



# Manómetros

Selección, configuración de los instrumentos de medición,  
Instrucciones de montaje y de trabajo



## Tabla de contenido

	Página		Página
1. Alcance.....	1	6. Instalación .....	7
2. Elementos de medición, construcción de manómetros y juntas químicas.....	1	7. Funcionamiento.....	7
3. Selección .....	3	8. Mantenimiento y reparación .....	8
4. Accesorios.....	5	9. Accesorios eléctricos .....	8
5. Posibilidades de configuración.....	6	10. Almacenamiento.....	8

## 1. Alcance

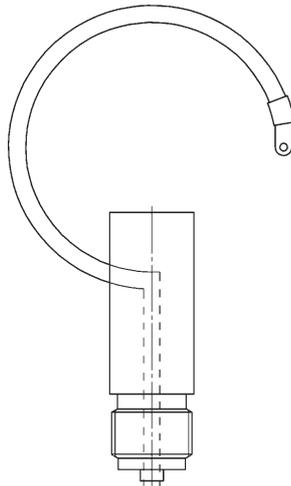
En este manual se proporciona orientación para la selección, aplicaciones, posibilidades de configuración, instalación y manejo de los manómetros estándar (de tipo cuadrante, analógicos) utilizando elementos elásticos. Sin embargo, la norma EN 837 citada, así como ASME B40.1 son las fuentes de información más esenciales para todos estos aspectos.

## 2. Elementos elásticos, construcción de manómetros y juntas químicas

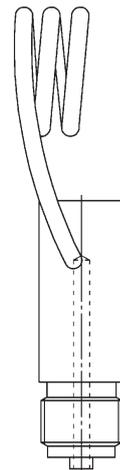
### 2.1. Elementos elásticos

Tipo de tubo Bourdon:

tubo Bourdon en forma de C

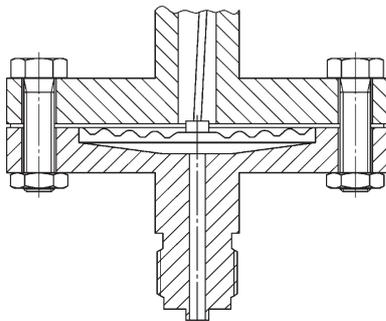


tubo Bourdon helicoidal

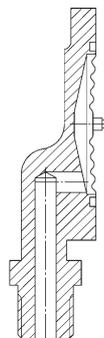


Tipo diafragma:

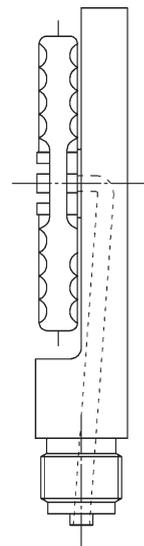
horizontal



vertical



Tipo cápsula:



**ARMATURENBAU GmbH**

Manometerstraße • D-46487 Wesel - Ginderich  
Tel.: +49 (0) 28 03 / 91 30-0 • Fax: +49 (0) 28 03 / 10 35  
armaturenbau.com • mail@armaturenbau.com



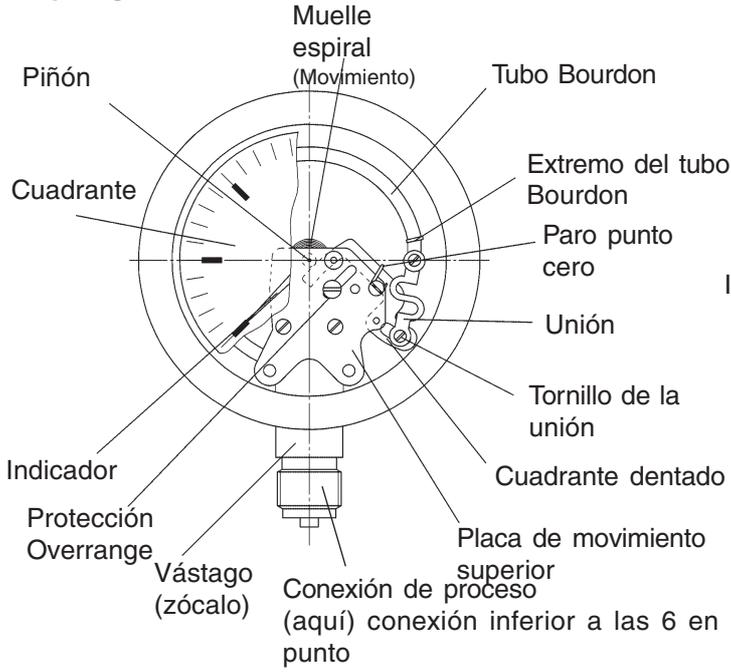
Compañía subsidiaria y ventas Alemania del este y Europa del este

