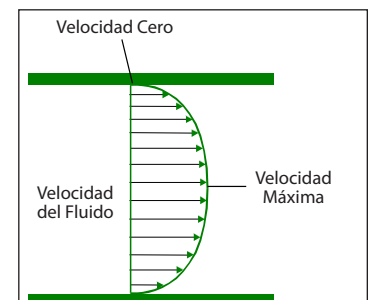


Figure 2. Perfil de Velocidad

Esto obliga a que el caudal que discurre por el centro de la misma fluya alrededor de ese cono. Esta geometría presenta muchas ventajas con respecto a los tradicionales medidores concéntricos de DP. La forma del cono se ha venido evaluando y probando constantemente durante más de diez años para que ofrezca el mejor rendimiento en distintas circunstancias.

Es preciso entender el concepto de perfil de flujo en una tubería para comprender el rendimiento del V-Cone. Si el caudal que pasa por una tubería larga no presenta obstrucciones ni perturbaciones, se trata de un flujo bien desarrollado. Si se trazara una línea perpendicular a este flujo bien desarrollado, la velocidad en cada punto de esa línea sería distinta. Dicha velocidad será cero en la pared de la

tubería, máxima en el centro de dicha tubería, y cero de nuevo en la pared opuesta. Esto se debe a la fricción que se crea en las paredes de la tubería, que va frenando el fluido a medida que pasa. Como el cono está suspendido en el centro de la tubería, interactúa directamente con el “núcleo de alta velocidad” del flujo. El cono obliga al núcleo de alta velocidad a mezclarse con los flujos de menor velocidad que pasan más cerca de las paredes. Otros medidores de DP tienen aberturas centrales y no interactúan con este núcleo de alta velocidad. Esto confiere una importante ventaja al V-Cone cuando se trata de caudales bajos. Aunque disminuya el caudal, el V-Cone sigue interactuando con el flujo de mayor velocidad de la tubería. Otros medidores de presión diferencial pueden perder su señal útil de DP con flujos con los que el V-Cone continúa produciéndola.

En las instalaciones reales, los perfiles de flujo de las tuberías rara vez son los ideales. Hay muchas instalaciones donde se colocan medidores de flujo en caudales que no están bien desarrollados. Prácticamente cualquier cambio que se haga en las tuberías, ya sean codos, válvulas, reducciones, ampliaciones, bombas o derivaciones en T, puede suponer una perturbación para un flujo bien desarrollado. Intentar medir flujos perturbados puede crear errores sustanciales en otras tecnologías de medición de flujo. El V-Cone, sin embargo, resuelve este problema modificando el perfil de velocidad aguas arriba del cono, gracias a la forma contorneada de este y a su posición dentro la línea. A medida que el flujo se aproxima al cono, el perfil del flujo se “aplana”, tomando la forma de un perfil bien desarrollado.

El V-Cone puede aplanar el perfil de flujo en condiciones extremas, como cuando se utilizan codos sencillos o codos dobles en distintos planos, colocados inmediatamente aguas arriba del medidor. Esto significa que, aunque se aproximen al cono diversos perfiles de flujo, siempre habrá un perfil de flujo predecible en el cono, lo cual garantiza una medición precisa incluso en unas condiciones que no sean las ideales.

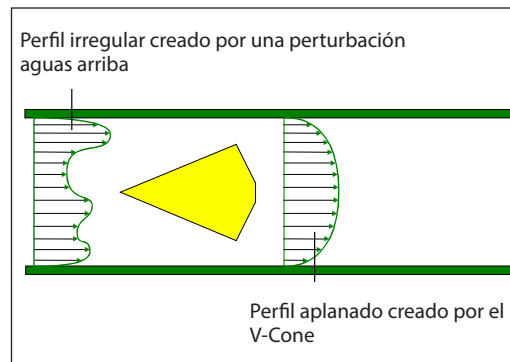


Figure 3. Perfil de Velocidad Aplanado

2.0 Características

2.1 Alta Precisión

La precisión de la lectura de flujo del elemento primario del V-Cone puede ser de hasta $\pm 0,5\%$, y la del Wafer-Cone® puede ser de hasta $\pm 1,0\%$. El nivel de precisión depende en cierto grado de los parámetros de la aplicación y de la instrumentación secundaria.

La definición de precisión como porcentaje del flujo real supone que la incertidumbre de medida está dentro del valor porcentual dado dentro del intervalo definido para el medidor de flujo.

2.2 Repetibilidad

Los elementos primarios del V-Cone y el Wafer-Cone presentan una repetibilidad excelente de $\pm 0,1\%$ o mejor.

La repetibilidad es la capacidad del medidor de flujo de repetir su precisión para un flujo dado.

2.3 Reducción de Caudal

La reducción de caudal causada por el V-Cone puede ser muy superior a la de los medidores de DP tradicionales. La reducción de caudal típica de un V-Cone es de 10 a 1, aunque se pueden conseguir reducciones mayores. Los flujos con números de Reynolds en torno a 8 000 producirán una señal lineal. Los flujos con números de Reynolds más bajos son medibles y repetibles, siempre que la presión diferencial medida se corrija con una curva obtenida mediante la calibración del instrumento en un intervalo específico de valores del número de Reynolds.

2.4 Requisitos de Instalación

Puesto que el V-Cone tiene la capacidad de aplanar el perfil de velocidad, se puede colocar mucho más cerca de las perturbaciones situadas aguas arriba que otros medidores de DP. Se recomienda instalar el V-Cone dejando de cero a tres diámetros de tubería recta aguas arriba, y de cero a un diámetro aguas abajo. Esto puede resultar beneficioso principalmente para aquellos usuarios que dispongan de las líneas más grandes y costosas, o para aquellos que utilicen tramos cortos. McCrometer ha llevado a cabo pruebas para verificar el rendimiento del V-Cone cuando se sitúa aguas abajo de un codo sencillo de 90°, y cuando se coloca aguas abajo de dos codos de 90° acoplados en diferentes planos. Estas pruebas demostraron que el V-Cone puede instalarse junto a codos sencillos o junto a dos codos colocados en planos distintos sin sacrificar su precisión.

Para obtener recomendaciones específicas de instalación, consulte los apéndices.

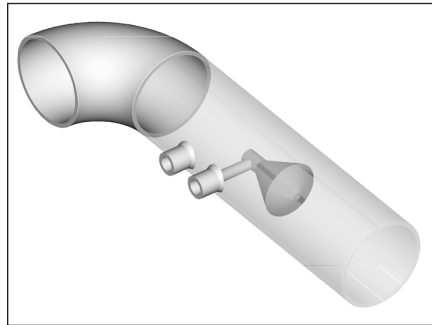


Figure 4. Codo Sencillo y V-Cone

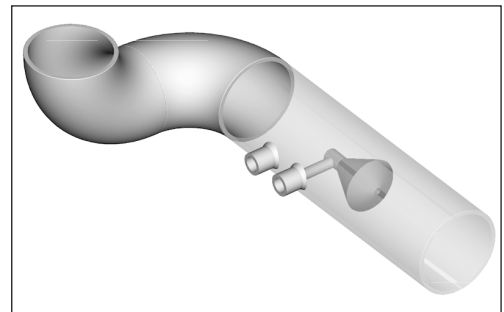


Figure 5. Codo Doble y V-Cone

2.5 Rendimiento a Largo Plazo

La forma contorneada del cono estrecha el flujo sin hacerlo impactar contra una superficie abrupta. A lo largo del cono se forma una barrera que aleja el fluido del borde beta. Esto implica que el borde beta no experimentará tanto el desgaste que suelen producir los fluidos con impurezas, como les sucede a las placas perforadas. La relación beta no se alterará, y la calibración del medidor mantendrá su precisión durante mucho más tiempo.

2.6 Estabilidad de la Señal

Todo medidor de presión diferencial produce un “rebote de señal”. Esto significa que, aunque el flujo sea constante, la señal que genera el elemento primario fluctuará en cierta medida. En una placa perforada típica, los vórtices que se forman inmediatamente después de la placa son alargados. Estos vórtices alargados crean en la placa perforada una señal de alta amplitud y baja frecuencia, que podría perturbar las lecturas de presión diferencial del medidor. El V-Cone crea vórtices muy cortos a medida que el flujo rebasa el cono. Estos vórtices cortos crean una señal de baja amplitud y alta frecuencia, lo cual se traduce en una señal muy estable del V-Cone. En la Figura 6 se muestran las señales características de un V-Cone y de una placa perforada típica.

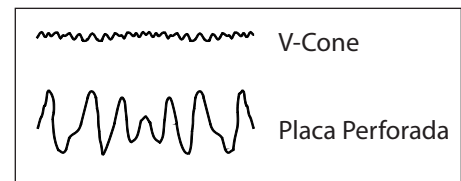


Figure 6. Estabilidad de la Señal

2.7 Baja Pérdida de Presión Permanente

Como no se produce impacto contra una superficie abrupta, la pérdida de presión permanente es inferior a la de un medidor de placa perforada típico. Además, la estabilidad de la señal del V-Cone permite que la señal de presión diferencial de la escala completa recomendada del V-Cone sea inferior a la de otros medidores de DP, reduciendo así la pérdida de presión permanente.

2.8 Dimensionamiento

La exclusiva geometría del V-Cone permite un amplio intervalo de relaciones beta. Los valores de las relaciones beta estándar oscilan entre 0,45, 0,55, 0,65, 0,75 y 0,80.

2.9 Ausencia de Zonas de Acumulación

El diseño de "barrido" del cono no permite la presencia de zonas de acumulación donde se podrían amontonar residuos, condensación o partículas procedentes del fluido.

2.10 Mezclado

Los vórtices cortos descritos en la sección 2.6 mezclan muy bien el fluido inmediatamente aguas abajo del cono. En la actualidad, el V-Cone se emplea como mezclador estático en muchas aplicaciones en las que es necesario un mezclado instantáneo y completo.

2.11 Modelos de V-Cone

McCrometer ofrece dos tipos de elementos primarios de V-Cone: el V-Cone de tubo de precisión, y el Wafer-Cone. Los V-Cone de tubo de precisión están disponibles para tuberías de entre ½" y 150", y mayores, y los Wafer-Cone, para tuberías de entre 1" y 6".

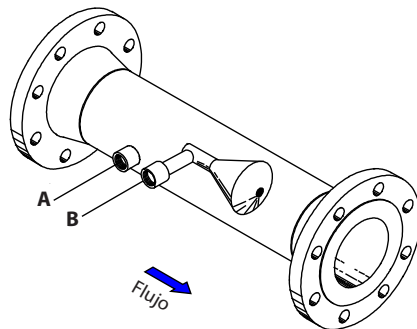


Figure 7. V-Cone de Tubo de Precisión

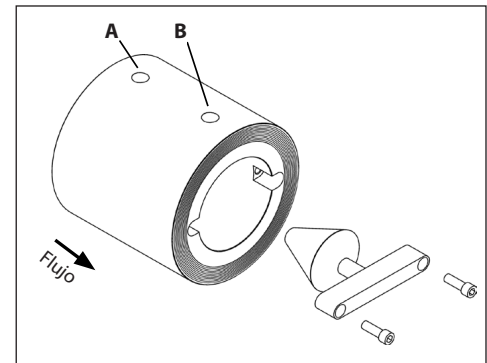


Figure 8. Wafer-Cone

3.0

Sistema de Medición de Flujo V-Cone Aplicación Data

3.1 Datos Sobre la Aplicación

El cliente deberá proporcionar los parámetros de la aplicación a fin de seleccionar el medidor de flujo V-Cone adecuado. McCrometer dispone de una extensa base de datos sobre el rendimiento de los medidores según las propiedades de los fluidos, que puede utilizarse para determinar los tamaños más adecuados.

3.2 Cálculos de Flujo

Nomenclatura

Símbolo	Descripción	Unidades Inglesas	Unidades Métricas
α	Expansión Térmica del Material α o α_{conor} , $\alpha_{\text{caño}}$ (alfa)	$^{\circ}\text{R}^{-1}$	$^{\circ}\text{R}^{-1}$
β	Relación Beta	-	-
C_D	Coefficiente del medidor de flujo	-	-
d	Diámetro Externo del Cono	in	mm
D	Diámetro Interno del Caño	in	mm
ΔP	Presión Diferencial (DP)	inWC	mbar
ΔP_{max}	Presión Diferencial Máxima de Dimensionamiento	Vea la nota 4	Vea la nota 4
F_a	Factor de Expansión Térmica del Material	-	-
k	Exponente Isentrópico del Gas	-	-
k_1	Constante de Flujo	$\sqrt{\frac{\text{lbm} \cdot \text{ft}^3}{\text{s}^2 \cdot \text{inWC}}}$	$\sqrt{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^3}{\text{s}^2 \cdot \text{mbar}}}$
k_2	Constante Simplificada del Flujo de Líquido	Vea la nota 4	Vea la nota 4
μ	Viscosidad	cP	cP
P	Presión de Funcionamiento	psiA	barA
P_b	Presión de Base	psiA	barA
Q	Flujo Real de Volumen	ACFS	m^3/s
Q_{max}	Caudal Máximo de Flujo de Dimensionamiento	Vea la nota 4	Vea la nota 4
Q_{STD}	Flujo Estándar del Volumen de Gas	SCFS	Nm^3/s
Re	Número de Reynolds	-	-
ρ	Densidad de Flujo (rho)	lbm/ft^3	kg/m^3
ρ_{agua}	Densidad del Agua	62.3663 lbm/ft^3	999.012 kg/m^3
S_g	Gravedad Específica del Gas	-	-
S_L	Gravedad Específica del Líquido	-	-
T	Temperatura de Funcionamiento	$^{\circ}\text{R}$	K
T_b	Temperatura de Base	$^{\circ}\text{R}$	K
T_d	Desvío de la Temperatura Estándar ($^{\circ}\text{R}$)	$T_d = T - 527.67$	$T_d = T - 527.67$
U_1	Conversión de Unidades	0.0360912 psiA/inWC	0.001 barA/mbar
U_2	Conversión de Unidades	144 in^2/ft^2	1,000,000 mm^2/m^2
U_3	Conversión de Unidades	167.213 $\text{lbm}/\text{s}^2 \text{ft inWC}$	100 $\text{kg}/\text{m}^2 \text{mbar}$
U_4	Conversión de Unidades	124.0137 cP ft s / lbm	1
U_5	Conversión de Unidades	2.6988 $^{\circ}\text{R lbm} / \text{ft}^3 \text{psiA}$	348.338 K $\text{kg} / \text{m}^3 \text{barA}$
v	Velocidad	ft/s	m/s
Y	Factor de Expansión de Gases	-	-
Z	Compresibilidad del Gas	-	-
Z_b	Compresibilidad de Gas Base	-	-

Cálculos de Flujo (continuación)

3.2.1	Relación Beta del V-Cone	$\beta = \sqrt{1 - \frac{d^2}{D^2}}$	β del informe de dimensionamiento
3.2.2	Constante de Flujo	$k_1 = \frac{\pi \cdot \sqrt{2 \cdot U_3}}{4 \cdot U_2} \cdot \frac{D^2 \cdot \beta^2}{\sqrt{1 - \beta^4}}$	
3.2.3	Factor de Expansión Térmica del Material	$F_a = 1 + 2 \cdot \alpha \cdot T_d$	Vea la nota 1
3.2.4	Factor de Expansión Térmica del Material Si el cono y el caño principal son de Materiales Diferentes	$F_a = \frac{D^2 - d^2}{[(1 - \alpha_{pipe} \cdot T_d) \cdot D]^2 - [(1 - \alpha_{cone} \cdot T_d) \cdot d]^2}$	Vea la nota 1
3.2.5	Velocidad de la Cañería	$v = \frac{4 \cdot U_2 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$	
3.2.6	Número de Reynolds	$Re = U_4 \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\mu}$	Número sin dimensiones que se puede usar para correlacionar la calibración del medidor en diferentes fluidos
3.2.7	Factor de Expansión del Gas del V-Cone	$Y = 1 - (0.649 + 0.696 \cdot \beta^4) \frac{U_1 \cdot \Delta P}{k \cdot P}$	Para Líquidos Y = 1
3.2.8	Factor de Expansión de Gases de Wafer	$Y = 1 - (0.755 + 6.78 \cdot \beta^8) \frac{U_1 \cdot \Delta P}{k \cdot P}$	Para Líquidos Y = 1
3.2.9	Densidad del Líquido	$\rho = \rho_{\text{agua}} \cdot S_L$	
3.2.10	Densidad del Gas	$\rho = U_5 \frac{S_g \cdot P}{Z \cdot T}$	
3.2.11	Caudal de Flujo Real de Volumen	$Q = F_a \cdot C_D \cdot Y \cdot k_1 \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$	Vea las notas 2, 3 y 5
3.2.12	Caudal de Flujo Estándar del Volumen de Gas	$Q_{STD} = Q \cdot \left(\frac{P \cdot T_b \cdot Z_b}{P_b \cdot T \cdot Z} \right)$	Convierte el flujo real en flujo estándar en las condiciones de base

3.3 Cálculos Simplificados para Líquidos

3.3.1	Constante Simplificada del Flujo de Líquido	$k_2 = \frac{Q_{\max}}{\sqrt{\Delta P_{\max}}}$	Vea la nota 4
3.3.2	Caudal de Flujo Simplificado del Líquido	$Q = k_2 \sqrt{\Delta P}$	Vea la nota 4

Notas:

1. Expansión térmica del material. Las ecuaciones de expansión térmica corrigen los cambios dimensionales que tienen lugar cuando la temperatura de funcionamiento se desvía de la temperatura de base, de 68° F (véanse las secciones 3.2.3 y 3.2.4) El factor F_a puede excluirse de la ecuación de flujo si la temperatura de funcionamiento es:

$< 100^\circ$ Fahrenheit, $< 559,67^\circ$ Rankine, $< 37,78^\circ$ Celsius, $< 310,93$ K.

