

SERIE AUTODIDÁCTICA DE MEDICIÓN



## MEDIDORES DE VELOCIDAD (HÉLICE, TURBINA Y MOLINETE)

Autor: Angel Ruiz Aparicio

Revisores: Raúl Juárez Nájera, Leonel Ochoa Alejo

Editor: Iván Rivas Acosta

COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA HIDRÁULICA (IMTA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN DEL AGUA (CNA)



© Comisión Nacional del Agua, CNA  
© Instituto Mexicano de Tecnología del Agua,  
IMTA

*Edita:*

Comisión Nacional del Agua  
Subdirección General de Administración  
del Agua  
Gerencia de Recaudación y Control  
Subgerencia de Medición e Inspección

Instituto Mexicano de Tecnología del  
Agua  
Coordinación de Tecnología Hidráulica  
Subcoordinación de Hidráulica Rural y  
Urbana

*Elabora:*

Grupo de Hidráulica Rural y Urbana  
(IMTA)  
Grupo de Medición e Inspección  
(CNA)

*Imprime:*

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

ISBN 968-5536-01-5

## PARTICIPANTES

En la realización de este documento,  
colaboraron: especialistas en hidráulica del  
IMTA y de la Subdirección General de  
Administración del Agua de la CNA.

**Autor:** Angel Ruiz Aparicio, IMTA

**Revisor:** Raúl Juárez Nájera, CNA  
Leonel Ochoa Alejo, IMTA

**Editor:** Iván Rivas Acosta, IMTA

**Supervisión editorial:** Subcoordinación  
de Editorial y Gráfica, IMTA

**Revisión literaria:** Antonio Requejo  
del Blanco, IMTA

*Para mayor información dirigirse a:*

**SUBGERENCIA DE MEDICIÓN  
E INSPECCIÓN  
GERENCIA DE RECAUDACIÓN  
Y CONTROL**

**SUBDIRECCIÓN GENERAL DE  
ADMINISTRACIÓN DEL AGUA**

Insurgentes Sur # 1960, 1er piso  
Col. Florida CP. 01030, México D.F.  
Tel. (01 55) 5322-2454  
Fax (01 55) 5481-4100, ext. 6608  
e-mail: [roberto.merino@cna.gob.mx](mailto:roberto.merino@cna.gob.mx)

**SUBCOORDINACIÓN DE HIDRÁULICA  
RURAL Y URBANA  
COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA  
HIDRÁULICA**

Paseo Cuauhnáhuac # 8532  
Col. Progreso, CP. 62550, Jiutepec, Mor.  
Tel. y fax (01 777) 319-4012,  
e-mail: [sagutar@hialoc.imta.mx](mailto:sagutar@hialoc.imta.mx)

*Derechos Reservados por:*

*Comisión Nacional del Agua  
Insurgentes Sur # 2140  
Col. Ermita San Ángel, C.P. 01070  
México, D.F.*

*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Paseo Cuauhnáhuac # 8532  
Col. Progreso, C.P. 62550  
Jiutepec, Mor.*

*Esta edición y sus características son  
propiedad de la Comisión Nacional del Agua y  
del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.*

*Diciembre, 2001*

## PREFACIO

El 1° de diciembre de 1992 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, La Ley de Aguas Nacionales, en donde se exponen los artículos 7-VIII, 26-II, 29-V-VI, 119-VII-X-XI, relacionados con la medición del agua.

Con base en esta Ley de Aguas Nacionales, la Comisión Nacional del Agua, CNA, a través de la Subdirección General de Administración del Agua, desarrolla continuamente campañas de medición de caudales, con el fin de controlar y verificar la cantidad de agua que extraen los diversos usuarios de las fuentes de abastecimiento.

Ante esta situación y la dificultad que representa el uso de los diferentes aparatos de aforo, la CNA y el IMTA, han elaborado esta serie de documentos autodidácticos, para que el personal técnico de dicha dependencia se capacite en el manejo de las técnicas existentes de medición de gasto, así como en el manejo de equipos y en los procedimientos de adquisición y análisis de datos.

La serie autodidáctica está enfocada a las prácticas operativas y equipos medidores que cotidianamente utiliza la CNA en sus actividades de verificación de los equipos de medición instalados en los aprovechamientos de los usuarios del agua y muestra las técnicas modernas sobre: a) inspección de sitios donde se explota el agua nacional; b) verificación de medidores de gasto instalados en las diversas fuentes de suministro o descarga de agua; c) procedimientos y especificaciones de instalación de equipos; d) realización de aforos comparativos con los reportados por los usuarios; e) cuidados, calibración y mantenimiento de los aparatos.

En general, cada documento de la serie está compuesto por dos partes: a) un documento escrito, que describe los principios de operación de un medidor particular, cómo se instala físicamente, qué pruebas de precisión se requieren, cómo se hace el registro e interpretación de lecturas y procesamiento de información, de qué manera hay que efectuar el mantenimiento básico, cuáles son sus ventajas y desventajas, y qué proveedores existen en el mercado; b) un disco compacto, CD, elaborado en el paquete *"Power Point de Microsoft"*, construido con hipervínculos, diagramas, fotografías e ilustraciones, según lo requiera cada tema.

Con esta serie de documentos se pretende agilizar el proceso de capacitación a los técnicos que realizan dichas actividades de medición.