**MANOTHERM Beierfeld GmbH**

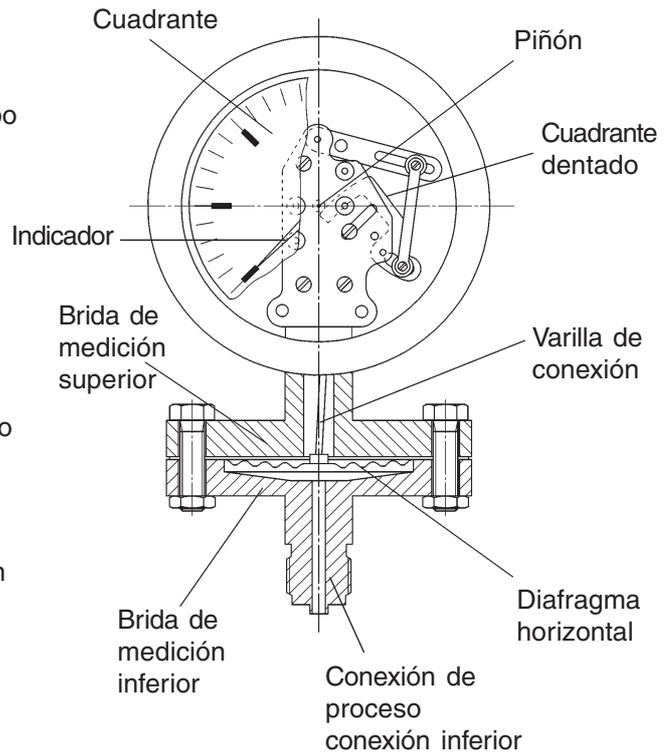
Am Gewerbepark 9 • D-08340 Beierfeld  
Tel.: +49 (0) 37 74 / 58-0 • Fax: +49 (0) 37 74 / 58-545  
manotherm.com • mail@manotherm.com

## 2.2. Construcción de manómetros

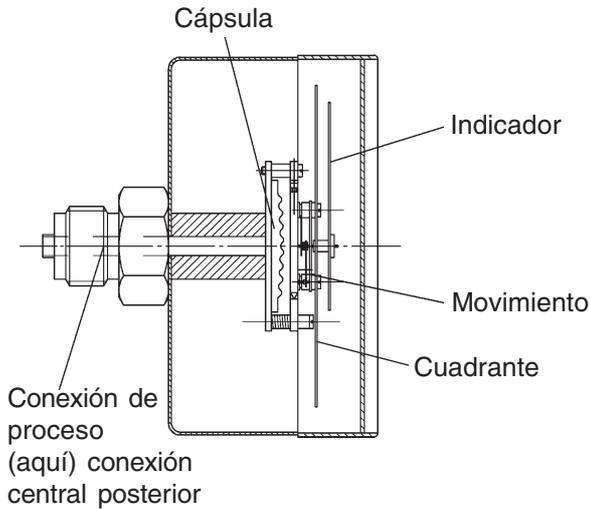
### Manómetro con tubo Bourdon en forma de C: Diaphragm:



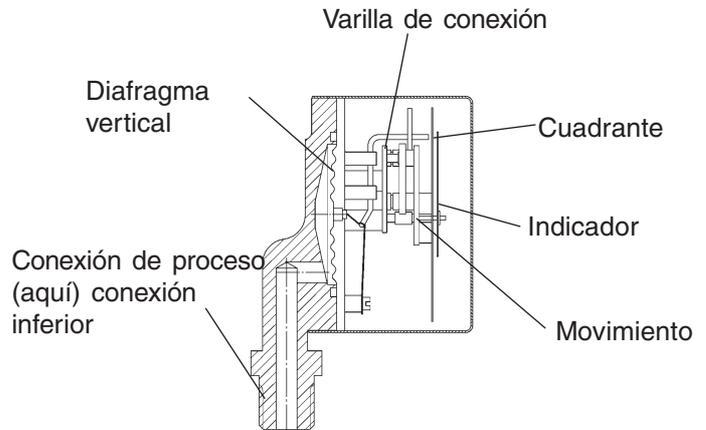
### Manómetro con diafragma horizontal



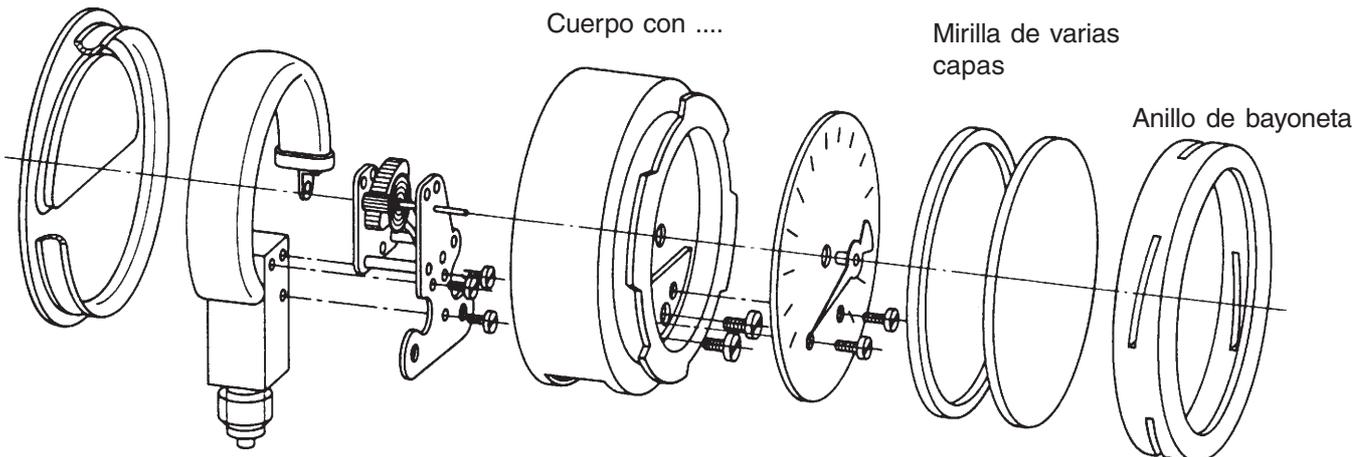
### Manómetro con cápsula de diafragma



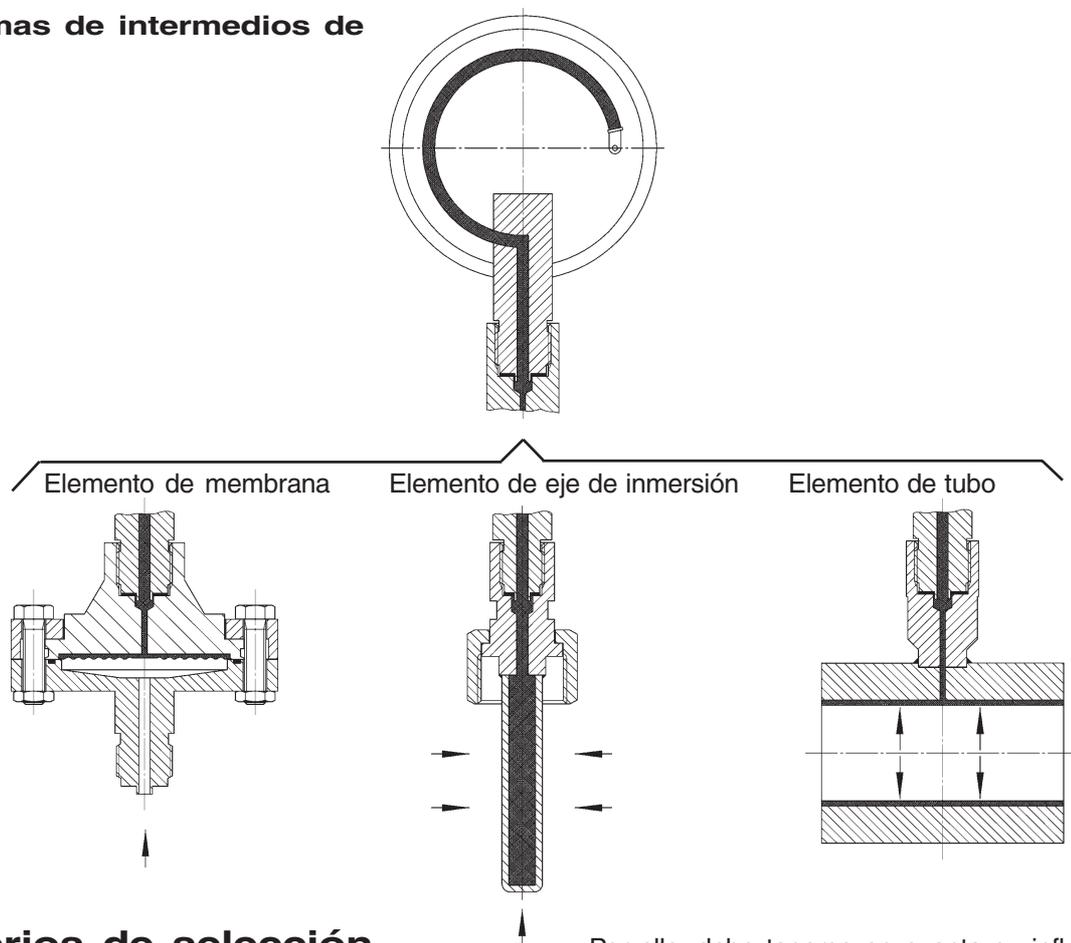
### Manómetro con diafragma vertical:



### Manómetro para los requisitos de seguridad según EN 837-1, S3 (anteriormente DIN 16 006 Parte 1 y Parte 2) soplable



## 2.3. Formas de intermedios de presión



## 3. Criterios de selección

El usuario debe asegurarse de que se ha seleccionado el manómetro correcto en cuanto al rango de indicación y acabado (p. ej. resistencia de los materiales a la sustancia medida, a la atmósfera y la temperatura, seguridad contra sobrepresión, etc.). Deben observarse las prescripciones aplicables para el caso concreto, así como EN 837-2.

### 3.1 Principios de medición

Los manómetros descritos en estas instrucciones de manejo contienen órganos medidores que se deforman bajo la influencia de una presión elástica. Este movimiento se transmite a un mecanismo indicador. Debido a su resistencia y fácil manejo, estos aparatos (manómetros) están ampliamente difundidos en el campo de la medición técnica de presión. Los órganos medidores están contruidos normalmente con aleaciones de cobre o aceros aleados.

#### Manómetros con tubo de Bourdon

Los tubos de Bourdon son tubos curvados en forma circular de sección oval. La presión a medir actúa sobre la cara interior del tubo, con lo que la sección oval se aproxima a la forma circular. Mediante el acodamiento del tubo de Bourdon se producen tensiones en el borde que flexionan el tubo. El extremo del tubo sin tensar ejecuta un movimiento que representa una medida de la presión.