Si el factor F_a es significativo y la temperatura de funcionamiento es estable, entonces puede utilizarse un valor constante de F_a . Si el factor F_a es significativo, pero la temperatura de funcionamiento es variable, entonces debe calcularse un factor F_a antes de cada cálculo de flujo.

2. Coeficiente de descarga. Los coeficientes de descarga pueden incluirse en las ecuaciones de flujo mediante diversos métodos. Los métodos típicos son: C_D promedio, C_D tabulado, o C_D datos ajustados. Si se utiliza un C_D tabulado o datos ajustados, deben hacerse cálculos adicionales basados en el número de Reynolds (véanse los ejemplos de procesos 3d y 5b).

3. Líquidos. Proceso típico de cálculo

a. Datos: D, β, ρ, C_D , y la lectura de ΔP

Calcular: 3.2.2, 3.2.11

b. Datos: D, β, ρ, C_D , y la lectura de $\Delta P, T$

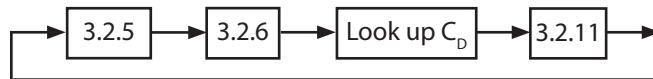
Calcular: 3.2.2, 3.2.3 ó 3.2.4 si es preciso, 3.2.11

c. Datos: D, β, S_v, C_D , y la lectura de $\Delta P, T$

Calcular: 3.2.2, 3.2.3 ó 3.2.4 si es preciso, 3.2.9, 3.2.11

d. Datos: D, β, μ, ρ, C_D tabulado, y la lectura de ΔP

Calcular: C_D (definido inicialmente) = 0,8, 3.2.2, 3.2.3 ó 3.2.4 si es preciso, 3.2.11



Repetir hasta que el caudal difiera del último cálculo en $<0,01\%$

4. Cálculo simplificado para líquidos. El cálculo simplificado para líquidos puede emplearse si la temperatura de funcionamiento es estable y el coeficiente C_D es constante. La constante de flujo simplificada (k_2) se puede calcular a partir de la ecuación 3.3.1 utilizando la hoja de dimensionamiento según la aplicación del V-Cone. Después se puede calcular el caudal mediante la ecuación 3.3.2. Las unidades de medida serán las mismas que las que aparecen en la hoja de dimensionamiento según la aplicación del V-Cone.

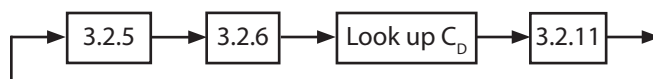
5. Gases y vapor de agua. Proceso típico de cálculo:

a. Datos: $D, \beta, \mu, S_{gr}, Z, k, C_D$, y lecturas de $\Delta P, P, T$

Calcular: 3.2.2, 3.2.3 ó 3.2.4 si es preciso, 3.2.7 ó 3.2.8, 3.2.10, 3.2.11

b. Datos: $D, \beta, \mu, S_{gr}, Z, k, C_D$ tabulado, y lecturas de $\Delta P, P, T$

Calcular: C_D (definido inicialmente) = 0,8, 3.2.2, 3.2.3 ó 3.2.4 si es preciso, 3.2.7 ó 3.2.8, 3.2.10, 3.2.11



Repetir hasta que el caudal difiera del último cálculo en $<0,01\%$

- Propiedades del fluido. Ciertas propiedades de los fluidos, tales como la velocidad, la compresibilidad y el exponente isentrópico, varían con la temperatura y, hasta cierto punto, con la presión. En los cálculos anteriores, la viscosidad podría afectar al valor de CD seleccionado, la compresibilidad influye directamente sobre la densidad, y el exponente isentrópico afecta al factor Y, aunque débilmente. La industria de la instrumentación utiliza muchos métodos distintos para calcular el flujo. El ingeniero de aplicación de McCrometer y el cliente deben determinar qué propiedades del fluido se calculan dadas unas condiciones específicas de flujo, y qué propiedades se mantienen constantes.

3.4 Dimensionamiento Según la Aplicación

Cada V-Cone se fabrica de acuerdo a su aplicación específica. Antes de su fabricación, cada V-Cone se "dimensiona" conforme a los parámetros físicos de la aplicación. El dimensionamiento por ordenador utiliza como base los datos de la aplicación para predecir el rendimiento del V-Cone. El proceso de dimensionamiento determina la presión diferencial de escala completa, el intervalo de flujo de trabajo, la precisión esperada, y la pérdida de presión prevista.

3.5 Calibración

McCrometer dispone de cuatro líneas de prueba para el V-Cone, y puede calibrar medidores de entre 1/2" y 48" con un alto grado de precisión.

Líneas de prueba:

Ubicación	Tipo	Tamaño	Caudal	Fluido
Hemet, CA	Gravimétrico	entre 1/2" y 3"	195 GPM	Agua
Hemet, CA	Gravimétrico	entre 3" y 16"	3 100 GPM	Agua
Hemet, CA	Estándar de transferencia	entre 1/2" y 2"	150 SCFM	Aire
Porterville, CA	Volumétrico	entre 16" y 48"	40 000 GPM	Agua

McCrometer recomienda que se calibre cada medidor V-Cone. La precisión óptima se consigue cuando se efectúa una calibración completa de caudal. Para aplicaciones con un número de Reynolds alto, tal vez sea necesario hacer una calibración externa con gas. Como alternativa, McCrometer ha desarrollado un método para que el propietario extrapole con precisión los datos de calibración del flujo. En los casos en que el medidor no puede calibrarse, McCrometer utiliza los datos recogidos durante 20 años o más para calcular el C_f del medidor.

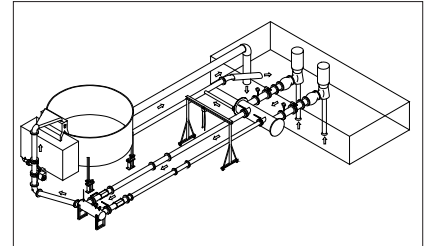


Figure 9. Instalación de Calibración 40k Gravimétrico

3.6 Materiales de Fabricación

Todos los materiales de fabricación de los medidores de flujo V-Cone están certificados. Los fabricantes que suministran materiales a McCrometer nos facilitan informes certificados de pruebas de materiales, que contienen la composición de los materiales y las calidades de material aplicables. Si así lo solicitan, podemos entregar a nuestros clientes copias de estos informes de pruebas de materiales. Véase la sección 6 para obtener información sobre los materiales típicos de construcción. Los Wafer-Cone también se pueden adquirir junto con sus informes de pruebas de materiales. Estos informes se deben solicitar expresamente en el momento de efectuar el pedido.

3.7 Distribuidores de Válvulas

McCrometer recomienda incluir un distribuidor de tres o cinco válvulas en el sistema de medición de flujo V-Cone. Los distribuidores permiten la calibración en línea de los transmisores, el aislamiento de los transmisores con respecto de las líneas de transmisión sin tener que despresurizar la línea, y la purga en línea de las líneas de transmisión.

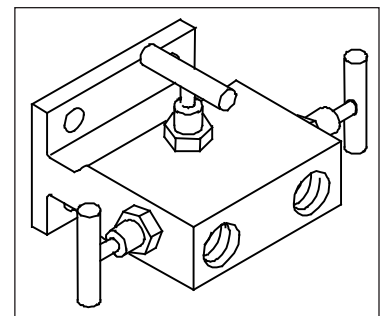


Figure 10. Manifold

3.8 Instrumentación Secundaria y Terciaria

Un transmisor de presión diferencial mide la señal de DP procedente del elemento primario. Tras medirla, el transmisor genera otra señal electrónica que después es interpretada por un monitor de flujo u otro sistema de control de procesos. Cuando se trata de fluidos compresibles, generalmente es necesario medir la presión y la temperatura de la línea para conseguir unas medidas precisas del flujo. McCrometer ofrece los siguientes instrumentos para la medición de flujos: transmisores de presión diferencial, computadoras de flujos, y sensores de presión y temperatura para la medición de flujos masivos.

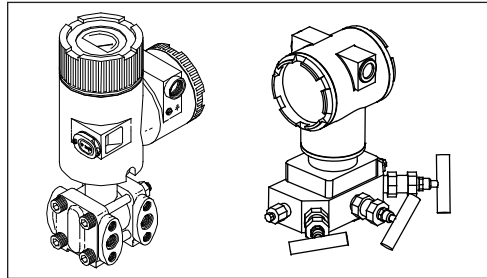


Figure 11. Transmisor de DP Típico con Distribuidor de Válvulas

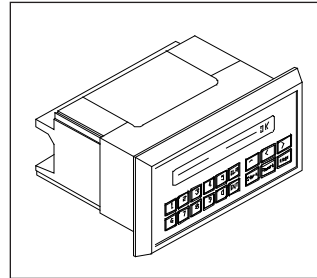


Figure 12. Computadora de Flujo

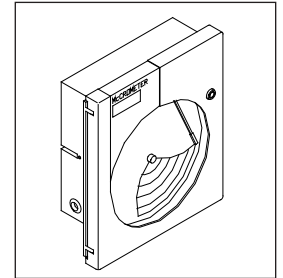


Figure 13. Registrador de Flujo

3.9 Etiqueta del Medidor

Cada V-Cone lleva una etiqueta informativa fijada al cuerpo del tubo. A continuación se presenta un ejemplo de etiqueta estándar y otro de la que muestra la certificación PED.

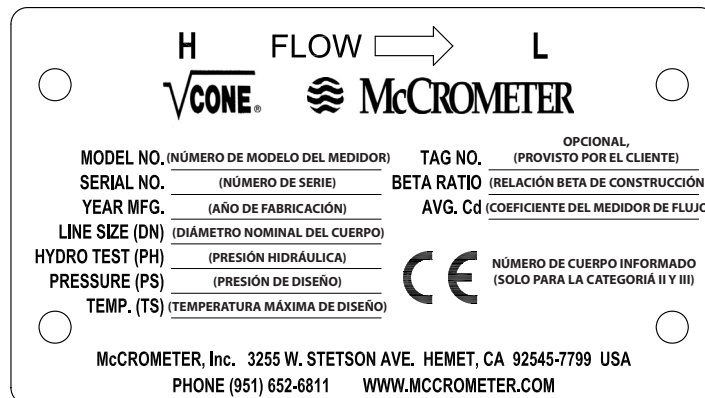
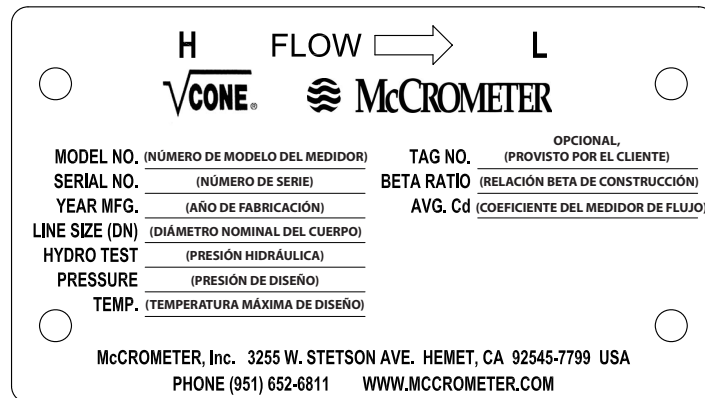


Figure 14. Examples of information tags

4.0

Instalación



4.1 Objetivo

Esta sección ofrece recomendaciones para efectuar conexiones de tubos de impulso que permitan que la presión diferencial que genere el V-Cone se transmita al dispositivo secundario, normalmente un transmisor de presión diferencial. Los métodos de conexión se han concebido con el fin de reducir al mínimo los errores en la señal de presión.

4.2 Seguridad

La señal de presión diferencial debe transmitirse de manera segura, por el interior de las tuberías, los tubos o el bloque distribuidor, hasta el dispositivo secundario. El fluido que circula entre los dispositivos primario y secundario debe estar confinado de manera segura, para lo cual son precisas una adhesión estricta a las normativas y códigos aplicables, una selección adecuada de los materiales utilizados, incluido el de las juntas, y una metodología de fabricación aceptable.



¡ADVERTENCIA! Cuando instale las líneas de impulso en las tomas de alta y baja presión, no utilice NUNCA metales distintos para cada una de ellas, ya que esto puede ocasionar corrosión y la consiguiente ruptura de la línea de impulso, así como causar heridas graves, o incluso la muerte.

- Toda persona que realice instalaciones, inspecciones o labores de mantenimiento de medidores de flujo McCrometer deberá conocer las configuraciones de tuberías así como los sistemas sometidos a presión.
- Los orificios de alta y baja presión y/o los orificios de los instrumentos opcionales pueden estar equipados con tapones protectores de rosca plástica. Es preciso quitarlos para presurizar el sistema. No hacerlo podría dar lugar a heridas graves.
- Antes de ajustar o desmontar cualquier medidor, asegúrese de que el sistema se ha despresurizado por completo. ¡No intente nunca desmontar un medidor sometido a presión!
- Sea prudente cuando levante los medidores. Estos pueden causar heridas graves si se levantan de manera incorrecta o se dejan caer.
- Cuando trabaje con un medidor, utilice solo las herramientas necesarias y las más adecuadas.
- Asegure debidamente todas las conexiones antes de poner en marcha el sistema. Manténgase a una distancia de seguridad prudente respecto del medidor durante la puesta en marcha del sistema.
- En los medidores que se utilizan con petróleo, gas y otros servicios inflamables, se necesita una conexión a tierra para evitar posibles descargas de electricidad estática.

