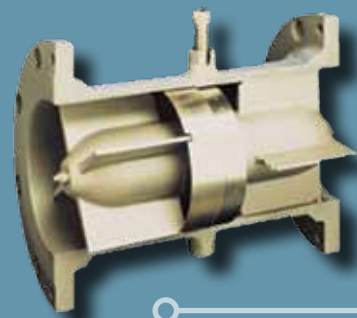


## Tipos de Medidores



### Turbinas

Su exactitud va desde  $\pm 0,25$ . Su costo de instalación y operación no es tan alto. Las hay desde 1 y hasta 30 pulg de diámetro. Se recomienda su uso en la medición de líquidos limpios y no viscosos. Su mantenimiento puede ser un tanto costoso. Son muy lineales en su calibración su uso no está tan limitado por temperatura y presión.

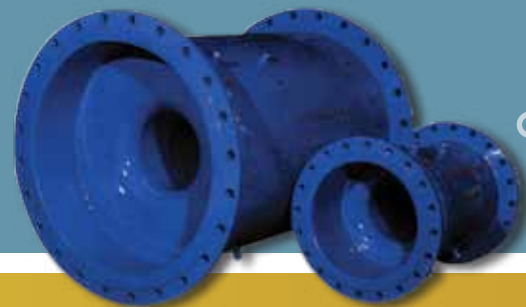
### Placas de Orificio

Su costo de instalación, operación y mantenimiento no es tan alto pueden ser empleados en tuberías desde 0,5 hasta 30 pulg de diámetro, se recomienda para la medición de líquidos limpios. Su exactitud varía  $\pm 2,00$  al  $\pm 4,00\%$  de plena escala. La principal limitante de estos medidores es que tienen alta pérdida de presión, sin embargo, tienen buena estabilidad, su uso es confiable, fácil de instalar, bajo costo no requieren suministro de energía si se conectan instrumentos mecánicos (registradores, indicadores etc.) y en caso de que éstos sean electrónicos su demanda de energía es baja.



### Medidores Venturi

Sus costos de instalación son altos, aunque su mantenimiento y operación no son tan costosos, los hay desde los 2 pulg hasta las 30 pulg de diámetro. Se recomiendan para la medición de líquidos limpios, su exactitud puede ser del  $\pm 1,5$ . Su principal limitante es que son difíciles de inspeccionar, sin embargo, son de alta capacidad, no tienen lados puntiagudos y se autolimpian.



### Desplazamiento positivo



Su costo de instalación no es tan alto, su mantenimiento es más bien accesible, los hay desde 2 y hasta 30 pulg de diámetro. Pueden funcionar muy bien en la medición de líquidos limpios, viscosos o sucios. Están limitados por temperatura y presión, son voluminosos, sin embargo, son los mejores para la medición de fluidos viscosos, no necesitan rectificadores de flujo y su lectura es simple.



### Coriolis

Realizan mediciones de flujo másico con exactitudes alrededor de  $\pm 1,00$  y se encuentran hasta 6 pulg de diámetro; se recomiendan para la medición de fluidos limpios y no son confiables para la medición de fluidos viscosos además de ser muy sensibles a las vibraciones aunque en la actualidad se ha logrado reducir en gran medida los efectos adversos debidos a la vibración.

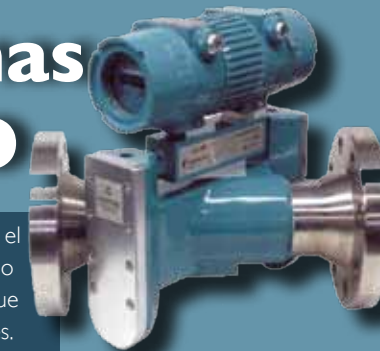
### Rotámetros

Son medidores económicos, de baja resolución recomendados para la medición de fluidos limpios, por lo general se encuentran sólo en tamaños pequeños.



### Ultrasónico

Son medidores recomendados para la medición de líquidos limpios y/o viscosos, su exactitud puede ir desde  $\pm 0,5$  (en el caso de los multipasos) y hasta  $\pm 2,00$  para los tipo dopler. Su principal limitante es que requieren condiciones de flujo específicas aguas arriba del medidor y entre sus ventajas destaca el hecho que no presentan gran caída de presión, pueden ser bidireccionales y los hay tipo "Clamp on" que son medidores de flujo no intrusivos. Actualmente se encuentran en el mercado una nueva generación de medidores de flujo ultrasónico de doble cronometría que poseen gran exactitud de acuerdo con la recomendación R117 de la OIML y el capítulo 5.8 del manual de estándares del API con excelentes resultados para su uso con diferentes productos utilizados en la transferencia de custodia. Independientemente de las marcas, su principio de operación se basa en la medición del tiempo entre los pulsos transmitidos de un punto a otro y viceversa.