Para presiones hasta 40 bar se utilizan en general tubos curvados de forma circular con un ángulo de torsión de  $270^\circ$ , para presiones superiores, tubos con varias vueltas en forma de tornillo.

Los tubos de Bourdon tienen una fuerza de retorno relativamente baja.

Por ello, debe tenerse en cuenta su influencia en la indicación, en los equipos adicionales como por ejemplo indicadores de seguimiento, transmisores de señal límite o potenciómetros de control remoto.

Los órganos de medición de tubo de Bourdon solamente pueden protegerse contra sobrecarga de manera limitada mediante el apoyo del órgano medidor con un valor límite de presión.

Los manómetros de tubo de Bourdon se utilizan para tensiones de medición de 0,6 bar a 4000 bar, principalmente en las clases 0,6 a 2,5.

La influencia de la modificación de la temperatura sobre la indicación está determinada fundamentalmente por la evolución de la temperatura del módulo de elasticidad del tubo de Bourdon. El error causado por la temperatura, según el material, está entre 0,3% y 0,4% cada 10 K.

#### Manómetros con lámina elástica

Las láminas elásticas son membranas onduladas de forma circular.

Por una cara soportan la presión a medir. La curvatura de la membrana es una medida de la presión. Las láminas elásticas tienen una fuerza de retorno relativamente grande. La influencia de los equipos adicionales es por este motivo inferior que en los aparatos con tubo de Bourdon. Mediante la sujeción en forma circular de las láminas elásticas es menos sensible a las sacudidas. Las láminas elásticas pueden protegerse contra una sobrecarga importante mediante la sujeción del órgano medidor. Pueden protegerse de las sustancias a medir corrosivas mediante la cobertura o anteposición de láminas de plástico. Los manómetros de láminas elásticas son también ventajosos con las sustancias a medir muy viscosas o que cristalicen, ya .....

que pueden preverse posibilidades de limpieza opcionales mediante orificios de conexión anchos, bridas de conexión abiertas u orificios de lavado. Existen manómetros con láminas elásticas horizontales y otros con las láminas elásticas verticales, es decir, paralelas al cuadrante. Con tensiones de medición < 0,6 bar se usan, generalmente, láminas elásticas de Ø 160 mm, con presiones superiores, de Ø 100 mm.

Mediante la sujeción en el borde de las láminas elásticas, la diferencia de la indicación al cambiar la temperatura es considerablemente superior que en los aparatos con tubo Bourdon.

Los manómetros de láminas elásticas se usan para tensiones de medición de 10 mbar a 25 bar en las clases 1,6 y 2,5, en casos excepcionales también 4,0.

### **Manómetros con muelle de membrana elástica**

Un muelle de membrana elástica consta de dos membranas onduladas de forma circular o una membrana y una placa base que están unidas a prueba de escape bajo presión en el borde. La presión de medición se aplica en el centro de una de las membranas y actúa sobre la cara interior de la cápsula. El movimiento de elevación creado de este modo es una medida de la presión.

Los manómetros con muelle de membrana elástica no son apropiados para sustancias a medir líquidas. Las tensiones de medición se extienden desde 2,5 mbar hasta 600 mbar en las clases 0,6 a 1,6.

La diferencia de indicación al cambiar la temperatura se sitúa según el material entre el 0,3% y el 0,4% cada 10 K.

## **3.2 Rangos de indicación**

La tensión de régimen debería estar en el tercio central del rango de indicación del manómetro. La carga de presión máxima no debería superar el 75% del valor final de escala con carga en reposo o el 65% del valor final de escala con carga dinámica, véase EN 837-2.

## **3.3 Márgenes de error**

Los márgenes de error de los manómetros se especifican en EN 837-1 (manómetro de tubo Bourdon) y EN 837-3 (manómetro de muelle de membrana elástica y de láminas elásticas) (antes DIN 16005).

Los manómetros de las clases 0,1 a 0,6 y superiores se utilizan para mediciones de precisión, preferentemente en laboratorios y talleres.

Los manómetros de las clases 1,0 y 1,6 sirven como medidores en máquinas e instalaciones de producción. Los manómetros de las clases 2,5 y 4,0 se utilizan para tareas de supervisión sin requisitos especiales de precisión.

## **3.4 Condiciones de uso**

Para seleccionar manómetros deben tenerse en cuenta la selección y las recomendaciones de montaje según EN 837-2 (antes DIN 16 005 Parte 1 y Parte 2) así como las indicaciones de estas Instrucciones, en especial, de los apartados 3.4.1., 3.4.2. y 5.

Si se emplean manómetros inapropiados para las condiciones de servicio reales puede causar daños considerables.

## **3.4.1 Propiedades de la sustancia medida Evolución de la presión**

Los golpes de presión no deben superar el rango de utilización de los presiómetros. Si procede, tienen que intercalarse dispositivos de protección contra sobrecarga (véase la sección 4). Con un cambio de la presión >10 % de los valores finales de escala cada segundo, se perjudica la lectura de los valores de medición. Además, se reduce considerablemente la duración de los aparatos. En estos casos deben preverse amortiguamientos.