4.3 Desembalaje

McCrometer comprueba e inspecciona todos los productos durante su fabricación y antes de su envío. Sin embargo, debe inspeccionar el medidor y los accesorios en el momento de desembalarlos para detectar cualquier desperfecto que pueda haberse producido durante el envío. Si tiene cualquier pregunta relacionada con la tramitación o con el medidor del flujo, póngase en contacto con su representante de McCrometer.

4.4 Orientación

Cada V-Cone lleva una etiqueta que indica el sentido del flujo a través del medidor. En la mayor parte de los tamaños, la línea central de las tomas piezosensibles se encuentra situada a una distancia de 2,12". La toma de alta presión se encuentra aguas arriba, y la de baja presión, aguas abajo. Por favor, consulte la figura 15. Esta información es necesaria a la hora de conectar el dispositivo de medición de presión diferencial.

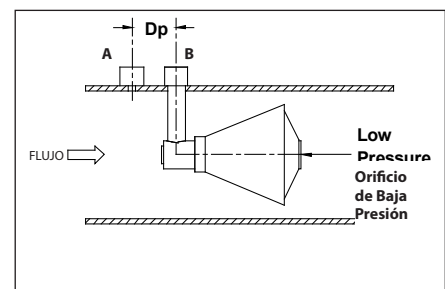


Figure 15. Orificios de Alta y Baja Presión

4.5 Especificación de Tuberías

La tubería, tubo o distribuidor instalado entre los elementos primario y secundario debe cumplir las normativas, reglamentos y códigos de prácticas nacionales y locales. La especificación de tuberías de proceso incluirá la especificación de la válvula de aislamiento (o válvula de bloqueo) más cercana al elemento primario. La especificación de las tuberías o tubos que deben situarse entre esta válvula de aislamiento y el dispositivo secundario, incluyendo cualquier válvula adicional que deba instalarse, puede diferir de la especificación de tuberías para las válvulas de aislamiento raíz (primarias). A menudo estas diferencias justifican la utilización de líneas de impulso de un tamaño más reducido, y explican la presencia de unas temperaturas más bajas en esas líneas.

Es posible que sea necesario realizar una prueba hidrostática o neumática en el sistema de tuberías para comprobar la integridad de las partes del sistema sometidas a presión.

Los incumplimientos (cambios) en cuanto a la especificación de tuberías en las líneas situadas entre la parte del proceso (primaria) y la parte del instrumento (secundaria) suelen producirse en la válvula de aislamiento del proceso (válvula raíz), en su extremo de conexión secundaria. Si lleva bridas, entonces el incumplimiento de la especificación tendrá lugar en la cara de contacto de la brida de la parte secundaria.

4.6 Requisitos de las Tuberías

Se recomienda instalar el V-Cone dejando de cero a tres diámetros de tubería recta sin obstrucciones aguas arriba del medidor, y de cero a un diámetro aguas abajo del mismo. Por "diámetro" se entiende el tamaño nominal del tramo de tubería.

McCrometer, en colaboración con diversas instalaciones de pruebas independientes, ha probado el V-Cone en distintas configuraciones de tubería habituales. Estas pruebas han demostrado que el V-Cone cumple las especificaciones de precisión incluso acoplado a codos sencillos de 90° o a codos dobles de 90° en distintos planos. El V-Cone también puede utilizarse en líneas ligeramente mayores que el tubo del medidor.

En aquellas aplicaciones donde el tubo del medidor sea mayor que la línea adyacente, por ejemplo, en tuberías revestidas de cemento, el usuario debe consultar al fabricante para informarse de otros requisitos de instalación adicionales.

4.7 Válvulas de Aislamiento (o de Bloqueo)

Para tener el mejor acceso a las tuberías de impulso y a los elementos secundarios para poder realizar labores de mantenimiento, se recomienda que las válvulas de bloqueo raíz se instalen en la posición inmediatamente adyacente a las tomas de presión del V-Cone. Si existe la posibilidad de que las líneas de impulso se llenen de líquido, las válvulas de bloqueo raíz deben instalarse de modo que no impidan el movimiento del fluido y su adecuado asentamiento, por lo que tal vez sea necesario instalar estas válvulas sobre líneas en pendiente.

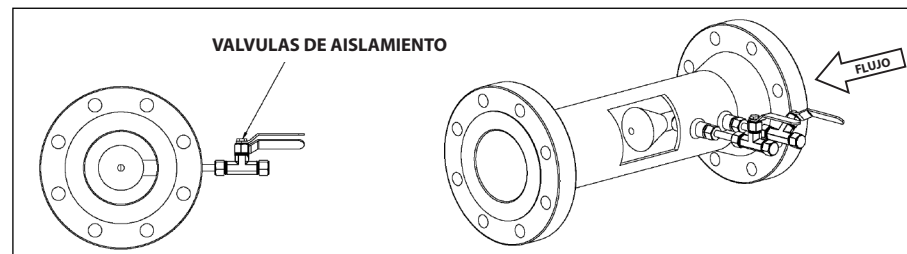


Figure 16. Válvulas de Aislamiento (o de Bloqueo)

Al especificar las válvulas de aislamiento raíz, resultará práctico tener en cuenta lo siguiente:

- La válvula debe estar indicada para la presión de funcionamiento de la tubería.
- Es preciso elegir cuidadosamente tanto la válvula como el embalaje, especialmente en caso de fluidos peligrosos o corrosivos, y con gases como el oxígeno.
- Se deben escoger válvulas que no afecten a la transmisión de la señal de presión, especialmente cuando esa señal esté sujeta a cierto grado de fluctuación.

Se recomienda utilizar válvulas de bola y de compuerta para esta aplicación. **No** se recomienda emplear válvulas de bloqueo tipo globo para las líneas de transmisión de presión diferencial.

4.8 Distribuidores de Válvulas

Se suelen instalar distribuidores de válvulas que permitan hacer funcionar el dispositivo secundario, calibrarlo, y resolver los problemas que surjan con el mismo sin necesidad de desmontarlo. En la Figura 18 se muestra una configuración típica con distribuidor de válvulas.

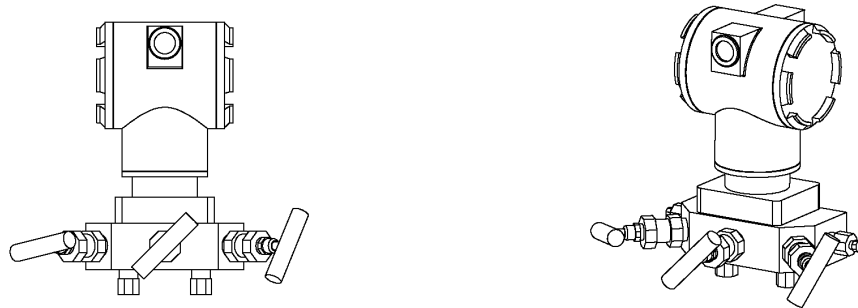


Figure 17. Bloque Distribuidor de 3 Válvulas Montado con un Transductor de Presión Diferencial

Estos distribuidores se utilizan:

- Para aislar el dispositivo secundario con respecto de las líneas de impulso.
- Para abrir una vía (desviación) entre los lados de alta y baja presión del dispositivo secundario. El cero del dispositivo secundario (ausencia de señal de flujo) puede ajustarse a la presión de funcionamiento teniendo una válvula de bloqueo cerrada y la(s) válvula(s) de desviación abierta(s).
- Para descargar o ventilar el dispositivo secundario y/o las tuberías de impulso hacia la atmósfera.
- Puede utilizarse un distribuidor de cinco válvulas para conectar el dispositivo secundario a un "peso muerto" u otro calibrador de referencia que permita la calibración "in situ" del dispositivo de presión diferencial.

Los distribuidores de válvulas manufacturados reducen costes y ahorran espacio al integrar las válvulas y las conexiones necesarias en un solo bloque. Los distribuidores de válvulas deben instalarse con la orientación que indique el fabricante, a fin de evitar posibles errores originados por bolsas de gas o líquido que puedan acumularse en el cuerpo del aparato.

4.9 Instalación

Se debe elegir un diseño que minimice la distancia entre los dispositivos primario y secundario, al tiempo que proporcione la refrigeración necesaria para la protección del dispositivo secundario en el caso de aplicaciones tales como las que trabajan con vapor de agua. Las tuberías de conexión también suelen recibir el nombre de "líneas de impulso", "líneas de detección", "líneas del aparato", "tubos del instrumento", "tuberías del instrumento" o "tuberías de presión diferencial".

El diseño completo de la instalación del medidor de flujo, incluidos los elementos secundarios, debería tener en cuenta y facilitar la posterior solución de problemas con el instrumento y su calibración. Para

ello, es preciso que se pueda acceder a las líneas de impulso, a las válvulas, al distribuidor de válvulas y al dispositivo secundario. Las instalaciones que permitan acceder a estos elementos no deben poner en peligro la precisión de la medición por añadir líneas de impulso excesivamente largas ni demasiados acoplamientos.

NOTA: Las tuberías de impulso deben ser lo más cortas que resulte posible, para que las mediciones sean precisas. Si las tuberías son largas y complejas, se incrementan las incertidumbres y hay más oportunidades de obturación, lo cual da lugar a una pérdida de control y puede suscitar situaciones peligrosas. Todo buen diseño permitirá, de manera natural, la descarga de líquidos y la ventilación de gases que pueda haber en las líneas de impulso.

Nota: Por regla general, los líquidos caen y los gases se elevan, y esto determina la orientación de las tuberías.

Cualquier diferencia de altura entre las tomas de presión del dispositivo primario y el dispositivo secundario dará lugar a una diferencia de presión entre los dos extremos de las líneas de impulso como consecuencia de la presión hidrostática de la columna de líquido en las mismas. Las líneas de impulso deben instalarse de tal modo que la presión hidrostática en las dos líneas de impulso sea idéntica. Si los fluidos de las dos líneas no tienen la misma densidad, se produce una diferencia de presión. Las diferencias en cuanto a densidad se derivan de las diferencias de temperatura existentes entre los fluidos que circulan por las dos líneas de impulso. Se recomienda que, si es posible, las dos líneas de impulso se sujeten una con otra, y que, si se aíslan, se haga de forma conjunta. Cuando en las dos líneas de impulso haya fluidos que no sean idénticos también pueden producirse diferencias de densidad, que deberían evitarse.

4.10 Tomas de Presión

La toma de presión forma parte del dispositivo primario. La presión de la línea, necesaria para el cálculo del caudal, se mide desde la toma de presión situada aguas arriba.

4.11 Sellos Remotos o Sellos Químicos

En aplicaciones con mucha suciedad, pueden utilizarse unos sellos de diafragma con líquido de llenado que constituyen una barrera física y que reciben el nombre de sellos remotos o sellos químicos. La desviación del diafragma exige cierta fuerza adicional que debe tenerse en cuenta en el proceso de calibración. Los diafragmas agregan una incertidumbre significativa a la lectura de la mayoría de los medidores de presión diferencial.

Estos errores se reducen utilizando diafragmas más grandes y un buen diseño. Para garantizar la sensibilidad de la medición, los diafragmas típicos tienen un diámetro de 3" o 4" (80 o 100 mm). Se recomienda que las líneas de impulso o tubos capilares conectados a los sellos remotos sean de la misma longitud, y que estén situadas de manera que se reduzca su exposición a diferentes temperaturas.

4.12 Líneas de Impulso: Aspectos Generales

El diámetro exigido para las líneas de impulso depende de las condiciones del servicio. El diámetro interior no debería ser inferior a 1/4" (6 mm), y es preferible que sea de al menos 3/8" (10 mm). Lo mejor es que el diámetro interior no sea superior a 1" (25 mm). En aplicaciones con vapor de agua deberían utilizarse líneas con un diámetro interior de entre 3/8" (10 mm) y 1" (25 mm). La mayoría de los tubos del instrumento son de acero inoxidable 316, pero es posible que el acero Duplex sea el material más idóneo para las aplicaciones en alta mar, con vistas a evitar la corrosión salina de las tuberías.

Nota: En todos los casos, la compatibilidad química con el medio ambiente y con el medio del proceso resulta de vital importancia.

4.13 Líneas de Impulso: Industrias de Procesos

En la mayoría de las aplicaciones de control de procesos, la preocupación primordial es la fiabilidad. Si las tomas de presión o las líneas de impulso se taponan, entonces se pierde la señal de presión

diferencial. Esto puede dar lugar a pérdidas de control peligrosas o costosas. Las señales de flujo que se utilizan para gestionar la seguridad de los procesos deben ser muy fiables. En aplicaciones industriales se recomienda un diámetro interior mínimo de 5/8" (16 mm). Algunos usuarios incluso establecen el valor del diámetro interior mínimo en 3/4" (18 mm). Para temperaturas elevadas en servicios con vapor en condensación se ha establecido un diámetro interior de 1" (25 mm) para que el condensado fluya libremente. En tuberías pequeñas y con fluidos limpios, se pueden utilizar otros diámetros adecuados de menor tamaño. En todas las configuraciones se recomienda emplear líneas de impulso de acero inoxidable.

4.14 Líneas de Impulso: Aplicaciones con Vapor de Agua

El vapor de agua puede alcanzar una temperatura de hasta 1 500° F (815° C), que es muy superior a la que pueden tolerar los transmisores de presión diferencial estándar. Los transductores de presión diferencial estándar solo pueden soportar una temperatura de aproximadamente 200° F (93° C). Para aislar el transductor de esas temperaturas tan altas, las técnicas más comunes consisten en instalar una cámara de condensado en la línea, o colocar una rama de presión diferencial lo suficientemente larga como para permitir que la rama de detección se enfríe antes que el transmisor. En todas las configuraciones se recomienda emplear líneas de impulso de acero inoxidable.

Para garantizar que el transmisor de presión diferencial no se vea expuesto a temperaturas excesivas, es preciso que la longitud de la línea de impulso sea tal que la temperatura en el transductor esté por debajo de los 200° F (93° C). Para lograrlo se recomienda trabajar sobre la base de una caída de temperatura de 100° F (38° C) por cada pie (305 mm) de tubería de impulso. Sin embargo, el operador debe asegurarse de que se consigue la temperatura necesaria en el transmisor para las condiciones locales concretas.

4.15 Aislamiento

Algunas líneas calientes, o muy frías, precisan de aislamiento térmico para la protección del personal. También es posible que sea necesario aislar y calentar las líneas de impulso a fin de evitar la congelación o condensación indeseada. La cantidad de calor utilizada debe evitar la vaporización no deseada en el caso de líneas llenas de líquido, así como la condensación de vapores condensables. Es preferible agrupar las líneas de impulso de modo que estas se encuentren aproximadamente a la misma temperatura. Una buena práctica es tener el transmisor de presión diferencial alojado en una carcasa con control de temperatura, a fin de conseguir una medición precisa en entornos expuestos a altas variaciones de temperatura tales como plataformas en alta mar o emplazamientos desérticos.

4.16 Instalación en Tuberías Horizontales: Gas

Las tomas de presión del dispositivo primario deben estar situadas entre el eje horizontal y la parte superior de la tubería (entre las 3 y las 12 en punto, o entre las 9 y las 12), a menos que el fluido que se esté midiendo sea un vapor destinado a condensarse en el sistema secundario (véase la sección 4.19). Sin embargo, si el fluido es un "gas húmedo", es decir, un gas que contiene pequeñas cantidades de líquidos, las tomas deben ser verticales siempre que sea posible, a fin de facilitar el drenaje de líquidos del dispositivo secundario. Las líneas de conexión entre el dispositivo primario y el secundario deben colocarse en pendiente ascendente cuando se trate de gases. La inclinación recomendada para el drenaje automático es de un mínimo de 30°.