# Evolución en los Sistemas de Medición de Flujo

Ing. Yadira Irasema Toledo Rodríguez

A través del tiempo los sistemas de medición de flujo han ido evolucionando según la demanda que ha tenido el ser humano en la medición de sus productos, esto ha sido paralelo al desarrollo de nuevas condiciones de flujo y exactitudes requeridas. Además de conocer los principales tipos de medidores de flujo líquido y la utilidad que cada uno de ellos tiene hablaremos de las ventajas de las calibraciones realizadas utilizando diferentes patrones.

### Medidores Tobera

Prácticamente poseen las mismas características de los medidores tipo tobera en exactitud, sólo que requieren que el número de Reynolds del fluido sea mayor a 7500. Son difíciles de inspeccionar.



### Medidores Magnéticos

Su costo de instalación y operación no es tan alto, su mantenimiento es accesible y los hay desde hasta 100 pulg. Su uso se restringe a fluidos conductivos ya que su principio de operación es la ley de Faraday, entre sus ventajas destaca que no son sensibles a los cambios de densidad o viscosidad del fluido. Su exactitud varía alrededor de  $\pm 0,5\%$



### Pitot

Tienen baja caída de presión, fácil lectura aunque necesita un perfil de flujo específico y requiere de equipo especial para obtener lecturas remotas, su exactitud va desde  $\pm 3,00$  hasta  $\pm 5,00$ , para la medición de fluidos limpios, principalmente.

La medición de flujo de líquidos continua en constante cambio paralelamente a los cambios que demanda la industria. La exactitud de estas mediciones dependerá de la selección del tipo de medidor y la conservación de sus características metrológicas a través del tiempo, empleando entre otros cuidados, la calibración periódica de los sistemas de medición de flujo.

La necesidad de un sistema de prueba de medidores depende del valor de la exactitud de la medición del producto que está siendo manejado. Entre los principales patrones de referencia para calibraciones de medidores de flujo líquido se encuentran: medidores maestros, medidas volumétricas y probadores volumétricos.

### Medidores Maestros

Son medidores que se seleccionan, mantienen y operan para servir de referencia en la calibración de otros medidores por comparación de lecturas. Sin embargo, el método de calibración por comparación con medidor maestro lleva consigo una cadena de incertidumbre mayor. Se pueden caracterizar medidores tipo desplazamiento positivo y/o turbinas

para ser utilizados como referencia en base a las características de cada uno de ellos. Con electrónica apropiada se pueden hacer calibraciones en línea sin interrumpir el flujo.

### Medidas Volumétricas

Las medidas volumétricas son recipientes que pueden ser abiertos o cerrados, cuyo volumen es bien conocido a una temperatura de referencia y cuentan además

con una escala graduada en su cuello. Al "eliminar" un eslabón, en la cadena de trazabilidad proporcionan mejores incertidumbres que las calibraciones que se realizan con medidores maestros. Sin embargo, no deja de ser un método basado en la apertura y cierre de válvulas.

### Probadores volumétricos

Un tipo de estos patrones volumétricos

son los Probadores de tipo Pistón, que tienen una forma de barril donde el pistón recorre una trayectoria recta, como las jeringas convencionales. Este método de calibración a diferencia de los anteriores es dinámico y se utiliza con frecuencia en la transferencia de custodia, ya que provee resultados con mejores incertidumbres al realizarse en línea a condiciones de operación y sin interrumpir el flujo.

REFERENCIAS [1] E. L. Upp, Fluid Flow Measurement., 1993 [2] American Petroleum Institute, Manual of Petroleum Measurement Standards.

## Antecedentes de la medición de flujo

2670 a.C

La medición de flujo inició desde nuestros ancestros, según se tienen registros que en la época del emperador chino Huangdi, medían el flujo de agua salada que utilizaban para producir sal como condimento.

144 a.C

Los Romanos, realizaron las primeras mediciones rudimentarias de flujo de agua con el objeto de transportarla a través de los acueductos hasta sus hogares.

1660

A principios de los años 1600 Castelli y Torricelli determinaron que la tasa de flujo era igual a la velocidad del flujo por el área y que la descarga a través de un orificio varía con la raíz cuadrada de la caída de presión.

1700

1700 el profesor Poleni complementó este trabajo para entender mejor la descarga en un orificio. Casi al mismo tiempo Bernoulli desarrolló un teorema sobre las ecuaciones hidráulicas que persisten en la actualidad.

1730

Pitot publicó un trabajo a cerca de un medidor que él había desarrollado. Venturi hizo lo mismo en los finales de 1790 y Herschel en 1887

1850

Fue hasta mediados de 1800 en Inglaterra que empezaron a tomar forma los primeros medidores tipo desplazamiento positivo para su uso comercial. Paralelamente a estos esfuerzos se desarrollaron medidores en otras áreas para la medición de flujo, tales como los vórtex, ultrasónicos, magnéticos y turbinas.