Con elementos de estrangulación (tornillo de estrangulamiento o parachoques regulable) se reduce considerablemente la sección de entrada y de este modo se retrasa el cambio de la presión en el órgano medidor. También puede reducirse el montaje de un tramo de estrangulación (reducción de la sección de la línea de medición). En ambos casos resulta negativa la tendencia a ensuciarse. Los elementos de amortiguamiento en el mecanismo indicador únicamente retrasan el movimiento del indicador. Los llenados con líquido del cuerpo amortiguan el movimiento del órgano medidor y reducen el desgaste de las piezas móviles.

### **Temperatura**

Si la temperatura de la sustancia a medir es diferente en el lugar de medición de la temperatura de servicio permitida del presiómetro (véase la sección 7, así como EN 837-1, -2, -3), debe intercalarse una línea de medición suficientemente larga, un tubo sifón o un elemento intermedio de presión con tubo capilar hacia el presiómetro. Debe tenerse en cuenta la influencia sobre la indicación debido a las temperaturas de los aparatos diferentes a +20 °C.

### **Sustancias a medir muy viscosas, que cristalizan o que contienen sólidos**

Para medir la presión de sustancias muy viscosas, que cristalizan o que contienen sólidos se recomienda el uso manómetros de láminas elásticas o presiómetros de tubo Bourdon con elementos intermedios de presión montados (véase la sección 4.4).

### **Sustancias a medir corrosivas**

Si las sustancias a medir corrosivas pueden mantenerse alejadas del órgano medidor con medios de separación, pueden emplearse aparatos estándar. En caso contrario, es necesario seleccionar el material apropiado, para lo que el usuario debe proporcionar al fabricante todas las informaciones sobre los materiales compatibles con la sustancia a medir, en las condiciones de medición específicas, véase EN 837-2, 4.3.

Debido a la selección limitada de materiales para los órganos medidores elásticos, deben usarse presiómetros de láminas elásticas con revestimiento protector o anteponerse elementos intermedios de presión de materiales resistentes a un presiómetro de tubo Bourdon.

### **Seguridad**

Existe un peligro superior, p. ej. con gases o líquidos bajo presión elevada. En caso de fuga o reventón de las piezas bajo presión, los empleados que haya delante de la mirilla del aparato no deben resultar heridos por la sustancia a medir proyectada hacia delante. Los manómetros en acabado de seguridad con dispositivo de retrosoplado, p. ej. un panel posterior soplable, ofrecen protección en este caso (véase la Figura de la pág. 2 más adelante).

Con sustancias a medir peligrosas, como p. ej.

- oxígeno
- acetileno
- sustancias combustibles
- sustancias tóxicas

así como en las instalaciones de refrigeración, compresores, etc. deben observarse las prescripciones obligatorias.

Los manómetros con llenado de líquido deben contar con un dispositivo de soplado según EN 837-1, 9.7. (acabado S1, o también S2 o S3 según EN 837-1).

### **3.4.2 Condiciones ambientales**

#### **Sacudidas**

Si no pueden evitarse sacudidas en el presiómetro mediante la instalación apropiada, deben utilizarse aparatos con amortiguamiento del mecanismo indicador o llenado de líquido.

#### **Temperatura ambiente**

El margen de error indicado en el cuadrante es válido con una temperatura de referencia de +20 °C. Las temperaturas diferentes influyen en la indicación. La magnitud de la influencia depende del principio de medición (véase la sección 3.1).

En las instalaciones en exterior deben tenerse en cuenta las influencias medioambientales mediante selección o protección para evitar, p. ej. la congelación del presiómetro a temperaturas bajo 0 °C. En los aparatos con llenado de líquido aumenta la viscosidad del líquido de llenado cuando desciende la temperatura ambiente. Esto produce un retraso considerable de la indicación. La temperatura ambiente debe tenerse en cuenta también para las temperaturas de servicio máximas permitidas en el aparato.

#### **Atmósfera corrosiva**

Cuando la atmósfera es corrosiva deben preverse el cuerpo y las piezas de materiales resistentes apropiados. Para la protección exterior se utilizan también tratamientos superficiales especiales.

## **4. Aparatos adicionales**

### **Dispositivos de cierre para presiómetros**

Se recomienda montar un dispositivo de cierre entre el lugar de toma de la presión y el presiómetro, que permita cambiar el presiómetro y un control del punto cero con la instalación en marcha.

Según el objetivo de aplicación se usan grifos o válvulas. Los grifos tienen tres posiciones:

- Escape: La acometida está cerrada y el órgano medidor está conectado a la atmósfera. Puede controlarse el punto cero.
- Servicio: La acometida está abierta, el órgano medidor se encuentra bajo presión.
- Soplado: La acometida está abierta, la sustancia a medir escapa a la atmósfera. El órgano medidor está fuera de servicio.

En las válvulas (p. ej. según DIN 16270 y DIN16271) debe disponerse un tornillo de ventilación entre el asiento de la válvula y el manómetro. La ventilación en la atmósfera debe disponerse de manera que los empleados no estén en peligro por la sustancia saliente.

Debe evitarse contaminar el medio ambiente.

En determinados casos de aplicación (p. ej. calderas de vapor) los dispositivos de cierre deben tener una conexión de prueba para poder controlar el presiómetro sin tener que desmontarlo.

### **Soporte de los medidores**

Si la línea de medición no es suficientemente estable para soportar el presiómetro sin sacudidas debe preverse un soporte apropiado.