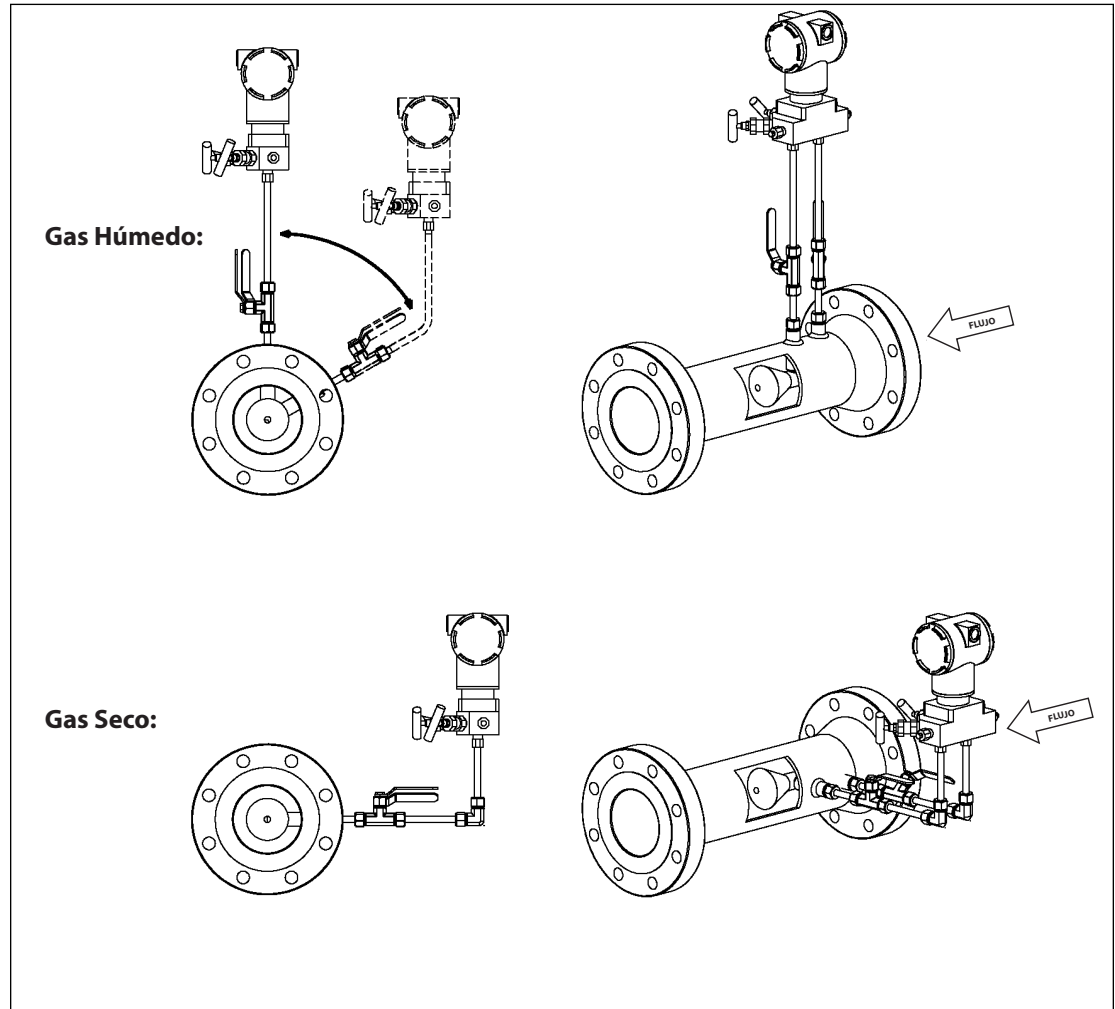


Figure 18. Instalación en Tuberías Horizontales para Aplicaciones con Gas

4.17 Instalación en Tuberías Horizontales: Líquidos

Las tomas de presión deben estar colocadas entre el eje horizontal y un ángulo de 60° por debajo del mismo (entre las 3 y las 5, o entre las 7 y las 9). En las tomas situadas en el punto muerto inferior pueden acumularse sólidos si se hallan presentes en el líquido, mientras que las tomas que se encuentren por encima de la horizontal acumularán aire o gases sin condensación. Las tomas no deberían estar situadas en ningún caso a más de 60° con respecto al plano horizontal.

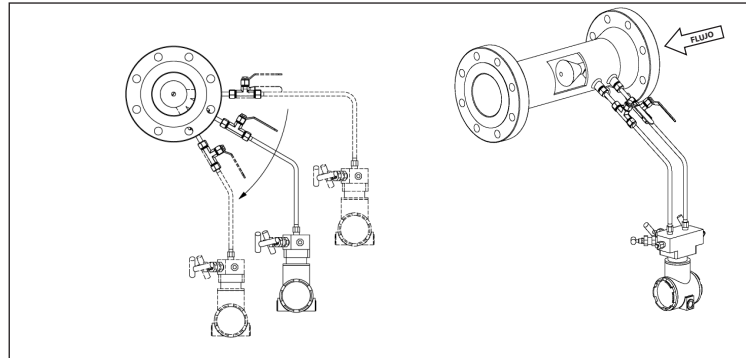


Figure 19. Instalación en Tuberías Horizontales para Aplicaciones con Líquidos

4.18 Instalación en Tuberías Horizontales: Vapores en Condensación

Esta es la aplicación con la que resulta más complicado instalar tuberías de presión diferencial, ya que exige una atención muy cuidadosa durante la instalación. El vapor de agua puede estar a una temperatura muy alta, lo cual puede estropear el transmisor; además, puede encontrarse en fase líquida o gaseosa, dependiendo de la temperatura y de la presión. Por esta razón, las tuberías de presión diferencial deben orientarse de tal manera que puedan funcionar con gas o con líquido en su interior.

Las tomas de presión deben situarse en el eje horizontal (en la posición de las 3 o las 9 en punto) del dispositivo primario. En aplicaciones con vapor caliente en condensación, como el vapor de agua, el fluido que circula por las líneas de impulso es líquido generado por condensación del vapor. En este caso, las tomas de presión deben ser horizontales, y las líneas de impulso deben estar orientadas hacia el transmisor de presión diferencial, tal como se indica en la Figura 20.

Existe el riesgo de que el dispositivo secundario, al ponerse en marcha, quede expuesto a la temperatura del vapor antes de que las líneas se llenen de condensado y se enfríen. En este caso, lo más prudente es conectar una derivación en T a la línea de impulso, a fin de que la línea de impulso y el dispositivo secundario se llenen de líquido (agua en caso de servicios con vapor) antes de la puesta en marcha (véase la Figura 20).

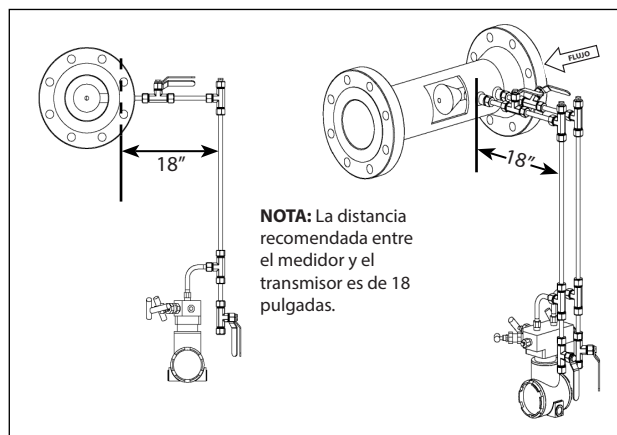


Figure 20. Instalación en Tuberías Horizontales para Aplicaciones con Vapores en Condensación (por ejemplo, Vapor de Agua)

Es posible que los sistemas criogénicos (a temperatura muy baja) precisen de diseños especiales que no se tratan aquí. Los líquidos de las líneas aislarán el dispositivo secundario de las temperaturas del fluido que circula por el dispositivo primario. La diferencia de temperatura puede ser considerable en una distancia corta de entre 100 mm (4") y 200 mm (8").

4.19 Instalación en Tuberías Verticales: Aspectos Generales

En el caso de las tuberías verticales, no suele haber problemas en cuanto a la posición radial de las tomas de presión. Al instalar el V-Cone, se debe tener mucho cuidado con la forma de disponer las tuberías para flujo vertical ascendente y para flujo vertical descendente. En esta sección se explica separadamente la instalación en tuberías verticales de flujo descendente y de flujo ascendente.

Nota: Por lo general, resulta más difícil colocar líneas de impulso en sistemas de tuberías verticales de tal modo que se consiga evitar que quede gas atrapado en las líneas de presión diferencial por las que circula un líquido, o que quede líquido atrapado en las líneas de presión diferencial por las que circula un gas.

4.20 Instalación en Tuberías Verticales: Flujo Ascendente

Con esta orientación, se debe poner extremo cuidado a fin de garantizar que no quede sustancia alguna, en ningún estado, atrapada en la toma situada aguas abajo, es decir, que no quede gas atrapado en un líquido, ni líquido atrapado en un gas. En aplicaciones en las que haya suciedad o humedad, como es el caso de los servicios con vapor de agua, es necesario instalar tomas de pared en un medidor V-Cone con flujo vertical ascendente.

4.21 Instalación en Tuberías Verticales: Gas

Con gases secos limpios sin condensación, en los que se garantiza que el cono no se puede llenar de líquido ni de suciedad, se pueden utilizar tomas estándar. La posición del transmisor no es crítica. Las líneas de transmisión pueden discurrir directamente hacia el transmisor, o bien primero en sentido horizontal y después hacia arriba o hacia abajo hasta el transmisor.

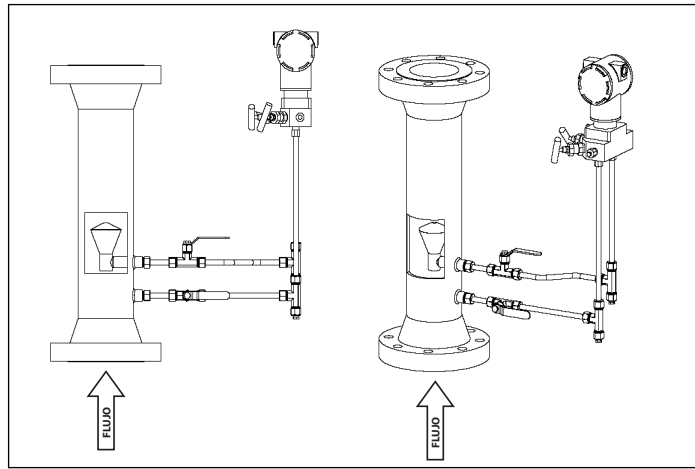


Figure 21. Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Ascendente para Aplicaciones con Gases Secos Limpios

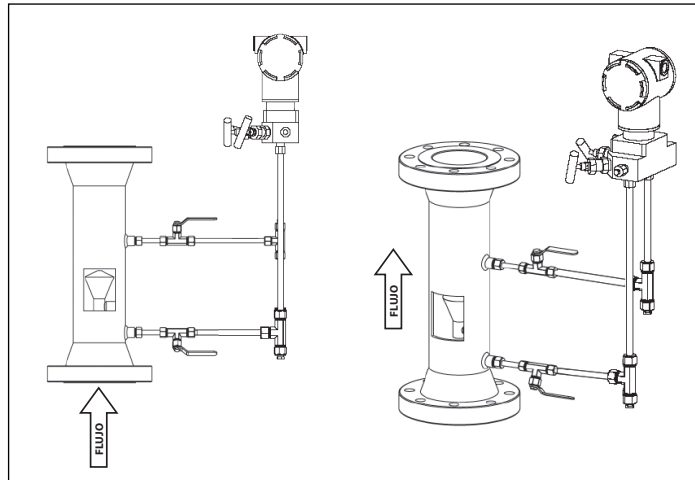


Figure 22. Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Ascendente para Aplicaciones con Gases Húmedos o Sucios (Tomas de Pared)

4.22 Instalación en Tuberías Verticales: Líquidos

En la mayoría de las aplicaciones de procesos debe darse por supuesto que puede haber gas o vapor mezclado en el líquido, incluso si el líquido es agua. En consecuencia, las tuberías deben permitir que el gas suba y vuelva a incorporarse al flujo del medio. Las tuberías de presión diferencial deberían salir del medidor horizontalmente y, tras recorrer la distancia más corta posible, bajar hasta el transmisor. El transmisor debería estar situado por debajo de ambas tomas. Nota: Es preciso utilizar tomas de pared cuando se miden líquidos sucios. Las tomas estándar solo deberían emplearse cuando se trata de líquidos limpios.

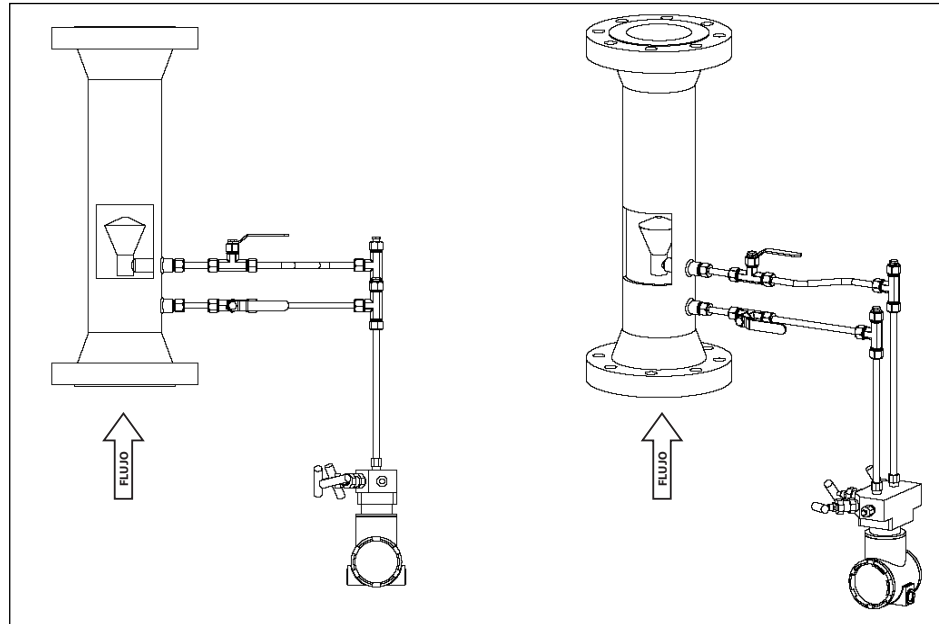


Figure 23. Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Ascendente para Aplicaciones con Líquidos Limpios

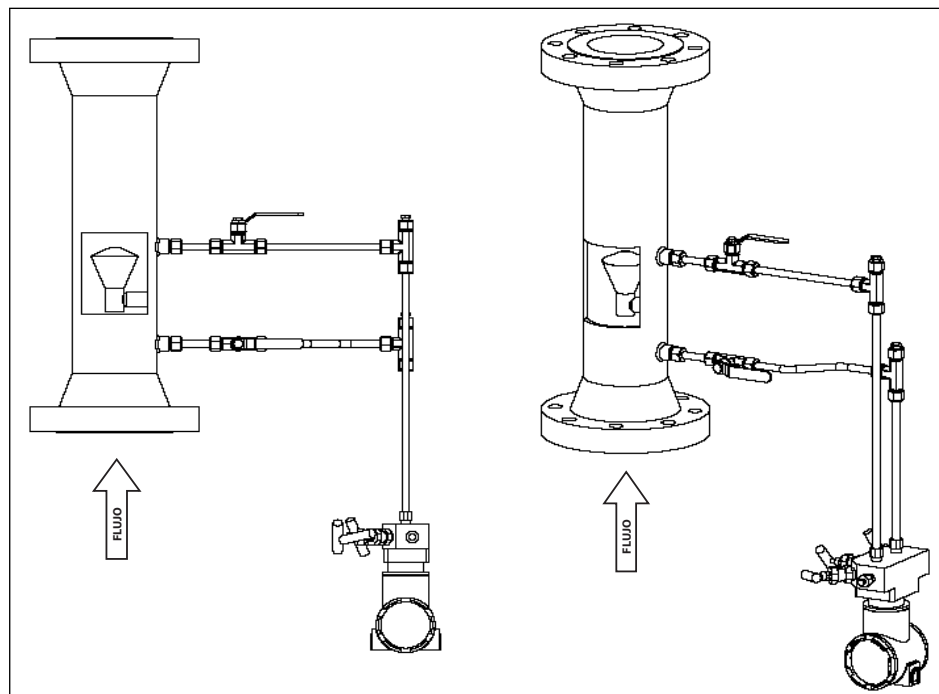


Figure 24. Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Ascendente para Aplicaciones con Líquidos Sucios (con Tomas de Pared)

4.23 Instalación en Tuberías Verticales: Vapores en Condensación, es decir, Vapor de Agua

Con vapores en condensación, se recomienda encarecidamente utilizar tomas de pared; esto evitará que el condensado se acumule en el cono o que se evapore y modifique la presión diferencial. Cada línea de impulso se extrae horizontalmente hasta una derivación en T. Esta distancia debería ser de un mínimo de 18" en el caso de vapor de agua saturado; y si se trata de vapor de agua sobrecalentado, debería ser lo suficientemente larga como para que la temperatura disminuya hasta que se encuentre por debajo del punto de saturación. La derivación en T permite instalar un tapón en la parte superior para que el líquido la llene, evitando así el sobrecalentamiento de la célula de presión diferencial. El bloque distribuidor debe colocarse justo debajo, a una distancia que permita mantener el transmisor de presión diferencial a una temperatura de funcionamiento segura.