### **Tubos sifón**

Los dispositivos de cierre y los presiómetros deben protegerse mediante líneas de medición o tubos sifón suficientemente largos contra el calentamiento debido a la sustancia de medición caliente (p. ej. vapor de agua).

### **Elementos intermedios de presión**

Cuando las sustancias a medir sean agresivas, calientes, muy viscosas o cristalicen pueden anteponerse elementos intermedios de presión delante de los manómetros de tubo Bourdon, para impedir la penetración de estas sustancias en el órgano de medición. Para transmitir la presión al órgano de medición se utiliza un líquido neutro que se selecciona según el rango de medición, la temperatura, la viscosidad y otras influencias, debiendo prestarse atención a la compatibilidad de este líquido con la sustancia a medir.

Los elementos intermedios de presión tienen diferentes formas, véanse los esquemas de la sección 2.3, siendo la variante más común los de membrana.

En los de tubo y de brida, el fabricante debe montar el presiómetro en el elemento intermedio de presión adecuadamente para la posición de montaje.

La conexión entre el presiómetro y el elemento intermedio de presión no tiene que separarse.

Deben tenerse en cuenta las posibles influencias erróneas provocadas por la anteposición de un elemento intermedio de presión delante del medidor.

### **Dispositivos de protección contra sobrepresión**

Si por motivos de servicio se selecciona un rango de indicación menor a la presión de servicio máxima, el presiómetro puede protegerse contra daños anteponiendo un dispositivo de protección contra sobrepresión.

En caso de un golpe de presión, el dispositivo de protección se cierra inmediatamente, cuando la presión aumenta lentamente, sólo de forma progresiva. La presión de cierre a ajustar depende de la curva de tiempo.

Las sustancias a medir muy viscosas y sucias pueden perjudicar el funcionamiento del dispositivo de protección o dejarlo inservible.

Los manómetros de muelle de membrana elástica y de láminas elásticas pueden fabricarse también a prueba de sobrepresión (3x, 5x o 10x).

Tabla 1

Estado producto a medir	líquido			gaseoso		
Estado del líquido en el conducto de medición	líquido	en parte gaseado	totalmente gaseado	gaseoso	en parte condensado (húmedo)	totalmente condensado
Ejemplos	condensado	líquidos en embullición	"gases líquidos"	aire seco	aire húmedo humos	vapor de agua
a) Manómetro encima de boquilla de toma						
b) Manómetro debajo de boquilla de toma						

Preferentemente se han de tomar las disposiciones 3, 4, 5, 7, 8 y 11

## 5. Disposiciones de la medición

### Generalidades

En VDE/VDI 3512 hoja 3 se indican disposiciones de medición demostradas y propuestas para piezas.

En la tabla 1 se muestra una visión general de las disposiciones posibles de la medición.

### Tubo de toma de la presión

El tubo de toma de la presión debe colocarse en un lugar en el que existan un caudal sin obstrucciones y unas condiciones de medición uniformes. Se recomienda seleccionar el orificio para la toma de la presión suficientemente grande y cerrar el tubo de toma por medio de un órgano de cierre.

### Línea de medición

La línea de medición es la conexión desde el tubo de toma hasta el manómetro. El diámetro interior de la línea debe ser suficientemente grande para evitar obstrucciones. La línea de medición debe tenderse con una inclinación constante (se recomienda 1:15). Cuando la sustancia a medir sean gases, debe disponerse en el punto más bajo de un desagüe, cuando se trate de líquidos muy viscosos, en el punto más alto de una ventilación. Cuando se trate de gases o líquidos que contengan sólidos, deben preverse separadores que por medio de dispositivos de cierre puedan separarse y vaciarse de la instalación, con esta en funcionamiento. La línea de medición debe ejecutarse y montarse de manera que pueda absorber las cargas que se produzcan debido a dilatación, vibración o las influencias del calor.

### Dispositivos de cierre en el manómetro

Los dispositivos de cierre en el manómetro sirven para el control del punto cero o para cambiar el medidor con la instalación en marcha (véase la sección 4).

### Manómetro

El manómetro debe fijarse libre de sacudidas y disponerse bien legible.

En la lectura deben evitarse los errores de paraleje.

Tiene que asegurarse que los posibles dispositivos de soplado en el medidor están protegidos contra bloqueo (véase EN 837-1, 9.7.)

El manómetro debe disponerse de manera que la temperatura de servicio permitida no se supere ni deje de alcanzarse (véanse también las secciones 3.4.1, y 7) Debe tenerse en cuenta la influencia de la convección y la irradiación de calor.

Los manómetros cuyo órgano de medición esté lleno con agua o una mezcla de agua deben estar protegidos contra la congelación.

El manómetro se monta generalmente con un cuadrante vertical. En todos los demás casos se aplican el cuadrante, el símbolo de posición según EN 837 (antes DIN 16 257).

La diferencia de altura entre el tubo de toma y el manómetro produce un desplazamiento del valor inicial de medición si la sustancia a medir que hay en la línea de medición no tiene la misma densidad que el aire ambiente. El desplazamiento del inicio de la medición  $\Delta p$  se obtiene de la diferencia de densidad  $(\rho_M - \rho_L)$  y la diferencia de altura  $\Delta h$ :  $10^{-5} \cdot (\rho_M - \rho_L) g \cdot \Delta h$

$\Delta p$  = Desplazamiento comienzo medición (bar)  
 $\rho_M$  = Densidad sustancia a medir kg/m<sup>3</sup>  
 $\rho_L$  = Densidad del aire (1,205 a 20 °C) kg/m<sup>3</sup>  
 $\Delta h$  = Diferencia de altura m  
 $g$  = Aceleración terrestre m/s<sup>2</sup>  
 (aceleración terrestre media 9,81 m/s<sup>2</sup>)

La indicación se reduce en  $\Delta p$  cuando el manómetro está más alto que el tubo de toma de la presión y se aumenta en  $\Delta p$  cuando está más bajo.

## 6. Montaje

El montaje de los manómetros debe realizarlo exclusivamente personal técnico cualificado.

Para la disposición de la medición véase la sección 5.

Los manómetros, cuando se monten y desmonten no deben sujetarse por el cuerpo sino por la superficie para la llave del soporte de muelle.

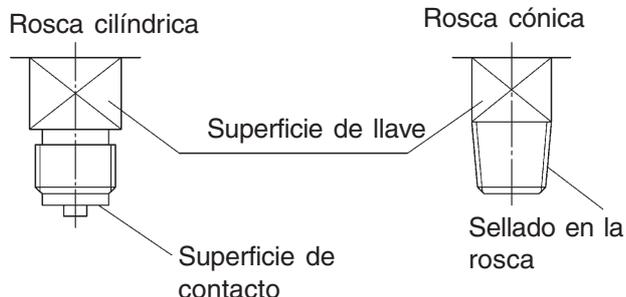
Debe comprobarse que se ha seleccionado la conexión apropiada para la sustancia a medir (diámetro o lámina de estanqueidad apropiada, etc.).

Para poder ubicar el medidor en una posición en la que pueda leerse correctamente, si la conexión es de rosca se recomienda el montaje con manguito de tensión o tuerca de racor.

En las conexiones enbridadas, el medidor se coloca sobre la contrabrida y las bridas se unen entre sí con los tornillos apropiados. Debe comprobarse el firme apriete de los tornillos.

**Las conexiones deben ser herméticas.** Por ello, es necesario utilizar para la unión las juntas apropiadas de material resistente a la sustancia a medir.

Para sellar las conexiones de medición de la presión con espigas roscadas cilíndricas deben utilizarse, por ejemplo, juntas planas en la superficie de contacto según EN 837-1 o juntas perfiladas, o bien prensaestopas con las conexiones de alta presión correspondientes. En las roscas cónicas (p. ej. rosca NPT) se efectúa el sellado en la rosca con materiales de obturación adicionales, como por ejemplo, cinta PTFE (véase EN 837-2.)



En los manómetros con una abertura de descarga de la presión de  $\varnothing 13$  mm en el perímetro del cuerpo superior se recomienda para la gama de medición  $\leq 6$  bar hacer que el aparato puede ventilarse cortando la boquilla del tapón de llenado para compensar la presión interior.

Si el manómetro está más bajo que el tubo de toma de la presión, antes de la puesta en servicio tiene que lavarse bien la línea de medición para eliminar cuerpos extraños.

Al llenar por presión las tuberías o contenedores, el manómetro no debe soportar una carga superior a la marca límite ▼ en el cuadrante o no debe superarse el límite de uso prefijado del manómetro con carga en reposo (véase la sección 7).

En los manómetros de láminas elásticas, no deben aflojarse los tornillos de tensión de la brida superior e inferior.

En los aparatos con elementos intermedios de presión montados no deben aflojarse las uniones entre el medidor y el elemento intermedio de presión y, si procede, entre éste y la línea de larga distancia.

Antes de **desmontar** el manómetro debe dejarse sin presión el órgano de medición. Si procede, debe descargarse la línea de medición. Los restos de sustancia a medir en los presiómetros desmontados pueden poner en peligro las personas, los equipos y el medio ambiente. Deben adoptarse las medidas de precaución suficientes.

(Equipos eléctricos adicionales: véase la sección 9).

## 7. Funcionamiento

Los dispositivos de cierre sólo deben abrirse lentamente para evitar golpes de presión al efectuar la puesta en servicio.

### Area de aplicación

El área de aplicación para la carga en reposo está señalizada en muchos presiómetros mediante una marca de limitación ▼ en el cuadrante (véase EN 837-1, EN 837-3).

Los manómetros de tubo Bourdon de diámetro 100, 160 y 250 soportan una carga hasta el valor final de escala con la carga en reposo. Con carga alterna, se permite como valor de pico solamente 0,9x de esta presión, en los rangos de medición de 0/2500 bar y 0/4000 bar, 2/3 del valor final de escala, como máximo. Los manómetros de tubo Bourdon son seguros contra sobrepresión hasta 1,3x el valor final de la escala (los aparatos de 0/2500 bar y 0/4000 solamente soportan carga hasta el valor final de la escala).

Los manómetros de tubo Bourdon de tamaños nominales 40, 50, 60, 63, 80 y 72x72 soportan con carga en reposo hasta 3/4 del valor de escala, con carga alterna hasta un máximo de 2/3 del valor final de escala, por breve tiempo hasta el valor final de escala.