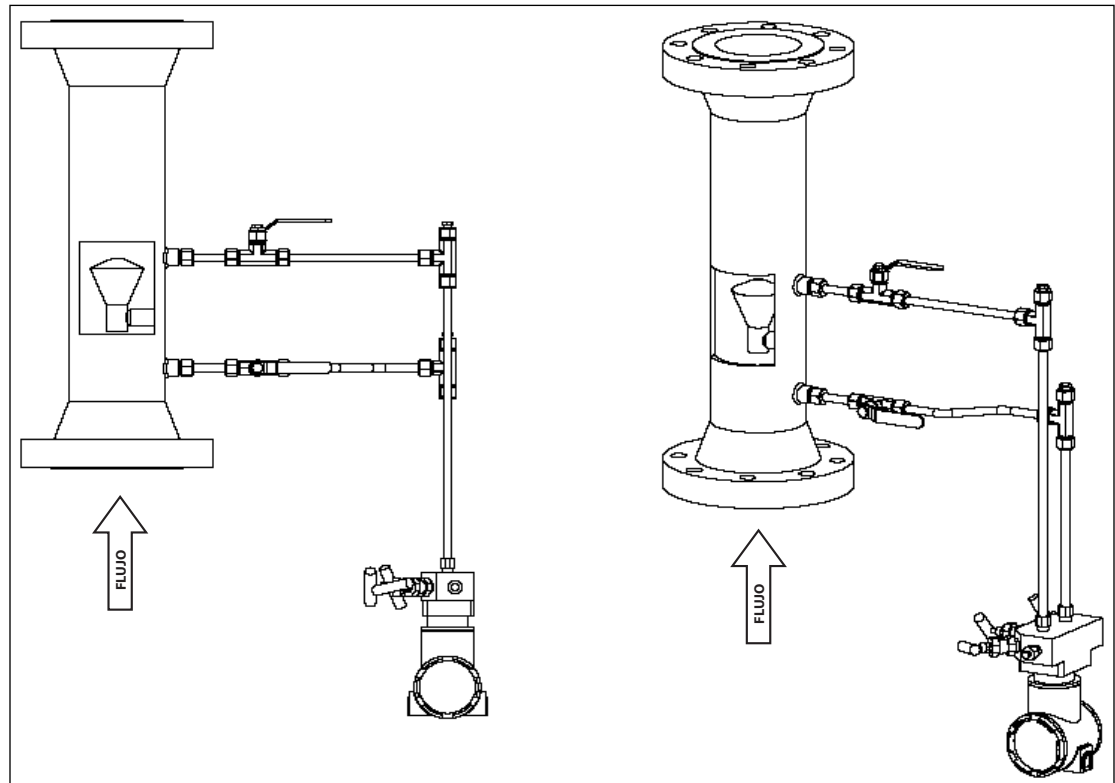


Figure 25. Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Ascendente para Aplicaciones con Vapores en Condensación (por ejemplo, Vapor de Agua)

4.24 Instalación Compensada por Calibrado

as dos líneas de impulso abandonan la tubería horizontalmente y después giran hacia abajo en dirección al dispositivo secundario. El cero del dispositivo secundario debe ajustarse de modo que compense la diferencia de altura de las dos líneas de impulso y el líquido que contienen. Las ramas verticales deberían llenarse por completo manualmente; no deje que se llenen con el proceso.

4.25 Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Descendente: Aspectos Generales

Con esta orientación, se debe poner extremo cuidado a fin de garantizar que no quede sustancia alguna, en ningún estado, atrapada en la toma situada aguas abajo, es decir, que no quede gas atrapado en un líquido, ni líquido atrapado en un gas. En algunos casos es necesario instalar tomas de pared en un medidor V-Cone con flujo vertical ascendente.

4.26 Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Descendente: Gas

Con gases secos sin condensación en los que no hay riesgo de que se formen condensados en las líneas de transmisión, coloque las líneas de transmisión de forma horizontal y después en dirección al transmisor.

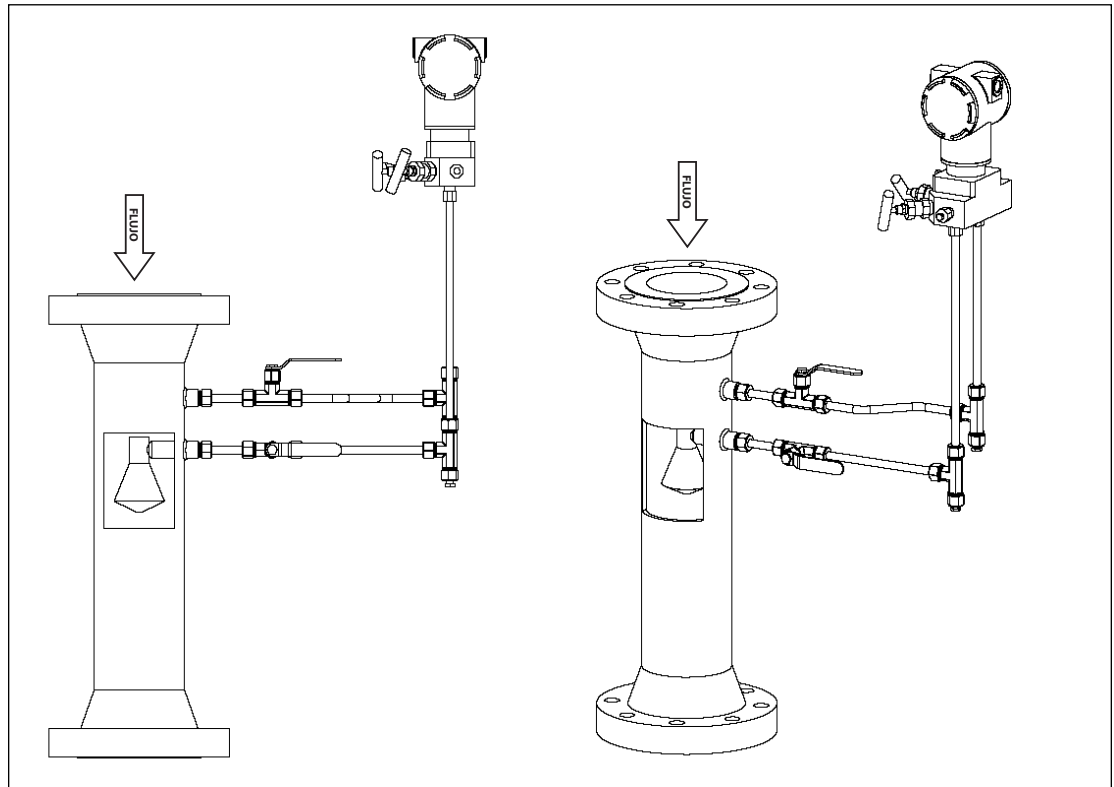


Figure 26. Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Descendente para Aplicaciones con Gases Secos

4.27 Instalación en tuberías verticales de flujo descendente: Líquidos

No se recomienda utilizar tomas estándar con líquidos que contengan siquiera pequeñas cantidades de gas. Para estas aplicaciones deberían emplearse tomas de pared.

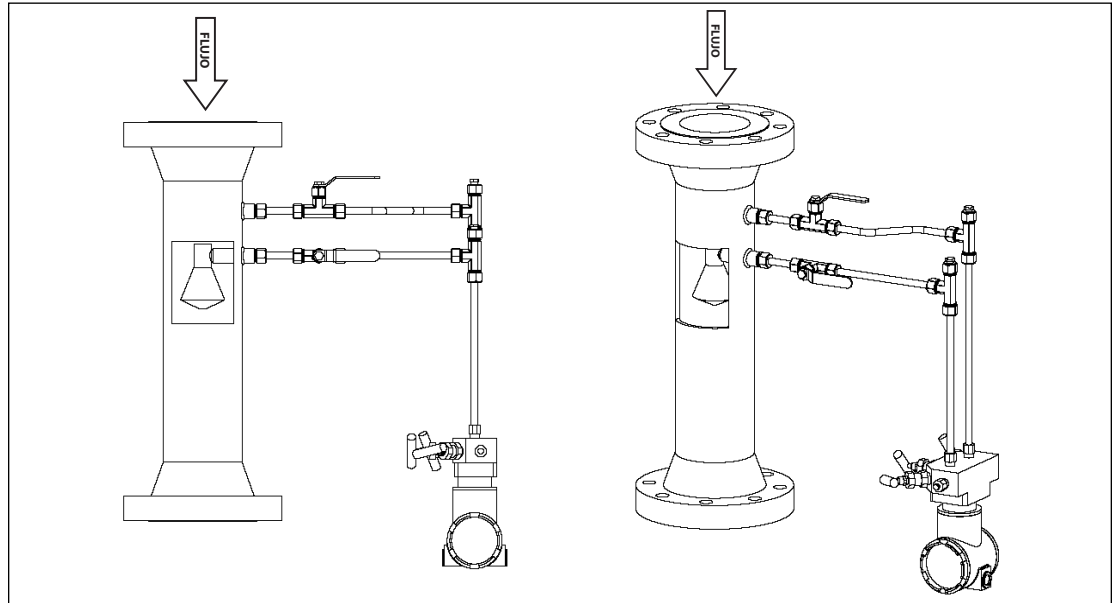


Figure 27. Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Descendente para Aplicaciones con Líquidos sin Aire ni Gas Atrapado

NOTA: NO se recomienda esta configuración para aplicaciones con CUALQUIER gas atrapado

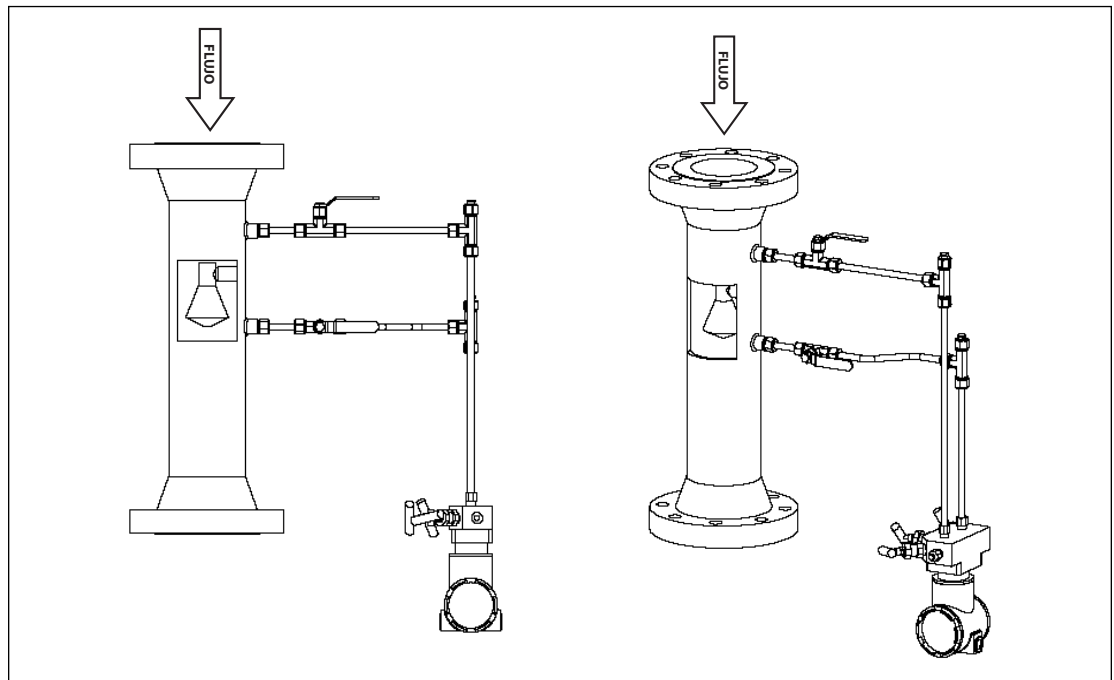


Figure 28. Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Descendente con Tomas de Pared para Aplicaciones con Aire o Gas Atrapado

4.28 Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Descendente: Vapores en Condensación, es decir, Vapor de Agua

La línea de impulso superior se extrae horizontalmente hasta una derivación en T. La derivación en T permite instalar un tapón en la parte superior para que el líquido la llene, evitando así el sobrecalentamiento de la célula de presión diferencial. La temperatura en la derivación en T debería ser inferior al punto de saturación. El bloque distribuidor debe colocarse justo debajo, a una distancia que permita mantener el transmisor de presión diferencial a una temperatura de funcionamiento segura.

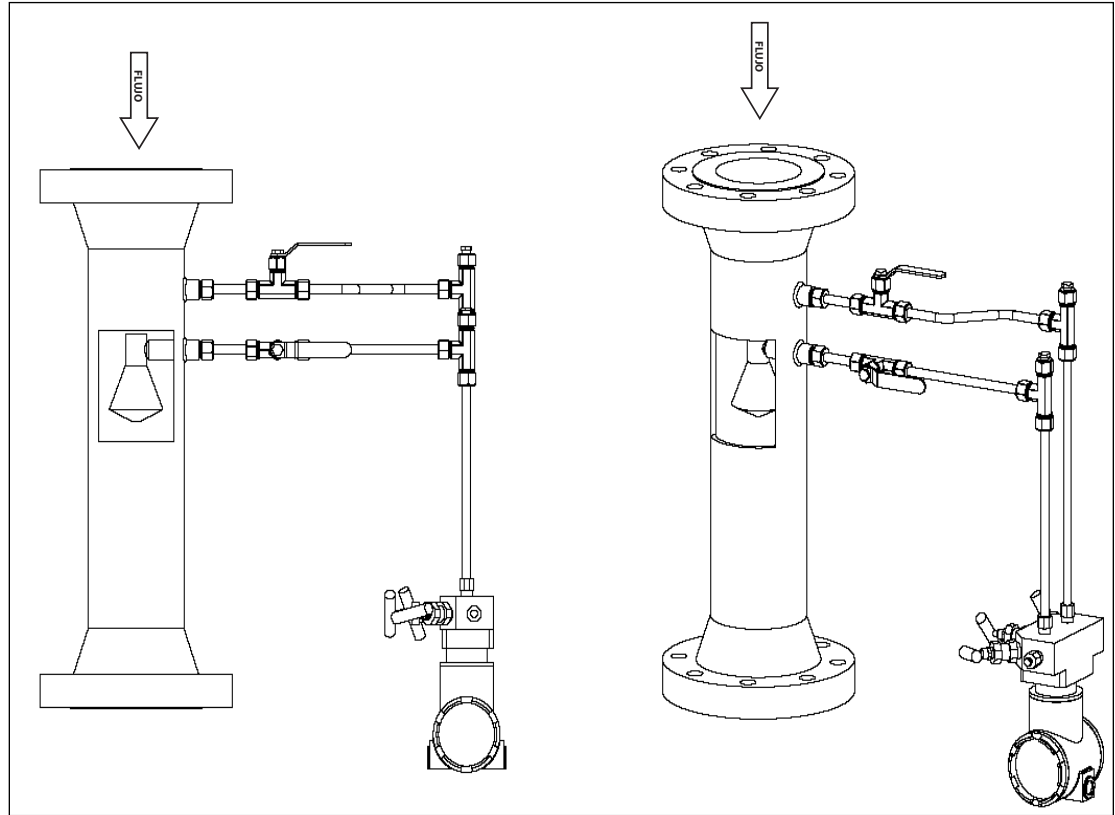


Figure 29. Instalación en Tuberías Verticales de Flujo Descendente para Aplicaciones con Vapores en Condensación (por ejemplo, Vapor de Agua)

4.29 Sujeción de Bloques Distribuidores y Transmisores Dobles

Cuando la presión diferencial generada cubre un intervalo amplio, se necesitan dos transmisores de diferentes intervalos para obtener una medición muy precisa. El dibujo que aparece a continuación muestra la manera de hacerlo cuando las tuberías de presión diferencial vienen de arriba. Todo el conjunto podría invertirse en instalaciones donde el transmisor se deba montar por encima del medidor V-Cone. Todos los transmisores deben ir sujetos. Lo habitual es fijar los transmisores a una tubería de 2" (50 mm) mediante soportes de montaje.

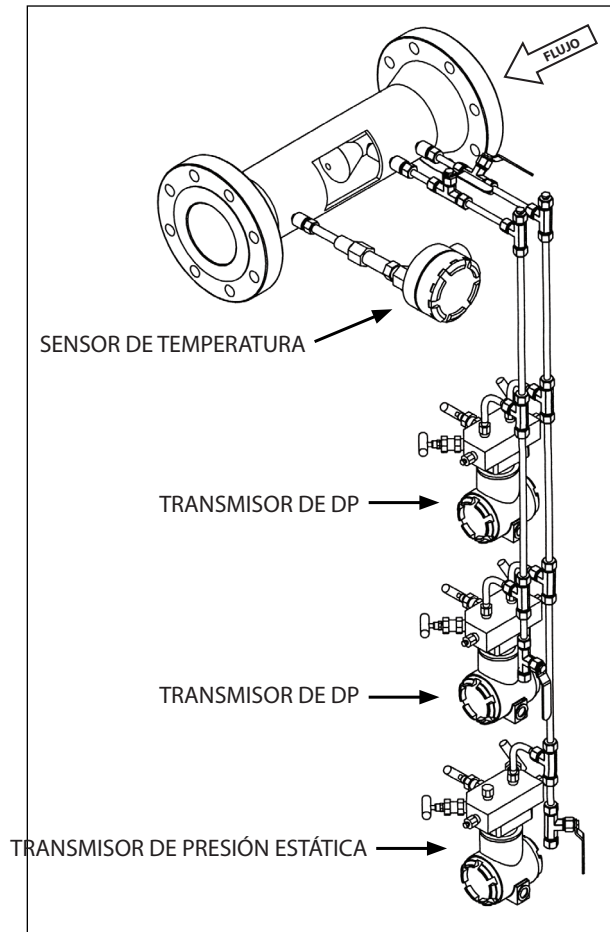


Figure 30. Técnica de Montaje de Transmisores Dobles de DP

4.30 Puesta a Cero de los Transmisores de Presión Diferencial después de la Instalación para Aplicaciones con Flujo de Vapor de Agua

1. Cierre las válvulas de cierre de alta y baja presión del V-Cone (V1 y V2)
2. Retire los tapones de ventilación P1 y P2.
3. Llene las líneas de impulso con agua limpia o solución de glicol vertiéndola a través de P1 y P2.
4. Con las líneas de impulso llenas, ajuste la presión manométrica del transmisor para que la lectura sea cero.
5. Ajuste la presión diferencial del transmisor a cero.
6. Vuelva a colocar los tapones de ventilación P1 y P2 y apriételos, y, a continuación, abra lentamente las válvulas de cierre de alta y baja presión V1 y V2 del V-Cone.
7. Deje tiempo para que el exceso de líquido de impulso vuelva a descargarse en el V-Cone y para que el sistema se estabilice. Esto puede tardar varios minutos. Compruebe que no haya fugas en los componentes y en las conexiones de las líneas de impulso.

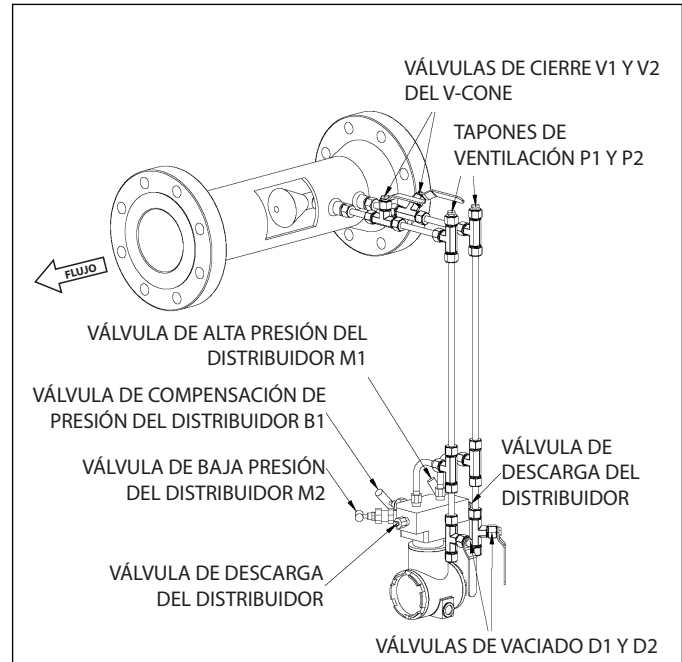


Figure 31. Calibración del Transmisor para Aplicaciones con Vapor de Agua

4.31 Puesta a Cero de los Transmisores de Presión Diferencial después de la Instalación para Aplicaciones con Líquidos a Temperatura Ambiente

1. Para eliminar todo el aire de las líneas, abra las válvulas de descarga del distribuidor hasta conseguir un flujo de líquido estable sin aire. A continuación, cierre las válvulas de descarga.
2. Cierre las válvulas M1 y M2 del distribuidor.
3. Abra la válvula de igualación B1 del distribuidor.
4. Ponga a cero el transmisor de presión diferencial.
5. Cierre la válvula de igualación B1 del distribuidor, y abra las válvulas M1 y M2 del mismo.

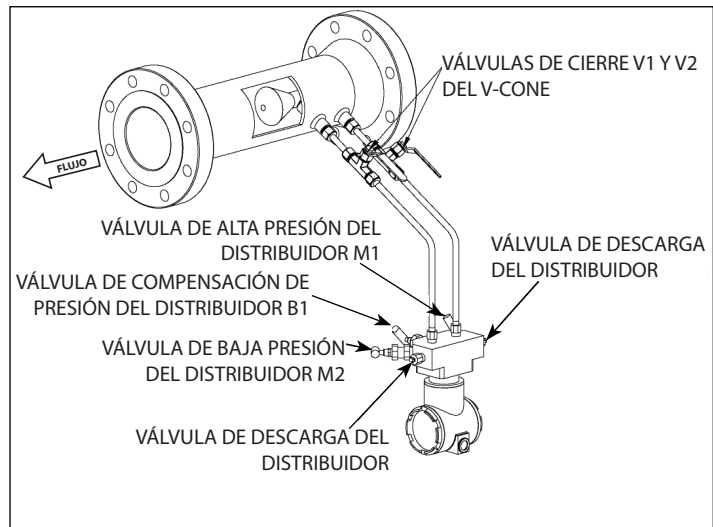


Figure 32. Calibración del Transmisor para Aplicaciones con Líquidos

4.32 Puesta a Cero de los Transmisores de Presión Diferencial después de la Instalación para Aplicaciones con Gas

1. Para eliminar todo el líquido de las líneas, abra las válvulas de descarga del distribuidor hasta conseguir un flujo de gas estable sin líquidos. A continuación, cierre las válvulas de descarga.
2. Cierre las válvulas M1 y M2 del distribuidor.
3. Abra la válvula de igualación B1 del distribuidor.
4. Ponga a cero el transmisor de presión diferencial.
5. Cierre la válvula de igualación B1 del distribuidor, y abra las válvulas M1 y M2 del mismo.

El sistema ya está operativo: el transmisor de presión diferencial está puesto a cero a la presión de las líneas.

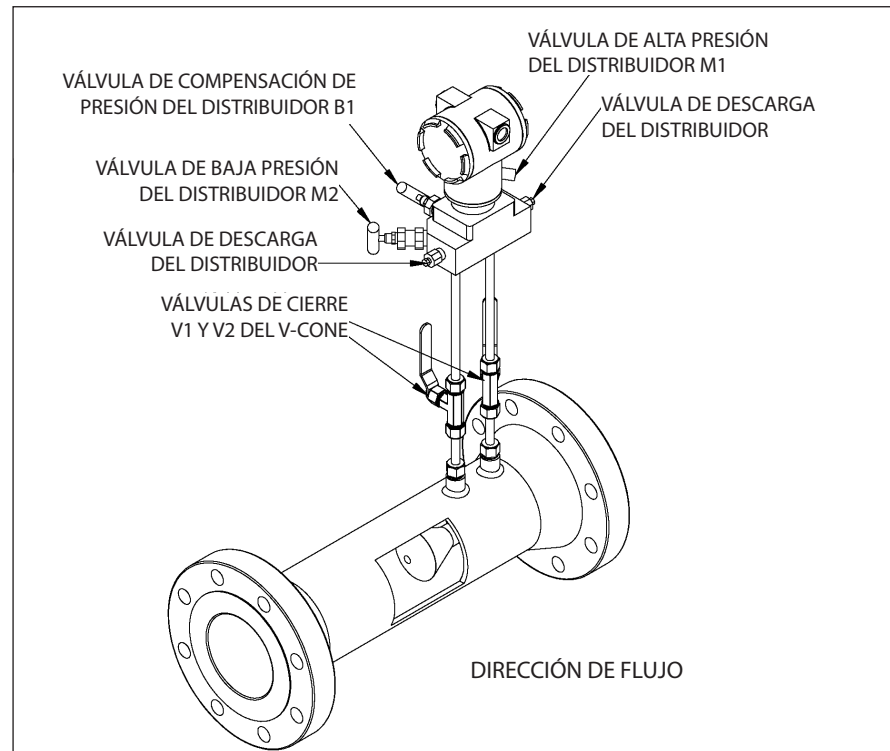


Figure 33. Calibración del Transmisor para Aplicaciones con Gases

4.33 Transmisores de rango bajo

Al poner a cero los transmisores de rango bajo (ejemplo 25"), es posible que necesite hacer el cero más de lo que el transmisor lo permita. Algunos transmisores no le permiten hacer el cero más del 10% de la escala completa. Con los medidores verticales del vapor usted tendría que hacer el cero 8" a 15". Si no se puede hacer el cero, debe de hacer el rango de Nuevo en su transmisor. Ejemplo: El span requerido es de 0 a 17". Con las conexiones frías, llenas y abiertas a la atmósfera, sus transmisores muestran un DP negativo (-10").

- Span del transmisor con 4 mA igual al valor anterior (-10").
- Span del transmisor con 20mA igual al tramo original 17" menos el desplazamiento negativo (ejemplo: 17" -10 = +7")

Esto le dará una señal de 4 a 20 mA igual a 0 a 17".

4.34 Medición de la Presión Diferencial

Con la tecnología actual, la presión diferencial normalmente se mide con un transmisor de DP. Estos transmisores simplemente registran la presión diferencial y envían una señal de entre 4 y 20 mA a una computadora de flujo o a un sistema DCS.

McCrometer no muestra preferencia alguna hacia ningún fabricante de transductores de presión diferencial. Sin embargo, McCrometer ha trabajado con proveedores de transductores que producen unos dispositivos inteligentes que precisan de los algoritmos del V-Cone para generar un intervalo de caudal más que una simple lectura de la presión diferencial. McCrometer ha desarrollado esta colaboración con Foxboro y Rosemount.

Nota: Es absolutamente esencial que el transductor de presión diferencial esté configurado para operar con el medidor V-Cone específico. Cada medidor producirá un intervalo de presión, y el transductor debe cubrir ese intervalo. Por ejemplo, un V-Cone con un flujo máximo que produzca una presión de 230 pulgadas de columna de agua necesitaría un transductor con capacidad para 250 o 300 pulgadas, y se ajustaría para 230 pulgadas. El transductor de DP también debe seleccionarse de acuerdo a la presión y a la temperatura de funcionamiento de la aplicación en la que se va a efectuar la medición. Además, es necesario que el transductor de DP cubra con precisión los valores más bajos de la presión diferencial producida. Los transductores de DP tienen fama de ser imprecisos en la parte baja del intervalo. Para intervalos de flujo superiores a 10:1, se recomienda emplear transmisores apilados. Los transmisores apilados son un sistema de dos transmisores en el que uno de ellos mide las presiones diferenciales bajas, y el otro, las presiones diferenciales altas.

4.35 Medición de la Temperatura y la Presión

En el cálculo de la medición de flujo para todos los dispositivos de presión diferencial, es necesario incluir la temperatura y la presión registradas aguas arriba del medidor. Para obtener medidas precisas de temperatura para el sistema de medición mediante placas de orificio (que son muy sensibles a las perturbaciones aguas arriba causadas por elementos como los termopozos), ha sido necesario instalar el termopozo aguas abajo y hacer una corrección en las condiciones que se dan aguas arriba. En el caso de los medidores V-Cone, que están siempre calibrados y que se ven muy poco afectados por las perturbaciones producidas aguas arriba, es posible ubicar el termopozo aguas arriba del cono y calibrar el medidor con el termopozo ya en posición. No todos los usuarios miden la temperatura mediante un termopozo. En condiciones estables de temperatura, cada vez es más habitual instalar un termopar o sensor de temperatura en la parte exterior de la tubería aguas arriba, y cubrirlo con aislamiento.

5.0

Dimensiones

5.1 Dimensiones de las Superficies de Contacto

Por favor, consulte las hojas de configuración del V-Cone para obtener datos técnicos más completos.