Los manómetros de láminas elásticas con láminas elásticas verticales soportan carga hasta el valor final de escala con carga en reposo y cuando es alterna hasta 0,9x el valor final de escala.

Los manómetros de láminas elásticas con láminas elásticas horizontales son seguros contra sobrepresión hasta 5x el valor final de escala (en acabado especial también más), pero no más de 40 bar.

Los manómetros con muelle de membrana elástica soportan carga hasta el valor final de escala con carga en reposo, cuando es alterna hasta un máximo de 0,9x el valor final de escala. Como los manómetros de tubo Bourdon, son seguros contra sobrepresión 1,3x (en acabado especial también más).

### Comprobación del punto cero

Para comprobar el punto cero del presiómetro durante el servicio, se cierra el dispositivo de cierre necesario (véase el punto 4) y se descarga el presiómetro. El indicador debe estar dentro del rango señalado en el punto cero con ▬.

Si el indicador está fuera de este rango, puede suponerse que existe una deformación permanente del órgano medidor que requiere una comprobación más exacta para prevenir accidentes debido a un error de medición. Por ello, el aparato debe cambiarse y enviarse para su comprobación y reparación, si procede.

### **Comprobación de la indicación**

Si es necesaria una comprobación de la indicación durante el funcionamiento, el manómetro se separa del proceso por medio del dispositivo de cierre necesario para ello con conexión de prueba (véase el punto 4) y se somete a una presión de prueba. Se aplican los márgenes de error según EN 837-1 o EN 837-3.

### **Temperatura de funcionamiento**

No tiene que superarse la temperatura de funcionamiento permitida del manómetro.

La resistencia a la temperatura o la temperatura de funcionamiento permitida es en general de un máximo -20 °C a +60 °C (véase EN 837-1 y EN 837-3), donde los aparatos sin llenar con tubo de Bourdon soldado indirectamente o con gas de protección resisten temperaturas de hasta +100 °C en el sistema de medición. Los acabados especiales con el rótulo en el cuadrante correspondiente (tA / tR) pueden ser apropiados para temperaturas superiores.

Atención: se trata únicamente de datos sobre la resistencia a la temperatura de los materiales o de las costuras de soldadura directa o indirecta. ¡Deben tenerse en cuenta los datos de los campos de indicación si existen diferencias respecto a la temperatura de referencia!

### **Temperatura de limpieza**

La temperatura de funcionamiento permitida no debe superarse tampoco al lavar la línea de medición del manómetro (véase anteriormente). Si procede, el aparato tiene que cerrarse o desmontarse.

En los medidores conectados a elementos intermedios de presión no tiene que superarse la temperatura de limpieza máxima tR.

## **8. Mantenimiento y reparación**

En general, los manómetros no necesitan mantenimiento.

Las reparaciones tiene que llevarlas a cabo exclusivamente el fabricante. Antes de enviar un aparato para su reparación, las piezas que han estado en contacto con la sustancia a medir deben limpiarse cuidadosamente, en especial cuando sea una sustancia peligrosa (véase también la sección 6). Debe adjuntarse al pedido de reparación una descripción de la sustancia a medir o una declaración sobre contaminación.

## **9. Equipos eléctricos adicionales**

El montaje y la conexión eléctrica debe realizarlos exclusivamente personal técnico cualificado.

Los aparatos con equipos eléctricos adicionales llevan una placa de características en la que se indica cómo realizar la conexión eléctrica.

Es necesario tener en cuenta los límites de carga. Si se superan, pueden producirse daños. internacionales

Para el montaje, puesta en servicio y funcionamiento de los aparatos deben tenerse en cuenta las prescripciones de seguridad nacionales e (p. ej. VDE 0100)

Debe asegurarse que el diámetro del cable coincida con los de los elementos de obturación. Los racores deben apretarse firmemente. Sólo entonces existen los tipos de protección confirmados. En los acabados con clavija con salida lateral del cable, conector enchufable o caja de enchufe de cable deben apretarse firmemente a mano los tornillos de fijación dispuestos centralmente.

En los transformadores de medición de la presión DMU, para el cumplimiento de la compatibilidad electromagnética, debe utilizarse para la conexión exclusivamente cable apantallado, cuya pantalla debe conectarse a la caja o al borne del terminal de puesta a tierra de la clavija con salida lateral del cable.

En los aparatos con contacto magnético de ruptura brusca debe tenerse en cuenta que la identificación CE según la directiva EMV sólo es válida si la frecuencia de maniobra no supera las 5 por minuto.

Si está prefijado, deben utilizarse amplificadores seccionadores o relés multifunción (p. ej. en aparatos con contacto inductivo). Deben tenerse en cuenta las prescripciones de manejo válidas.

## **10. Almacenamiento**

Para el almacenamiento hasta el montaje, los manómetros deben dejarse en su embalaje original y guardarse protegidos contra daños por influencias exteriores.

Después de usarse por un tiempo breve un medidor (p. ej. para una prueba) debe volver a empaquetarse cuidadosamente en el embalaje original para su almacenamiento posterior.

En general, para el almacenamiento no deben incumplirse los límites de temperatura de -40 °C y + 60 °C (véase EN 837-1 y EN 837-3).

Si tiene alguna duda o desea hacer alguna consulta, diríjase al fabricante.