Tamaño	Biselado Roscado Liso		ANSI 150.300 A presión JIS 10K DIN 2576 ANSI 125		A presión ANSI 600-900		Cuello soldado ANSI 150		Cuello soldado ANSI 300		Cuello soldado ANSI 600	
	pulgadas	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas
1/2	7.75	197	8	203	8	203	11.38	289.1	11.75	298.5	12.25	311.2
3/4	7.75	197	8	203	8	203	11.75	298.5	12.13	308.1	12.63	320.8
1	7.75	197	8	203	8	203	12.00	304.8	12.50	317.5	13.00	330.2
1 1/2	9.75	248	10	254	12	305	14.38	365.3	14.88	378.0	15.50	393.7
2	11.63	295	12	305	14	356	16.38	416.1	16.88	428.8	17.63	447.8
2 1/2	11.50	292	12	305	14	356	16.75	425.5	17.25	438.2	18.00	457.2
3	13.50	343	14	356	16	406	18.75	476.3	19.50	495.3	20.25	514.4
4	15.50	394	16	406	18	457	21.25	539.8	22.00	558.8	23.75	603.3
5	21.50	546	22	559	26	660						
6	21.50	546	22	559	26	660	28.25	717.6	29.00	736.6	31.00	787.4
8	25.25	641	26	660	30	762	33.00	838.2	33.75	857.3	36.00	914.4
10	27.25	692	28	711	34	864	35.00	889.0	36.25	920.8	39.50	1003
12	29.25	743	30	762	36	914	38.00	965.2	39.25	997.0	41.75	1060
14	29	737	30	762	34	864	38.75	984.3	40.00	1016	42.25	1073
16	29	737	30	762	34	864	38.75	984.3	40.25	1022	43.25	1099
18	31	787	32	813	36	914	41.75	1061	43.25	1099	45.75	1162
20	35	889	36	914	40	1016	46.13	1171	47.50	1207	50.25	1276
24	47	1194	48	1219	54	1372	58.75	1492	60.00	1524	63.25	1607
30	59	1500	60	1524								
36	59	1500	60	1524								
48	71	1803	72	1829								
60	71	1803	72	1829								

5.2 Dimensiones de las Superficies de Contacto

Tamaño	Cuello soldado ANSI 900		Wafer ANSI		Wafer DIN, JIS	
	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm
1/2	12.88	327.2	2.25	57.2	2.36	60
3/4	13.63	346.2	2.25	57.2	2.36	60
1	13.88	352.6	2.25	57.2	2.36	60
1 1/2	16.50	419.1	3	76.2	3.15	80
2	19.88	505.0	3.38	85.9	3.35	85
2 1/2	20.00	508.0	4	101.6	3.94	100
3	21.75	552.5	4.75	120.7	4.72	120
4	24.75	628.7	6	152.4	5.91	150
6	32.75	831.9	9.5	241.3	9.45	240
8	38.25	971.6				
10	42.00	1067				
12	45.25	1149				
14	46.00	1168				
16	46.25	1175				
18	49.25	1251				
20	54.75	1391				
24	70.25	1784				

6.0

Selección de Modelos

6.1 Plantilla del Modelo Wafer-Cone

Ejemplos:	
Modelo	Descripción
VH01-A1SN3	Wafer-Cone con línea de 1", en S316, estilo ANSI, orificios NPT de 1/8" y cara dentada
VH01-A2SN3	Wafer-Cone con línea de 25 mm, en S316L, estilo DIN 2633, orificios NPT de 1/8" y cara dentada

Tamaño	Materiales	Estilo de cuerpo	Diámetro interior	Orificios	Estilo de cara
VH	A S316L	1 ANSI CL 150 a 2500	S Estándar	N NPT	1
01 1"	X Otro material †	2 DIN 2633	X Otro	J RC	2 Junta tórica
0C 1½"		3 DIN 2635		X Otro	3 Dentada
02 2"		4 JIS 10k			X Otro
0D 2½"		X Otro estilo			
03 3"					
04 4"					
05 5"					
06 6"					

Notas:
 Los elementos en negrita indican la fabricación estándar.
 Es posible especificar también combinaciones de dos materiales distintos.

6.2 Plantilla del Modelo de V-Cone de Tubo de Precisión

Ejemplos:	
Modelo	Descripción
VS06QE04N	V-Cone de 6" en S304 S40 con bridas ANSI CL 300
VB24SD00N	V-Cone de 24" con revestimiento de acero al carbono y extremos biselados

Materiales continúa en la página siguiente.

Tipo de brida		Tamaño de la línea		Materiales		Programa	
Código	Descripción	Código	Descripción	Código	Descripción	Código	Descripción
VS	(A presión)	0A	0.5"	U	(Tubería y brida en CS; cono, soportes y acoplamiento en S304L. Se deberá especificar el acabado final)	D	Estándar
VW	(RF WN)	0B	0.75"	W	(Tubería, brida y acoplamiento en CS; cono y soporte en S304L. Se deberá especificar el acabado final)	E	S40
VR	(ANSI RTJ WN)	01	1"	F	(Tubería, bridas y acoplamiento en CS; cono y soporte en S316L. Se deberá especificar el acabado final)	F	S80
VB	(Biselado)	0C	1.5"	G	(Tubería, brida y acoplamiento en LTCS; cono y soporte en S316L. Se deberá especificar el acabado final)	J	S100
VT	(NPT)	02	2"	S	(Tubería, brida y acoplamiento en CS; cono y soporte en S304L; revestimiento epoxi azul)	K	S120
VP	(Liso)	0D	2.5"	Q	(Todo en S304L)	L	S140
VC	(DIN a presión)	03	3"	A	(Todo en S316L)	G	S160
VD	(DIN WN)	04	4"	Y	(Todo en S304H)	H	XXS
VJ	(JIS a presión)	05	5"	Z	(Todo en S316H)	P	XS
VN	(JIS WN)	06	6"	N	(Cuerpo, cono, soporte y acoplamiento en S304; bridas en CS, pintadas en plateado HT)	Q	S60
VG	(Tipo Hub)	08	8"	D	(en Duplex S31803)	R	S30
		10	10"	J	(en Súper Duplex S32760)		
		12	12"	H	(Todo en Hastelloy C276)		
		Hasta 120"		K	(Cuerpo en CS; cono y soportes en C276)		
				C	(Cono y soportes en S316L cromo-molibdeno P11)		
				P	(Cono y soportes en S316L cromo-molibdeno P22)		
				O	(Cuerpo en X52/F52; cono y soportes en S316L)		
				R	(Cuerpo en X60/F60; cono y soportes en S316L)		
				M	(Todo en Monel 400)		
				I	(Todo en Inconel 625)		
				T	(Todo en titanio)		

6.2 Plantilla del Modelo de V-Cone de Tubo de Precisión (continuado)

Brida & Clase	
Código	Descripción
00	VP Extremos Suaves
01	VB Extremos Biselados
02	VT Extremos Roscados
03	VS SO ANSI CL 150 RF
04	VS SO ANSI CL 300 RF
05	VS SO ANSI CL 600 RF
06	VS SO ANSI CL 900 RF
07	VS SO ANSI CL 1500 RF
13	VC SO DIN 2576 PN10 FF
14	VW WN ANSI CL 150 RF
15	VW WN ANSI CL 300 RF
16	VW WN ANSI CL 600 RF
17	VW WN ANSI CL 900 RF
18	VW WN ANSI CL 1500 RF
19	VR WN ANSI CL 150 RTJ
20	VR WN ANSI CL 300 RTJ
21	VR WN ANSI CL 600 RTJ
22	VR WN ANSI CL 900 RTJ
23	VR WN ANSI CL 1500 RTJ
24	VD WN DIN 2633 PN16 RF
25	VD WN DIN 2635 PN40 RF
26	VJ SO JIS 10K
27	VJ SO JIS 20K
28	VN WN JIS 16K
29	VN WN JIS 20K
32	VR WN ANSI CL 2500 RTJ
33	VS AWWA SO FF CL B
34	VS AWWA SO FF CL D
35	VS AWWA SO FF CL E
36	VS AWWA SO FF CL F
37	VD WN DIN 2637 PN100 RF
39	VG tipo Hub
40	SO ANSI CL 150 FF
44	Extremos ranurados VP Victualic
45	VW WN B16.47 A 150# RF (MSS SP-44 150#)
46	VW WN B16.47 B 150# RF (API-605 150#)
48	SO DIN 2666 PN25 FF
49	VW WN ANSI CL 2500 RF
50	VW WN B16.47 A 300# RF (MSS SP-44 300#)
51	VW WN B16.47 B 300# RF (API-605 300#)
52	VR WN API 6A 10000# 6BX RTJ
53	VR WN API 6A 5000# 6BX RTJ

Conexión del proceso (opciones estándar)	
Código	Descripción
N	Acoplamiento NPT de 1/2" 3000#
S	Acoplamiento tubular de 1/2" 3000#
F	Bridas Fútbol
J	RC de 1/2" 3000#
J2	15° de 1/2" 3000#
J3	RC de 1/4" 3000#
V	Toma NPT de 1/2" válvula de aislamiento 800#

O

Conexión del proceso (opciones no estándar)			
Tipo de brida (en línea)			
Seleccione un código de cada columna			
Código	Tipo de conexión	Código	Clasificación
A	Toma de brida de 1/2"	A	ANSI 150# RF S80 Bore
B	Toma de brida de 3/4"	B	ANSI 300# RF S80
1	Toma de brida de 1"	C	ANSI 600# RF S160
C	Toma de brida de 1,5"	D	ANSI 900# RF S160
2	Toma de brida de 2"	E	ANSI 1500# RF XXS
		F	ANSI 2500# RF XXS
		G	ANSI 600# RTJ S160
		H	ANSI 900# RTJ S160
		I	ANSI 1500# RTJ XXS
		J	ANSI 2500# RTJ XXS

O

Conexión del proceso (opciones no estándar)			
Tipo de acoplamiento/toma (en línea)			
Seleccione un código de cada columna			
Código	Tipo de conexión	Código	Clasificación
N	Acoplamiento/toma NPT	2	Acoplamiento de 1/4" 3000#
S	Acoplamiento/toma tubular	3	Acoplamiento de 1/2" 6000#
		4	Acoplamiento de 3/4" 3000#
		5	Acoplamiento de 1" 3000#
		6	Toma de 1/2" 3000
		7	Toma de 1/2" 6000#
		8	Acoplamiento de 1/4" 6000#
		9	Acoplamiento de 3/4" 6000#
		Z	Toma de 3/4" 6000#
		Y	Toma de 3/4" 3000#

6.3 Modelos Especiales de V-Cone

Serie {tamaño} – {número asignado por orden secuencial empezando por el 01}

Ejemplos:

VW06-02

VS12-05

6.4 Materiales del V-Cone

‡ Entre los materiales de fabricación se encuentran los siguientes:

S304 / S304L	MONEL K400/K500
S316 / S316L	S321H
HASTELLOY C-276	INCONEL 625
DUPLEX 2205	
ACERO AL CROMO MOLIBDENO	
P22, P11	
ACEROS AL CARBONO A350, A333, API5L, A106B, A53B	

Es posible especificar también combinaciones de dos materiales distintos.

7.0 Mantenimiento

7.1 Mantenimiento Periódico

Si el medidor se instala correctamente, no requiere mantenimiento ni recalibración periódicos. En condiciones de proceso extremas es recomendable comprobar periódicamente el V-Cone en busca de deterioro físico significativo. La calibración y el mantenimiento de la instrumentación secundaria y terciaria deberá realizarse conforme a las instrucciones de los respectivos fabricantes.

8.0 Solución de Problemas

8.1 Solución in Situ de Problemas del Sistema V-Cone

El objetivo de esta guía es ayudarle a solucionar los problemas que le surjan con el sistema V-Cone. Tenga en cuenta lo siguiente:

1. La mayoría de los V-Cone son dispositivos calibrados, previamente sometidos a paso de flujo. Si falta algún cono o hay alguna fuga en el medidor, el problema se detectará durante la calibración.
2. La medición del flujo se obtiene mediante todo un sistema. Cuando haya un problema en el elemento primario, no dé por hecho que se encuentra en el *V-Cone*. La mayoría de los problemas se originan en el transmisor de presión diferencial o en la computadora de flujo.
3. En esta guía se considera un sistema sencillo formado por un medidor, un distribuidor, un transmisor de presión diferencial y una computadora de flujo. Los sistemas pueden ser mucho más complejos e incluir transmisores de presión y temperatura, así como sistemas de control digitales de escala completa. La evaluación no debe limitarse únicamente a las propuestas de esta sección.
4. Si descubre un problema o una solución que no se menciona en esta guía, póngase en contacto con un Ingeniero de Aplicación de V-Cone en McCrometer: 1-951-652-6811.

Esta guía divide el sistema de medición de flujo en distintas áreas, que aparecen indicadas el siguiente diagrama:

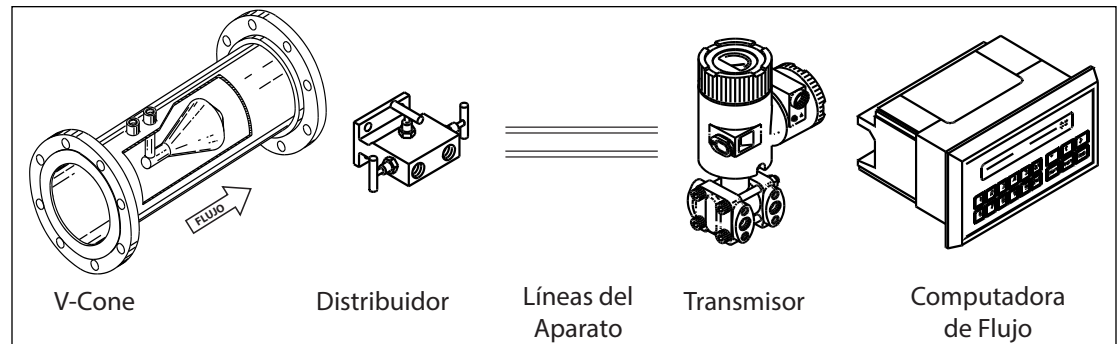


Figure 34. Áreas del sistema

Cuando intente resolver un problema, haga una evaluación inicial de los síntomas del mismo, y consulte la siguiente tabla:

SÍNTOMA	ÁREA	POSIBLE PROBLEMA / SOLUCIÓN
No hay señal (0 mA)	Transmisor	No llega corriente al transmisor.
	Transmisor	El transmisor no está cableado correctamente. Verifique la continuidad del cableado.
Señal negativa (< 0 mA)	Transmisor	Los cables del transmisor están invertidos.

SÍNTOMA	ÁREA	POSIBLE PROBLEMA / SOLUCIÓN
Señal baja (<4 mA)	V-Cone	El V-Cone está instalado al revés, aunque las líneas del aparato se hayan colocado según las instrucciones. En este caso, la toma de alta presión registrará una presión inferior a la de la toma de baja presión. Esta presión diferencial negativa obliga a la señal a estar por debajo de 4 mA.
	Líneas del aparato	Las líneas del aparato están invertidas. El transmisor detecta más presión en el lado de baja presión que en el lado de alta presión. Compruebe las marcas "H" y "L" en el V-Cone y en el transmisor.
	Transmisor	El transmisor no funciona bien. Algunos transmisores envían una señal específica en mA cuando fallan. Esta puede definirse para valores bajos, como 3,8 mA, o para valores altos, como 20,1 mA.
Señal cero (4 mA)	V-Cone	El medidor está estropeado. Desmóntelo e inspecciónelo visualmente.
	V-Cone	No hay flujo en la tubería. Compruebe otras partes del sistema para comprobar si existe flujo a través del medidor. El medidor podría estar sometido a presión y, aun así, no tener flujo.
Señal cero (4 mA)	Distribuidor	El distribuidor o las líneas del aparato están cerradas o bloqueadas. Asegúrese de que las válvulas y las líneas estén abiertas. Si el fluido es seguro, abra las válvulas de ventilación del transmisor para comprobar la presión en las líneas del aparato.
	Transmisor	El transmisor está en modo de comprobación. Algunos transmisores permiten realizar comprobaciones del sistema forzando señales de 4 ó 20 mA. Ventile el lado de baja presión del transmisor para asegurarse de que la señal responde a los cambios de presión.
Señal errónea, alta o baja	V-Cone	Las condiciones calculadas para el proceso no coinciden con las condiciones actuales. Póngase en contacto con McCrometer o con su representante de ventas para repetir el cálculo utilizando las condiciones correctas del proceso.
	V-Cone	Medidor inadecuado. Compruebe los números de serie de los medidores para asegurarse de que se ajustan a las especificaciones adecuadas. A veces se intercambian dos medidores. Recuerde que cada V-Cone tiene un coeficiente de flujo único.
	Líneas del aparato	Presencia de un cuerpo extraño en las líneas del aparato. Es posible que se deposite suciedad y sedimentos en las líneas. Si el fluido es seguro, ventile las líneas y compruebe que no salga a borbotones ningún sólido, gas o líquido (cualquier cosa que <u>no</u> debiera estar ahí). Si el fluido no es seguro, abra la válvula central del distribuidor durante varios minutos con una presión diferencial alta. Cierre la válvula y compare el nivel de señal con el anterior. Si se trata de una aplicación horizontal con líquidos, instale el medidor con las tomas a los lados de la tubería (en la posición de las 3 o las 9 en punto). Si se trata de una aplicación horizontal con gas, instálelo en la parte superior o en los laterales de la tubería (12, 3, o 9 en punto).
	Computadora de flujo	Los cálculos de flujo son erróneos. Utilice un calibrador de circuito y aplique señales de 4, 12 y 20 mA a la computadora o al sistema. Cada uno de estos puntos debería corresponderse con la información dimensional del V-Cone.
	Computadora de flujo	Lectura incorrecta de la señal en mA. Aplique una corriente conocida al circuito y lea la señal en bruto en la computadora. La mayoría de las computadoras permiten al usuario visualizar directamente la señal en mA.

SÍNTOMA	ÁREA	POSIBLE PROBLEMA / SOLUCIÓN
Señal demasiado alta	V-Cone	El V-Cone está instalado al revés. Busque la flecha de sentido del flujo en el cuerpo del medidor, cerca de las tomas de presión. Si no hay ninguna flecha visible y el medidor es de más de 2 pulgadas, la flecha de sentido puede determinarse por la ubicación de las tomas de presión, que estarán más próximas al extremo que debe instalarse aguas arriba. Si se trata de medidores de menos de 2 pulgadas, tendrá que desmontar las líneas del aparato. Observe la base de ambas tomas de presión. Una de ellas tendrá una base lisa, y la otra estará soldada. La toma lisa es la que debe situarse aguas arriba. Cuando un medidor mide el flujo al revés, la señal de presión diferencial será aproximadamente un 30% más alta que su valor real.
	V-Cone	Existe flujo en sentido contrario al que se esperaba. A veces las suposiciones en cuanto al sentido del flujo están equivocadas. Haga comprobaciones utilizando lecturas de otros sistemas. Cuando un medidor mide el flujo al revés, la señal de presión diferencial será aproximadamente un 30% más alta que su valor real.
	V-Cone	Tubería parcialmente llena (solo líquidos). Una tubería que solo está parcialmente llena dará lugar a que el medidor registre lecturas demasiado altas. Esto puede ocurrir incluso en sistemas presurizados. <ul style="list-style-type: none"> En tuberías horizontales: Si el fluido es seguro, abra la toma de presión situada en la parte superior de la tubería. Si se libera aire, quiere decir que la tubería no está totalmente llena. En tuberías verticales: Si el flujo es ascendente, podemos estar seguros de que la tubería estará completamente llena. Si el flujo es descendente, resulta difícil diagnosticar si la tubería está llena o no.
Señal demasiado alta	V-Cone	Presencia de un cuerpo extraño en el medidor. Esto producirá un aumento de la obturación del medidor y elevará la presión diferencial. Desmonte el medidor e inspecciónelo visualmente.
	Líneas del aparato	Fugas en la línea de baja presión. Compruebe si existen fugas entre el medidor y el transmisor.
	Transmisor	Fugas en la válvula de ventilación de baja presión. Compruebe si existen fugas en la válvula.
	Transmisor	Se ha producido una deriva positiva del punto cero. Esto producirá errores más pronunciados en la parte baja del intervalo del transmisor. Para diagnosticar este problema, cierre las válvulas laterales del distribuidor y abra la válvula central. La lectura debería volver a cero (4 mA). Vuelva a calibrar el aparato si es preciso.
	Transmisor	El intervalo de presión diferencial es insuficiente. Utilice el calibrador de presión o un comunicador portátil para verificar el máximo de la escala.
	Transmisor o computadora de flujo	Tanto el transmisor como la computadora de flujo se han ajustado para utilizar la raíz cuadrada de la señal. La señal será correcta a 20 mA. El error por exceso se incrementará drásticamente a medida que la señal baje de 20 mA. Utilice un calibrador de circuito para verificar el punto de 12 mA.
	Computadora de flujo	Se ha asignado el valor de 4 mA al flujo mínimo. En nuestros cálculos, se toma 4 mA como flujo cero. En la hoja dimensional a veces se asigna el valor de 4 mA al flujo mínimo. No existe error cuando el flujo es máximo, y el error se incrementa a medida que se reduce el flujo. La magnitud del error dependerá de la deriva del cero.

SÍNTOMA	ÁREA	POSIBLE PROBLEMA / SOLUCIÓN
Señal demasiado baja	Distribuidor	El distribuidor experimenta una ventilación cruzada. La válvula central debe estar cerrada. Para comprobarlo, cierre las dos válvulas laterales y observe la señal del transmisor. Si la señal vuelve a cero (4 mA), la válvula central no está completamente cerrada.
	Líneas del aparato	Fugas en la línea de alta presión. Compruebe si existen fugas entre el medidor y el transmisor.
	Transmisor	Fugas en la válvula de ventilación de alta presión. Compruebe si existen fugas en la válvula.
	Transmisor	Se ha producido una deriva negativa del punto cero. Esto producirá errores más pronunciados en la parte baja del intervalo del transmisor. Para diagnosticar este problema, cierre las válvulas laterales del distribuidor y abra la válvula central. La lectura debería volver a cero (4 mA). Vuelva a calibrar el aparato si es preciso.
	Transmisor	El intervalo de presión diferencial es excesivo. Utilice el calibrador de presión o un comunicador portátil para verificar el máximo de la escala.
	Transmisor o computadora de flujo	Ni el transmisor ni la computadora de flujo se han ajustado para utilizar la raíz cuadrada de la señal. La señal será correcta a 20 mA. El error por defecto se incrementará drásticamente a medida que la señal baje de 20 mA. Utilice un calibrador de circuito para verificar el punto de 12 mA.
Señal inestable	V-Cone	La tubería está parcialmente llena (solo con líquidos), lo cual produce lecturas erráticas. Véase más arriba para más información.
	Transmisor	La fuente de alimentación no proporciona suficiente tensión para crear una señal. Compruebe las especificaciones de tensión del transmisor.
Tiempo de respuesta lento	Transmisor	Amortiguación.
Cambio brusco en las lecturas	V-Cone	Presencia de un cuerpo extraño en el medidor. Esto producirá un aumento de la obturación del medidor y elevará la presión diferencial. Desmunte el medidor e inspecciónelo visualmente.
	Líneas del aparato	Han empezado a producirse fugas.

Equipo Recomendado para Solucionar in Situ Problemas de una Instalación de V-Cone:

1. Simulador de circuito de 4 a 20 mA: muy recomendado
2. Multímetro digital: con lecturas de corriente continua, intensidad, y resistencia (Ω)
3. Calibrador de presión
4. Comunicador portátil para instrumentos inteligentes
5. Herramientas manuales: destornillador (+), destornillador (-) y llaves ajustables de 12 y 4 pulgadas

A continuación se recomiendan algunos fabricantes y productos. Existe una gran variedad de productos y no es preciso utilizar necesariamente los que se indican. Escoja el producto que se adapte a sus necesidades y recursos.



www.fluke.com

740 Calibradores de proceso con documentación de series mod.

718 Calibrador de presión mod.

717 Calibrador de presión 30G mod.

716 Calibrador de presión mod.

715 Calibrador Volt/mA mod.

714 Calibrador de termopares mod.

713 Calibrador de presión 30G/100G mod.

712 Calibrador RTD mod.

787 Medidor de procesos (combinación de multímetro digital y calibrador de circuito) mod.

705 Calibrador de circuito mod.

9.0

Información Acercas del V-Cone

9.1 Documentación Acerca del V-Cone

Hojas de configuración:		Hojas de configuración:	
VB Biselado	24509-29	VC DIN a presión	24509-42
VP Liso	24509-30	VJ JIS a presión	24509-44
VT Roscado	24509-31	VH Wafer-Cone	24509-51
VS Embridado a presión	24509-32,33,34	VR Cuello soldado RTJ	24509-40,41
VW Cuello soldado	24509-35,36	VQ RTJ a presión	24509-38
VD Cuello soldado DIN	24509-47		

10.0

Appendices

10.1 Guía de Instalación de V-Cone: Requisitos Mínimos para Tramos de Tubería Recta Aguas Arriba y Aguas Abajo

Table 1: Recomendaciones de instalación de McCrometer

Para la medición de gases con valores del número de Reynolds (Re) superiores a 200,000, y para valores de β iguales o superiores a 0,70, agregar 1D

Tamaños	Obstrucción	Aguas arriba	Aguas abajo
Todos los tamaños	1 Codo	1D	1D
	2 Codos	1D	1D
	Derivaciones en T	1D	1D
	Válvula de mariposa (válvula de control)	No es la posición preferible	1D aguas abajo de la válvula
	Válvula de mariposa (válvula de cierre)	2D	1D
	Válvula de bola con orificio completo (cierre)	1D	1D
	Intercambiador de calor (depende del tipo)	1D	0D
	Expansor (de 0,67D a D) de longitud superior a 2,5D	2D	1D
	Reductor (de 3D a D) de longitud superior a 3,5D	0D	0D

Nota: El medidor y la tubería adyacente deberían tener diámetros interiores iguales.

Table 2: Recomendaciones de instalación de McCrometer

Para la medición de líquidos y gases con valores del número de Reynolds (Re) inferiores o iguales a 200,000, y para valores de β iguales o superiores a 0,70, agregar 1D

Tamaños	Obstrucción	Aguas arriba	Aguas abajo
Todos los tamaños	1 Codo	0D	0D
	2 Codos	0D	0D
	Derivaciones en T	0D	0D
	Válvula de mariposa (válvula de control)	No es la posición preferible	1D aguas abajo de la válvula
	Válvula de mariposa (válvula de cierre)	2D	0D
	Válvula de bola con orificio completo (cierre)	0D	0D
	Intercambiador de calor (depende del tipo)	0D	0D
	Expansor (de 0,67D a D) de longitud superior a 2,5D	2D	1D
	Reductor (de 3D a D) de longitud superior a 3,5D	0D	0D

Nota: El medidor y la tubería adyacente deberían tener diámetros interiores iguales.

Table 3: Recomendaciones de instalación ISO, como se muestra en ISO 5167, Parte 5

Turbulencia	Beta	Upstream (medida desde el puerto HP, clave 2)	Downstream (medida desde la clave 3 de Edge de Beta)
Curvatura Simple, 6.2.2	$0.45 \leq \beta \leq 0.65$	3D	2D
	$0.65 \leq \beta \leq 0.75$	6D	2D
2 Curvas Fuera del Plano, 6.2.3	$0.45 \leq \beta \leq 0.65$	3D	2D
	$0.65 \leq \beta \leq 0.75$	6D	2D
Expansor concéntrico 0.75D a D, 6.2.4	Todo	3D	2D
Válvulas de cierre parcial, 6.2.5	Todo	10D	2D
Válvulas completamente abiertas, 6.2.5	Todo	0D	2D

Nota: La medición aguas arriba se toma del grifo de alta presión, no de la brida aguas arriba. La medición aguas abajo se toma del borde beta del cono, no de la brida aguas abajo.

GARANTÍA DEL FABRICANTE

La presente garantía se aplica exclusivamente al comprador original de cualquier producto McCrometer. Los medidores o instrumentos que presenten defectos de material o mano de obra se repararán o sustituirán, a elección de McCrometer, Inc., sin coste, FOB la fábrica de Hemet, California, EE. UU., durante un periodo de un (1) año a partir de la fecha de entrega.

Las reparaciones o modificaciones efectuadas por terceros distintos de McCrometer, Inc. o sus representantes autorizados anularán la presente garantía, en caso de que el examen practicado en la fábrica determine que la reparación o modificación en cuestión ha resultado perjudicial para el medidor o instrumento. Cualquier alteración de la calibración de fábrica deberá notificarse por escrito a McCrometer, Inc. De lo contrario, la presente garantía quedará anulada.

Para realizar reclamaciones cubiertas por la presente garantía, el reclamante deberá ponerse en contacto con McCrometer, Inc, 3255 West Stetson Ave., Hemet, California 92545, EE. UU., y proceder a identificar o describir el medidor o instrumento, la fecha de entrega, y la naturaleza del problema.

La garantía arriba indicada es la única otorgada por McCrometer, Inc. en relación con sus productos y con los componentes de los mismos, y sustituye expresamente a cualesquiera otras garantías derivadas de negociaciones, costumbres de la industria o de otro tipo, expresas o implícitas, incluidas, entre otras, cualesquiera garantías implícitas de idoneidad para aplicaciones concretas o de comercialización conforme a un código comercial uniforme. Se acuerda que la presente garantía sustituye a cualesquiera otras garantías derivadas de las leyes o generadas de otro modo, a las cuales renuncia el comprador. El vendedor no incurrirá en ninguna otra obligación ni responsabilidad, ni será responsable ante el comprador, ni ante ningún cliente del mismo, por beneficios previstos o perdidos, por daños accidentales o consecuentes, ni por ninguna otra pérdida o gasto en que se incurra como consecuencia de la adquisición, instalación, reparación, uso o mal uso de sus productos (incluidas las piezas sustituidas o reparadas de los mismos) por parte del comprador o de terceras personas. El vendedor no autoriza a ninguna persona a asumir responsabilidad adicional alguna en relación con los productos o sus componentes. Esta garantía no podrá ampliarse, alterarse o modificarse salvo mediante acuerdo por escrito firmado por el vendedor y el comprador.

La presente garantía otorga al comprador derechos legales específicos; es posible que existan derechos adicionales, que variarán de un estado a otro.

McCrometer, Inc. se reserva el derecho a introducir mejoras y a efectuar reparaciones de los componentes de sus productos fuera del periodo de garantía, a elección del fabricante y asumiendo los costes, sin obligación alguna de renovar la garantía expirada sobre los componentes o sobre el conjunto de la unidad. Debido al rápido avance de la tecnología de diseño de medidores, McCrometer, Inc. se reserva el derecho a introducir mejoras en los diseños y materiales sin previo aviso al sector.

La totalidad de las ventas y de los acuerdos que se realicen en relación con dichas ventas se considerarán efectuados en la sede del fabricante, que es Hemet, California, EE. UU., y cualquier disputa que se produzca en relación con cualquier venta o acuerdo se interpretará con arreglo a las leyes del Estado de California.

OTROS PRODUCTOS McCROMETER INCLUYEN:

 Propeller Meter

Flujómetros de Hélice
Medidores de Flujo
Tipo Propela



 **√CONE**

Flujómetros de Presión
Diferencial

 **√CONE**

Medidor de Flujo por
Diferencial de Presion

 *Wafer-Cone*

 **FPI Mag**[®]

 **SPI Mag**[™]

Flujómetros Magnéticos
Medidor de Flujo Tipo
Magnético de Insercion

 **ULTRA MAG**[®]

 **DURA MAG**[™]

 **Mag**³⁰⁰⁰[™]

 **FlowConnect**[™]

Sistemas de Monitoreo
Inalámbrico