# CONTENIDO

- 1. ¿PARA QUIÉN Y POR QUÉ? ..... 1
- 2. PRINCIPIOS DE OPERACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES ..... 2
- 3. REQUERIMIENTOS DE INSTALACIÓN FÍSICA ..... 7
- 4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INSTALACIÓN ..... 10
  - AUTOEVALUACIÓN 1 ..... 13
- 5. PRUEBAS DE PRECISIÓN Y CALIBRACIÓN ..... 14
- 6. REGISTRO E INTERPRETACIÓN DE LECTURAS Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN ..... 15
- 7. MANTENIMIENTO BÁSICO ..... 18
- 8. VENTAJAS Y DESVENTAJAS ..... 20
  - AUTOEVALUACIÓN 2 ..... 21
- 9. PRINCIPALES PROVEEDORES ..... 22
  - ANEXO A ..... 23

# 1. ¿PARA QUIÉN Y POR QUÉ?

## ¿PARA QUIÉN?

Este manual está dirigido a técnicos y personal a cargo del manejo de medidores de velocidad, así como al personal responsable de la capacitación dentro del campo de la medición de flujo con este tipo de instrumentos.

Para los operadores de sistemas hidráulicos responsables de la operación de éstos, y a todos los interesados en la instalación, uso y manejo de los medidores de velocidad.

## ¿POR QUÉ?

Es necesario saber cuál es el procedimiento que se debe seguir para manejar con habilidad los medidores, así como la gama de opciones que nos presenta este instrumento de medición.

El adecuado funcionamiento de los medidores de velocidad depende directamente de una apropiada instalación, por lo cual debemos tener cuidado con cada una de las especificaciones del instrumento.

Cada uno de los accesorios necesarios para la instalación, uso y manejo del instrumento tiene requerimientos especiales, los cuales deben atenderse con suma precaución.

La importancia que tienen las especificaciones de cada instrumento dependen directamente de los fabricantes, por lo que es necesario tomarlas en cuenta con disciplina.

## EVALÚA SI SABES

### 1 ¿Para qué sirve un medidor de velocidad?

- Para la medición del caudal.
- Para hacer la conexión de un tramo de tubería.
- Para la limpieza de los instrumentos destinados a medir caudales.
- Como base de un medidor ultrasónico.

### 2 ¿Qué medidores utilizan álabes, copas o aspas como elemento principal de funcionamiento?

- Medidores de velocidad.
- Tubo Pitot.
- Medidores de placa orificio.
- Annubar.

### 3 ¿Dónde se pueden utilizar los medidores de velocidad?

- Tuberías trabajando a presión.
- Flujo a superficie libre.
- Ninguna de las anteriores.
- Tuberías a presión y flujo a superficie libre.

### 4 ¿Cuál de los siguientes métodos de medición no es de velocidad?

- Propela.
- Molinete.
- Canal Parshall.
- Turbina.

### 5 ¿Qué miden los medidores de propela?

- Presión.
- Temperatura.
- Velocidad.
- pH.

### 6 ¿A partir de cuál ecuación se conoce el caudal?

- $a=b+c$
- $Q=AV$
- $E=mc^2$
- $f= a+b-1$



## 2. PRINCIPIOS DE OPERACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES

Los instrumentos que utilizan el empuje dinámico del agua para determinar el caudal del flujo son denominados *medidores de velocidad* y se clasifican en:

- Hélice o propela: el medidor de flujo tipo propela contiene un elemento giratorio que se colocará al centro del flujo y las revoluciones de éste elemento son proporcionales a la velocidad del flujo. El número de giros se transmite mecánicamente a un registrador, el cual muestra el valor del gasto y el volumen acumulado.
- Turbina: el medidor de velocidad tipo turbina es una variante de los medidores de velocidad de hélice o propela, ya que funcionan con el mismo principio de relacionar la velocidad del flujo con el número de vueltas que da, en este caso, una especie de turbina.
- Molinete: este instrumento de medición consiste en dos partes principales, una rueda provista de un dispositivo mediante el cual el agua en movimiento hace girar un mecanismo que permite contar o medir el número de vueltas que da esta rueda.

### 2.1 PRINCIPIO HIDRAULICO

Los medidores de velocidad utilizan un elemento primario consistente en álabes, copas o aspas que giran dentro de las tuberías a presión o en

los canales a superficie libre, debido a la acción del flujo que pasa por estos conductos en dirección axial. Este tipo de medidores puesto que no miden el caudal directamente, son considerados medidores de métodos indirectos, ya que miden el caudal a partir de la velocidad del flujo por el conducto.

La medición del caudal en este tipo de aparatos se logra con base en la proporcionalidad que existe entre el número de revoluciones o vueltas que dan las aspas del dispositivo, y la velocidad del agua que es transportada a través del conducto.

La velocidad que adquieren las aspas al contacto con el agua se transmite a un sistema de relojería o de pulsos eléctricos que la transforman directamente en información equivalente a volúmenes o registros del caudal.

En estos instrumentos se relaciona el número de vueltas del dispositivo con la velocidad del flujo, y al contar con el diámetro de la tubería donde está el medidor se aplica la ecuación de continuidad para conocer el caudal. Este proceso para determinar el caudal por medio de la ecuación de continuidad es hecho internamente por el propio medidor.

Ecuación de la continuidad:

$$Q = A \times V$$

donde:

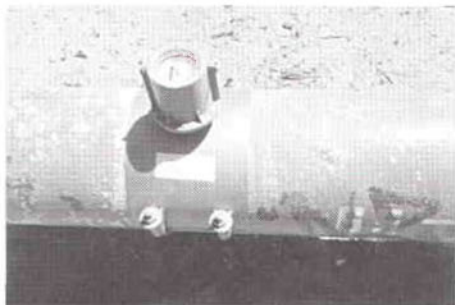
Q= gasto del flujo (m<sup>3</sup>/s)  
A= área transversal (m<sup>2</sup>)  
V= velocidad del flujo (m/s)

### 2.2 SELECCIÓN DE MEDIDORES DE CAUDAL TIPO VELOCIDAD

Uno de los factores determinantes para que el equipo arroje información confiable es la adecuada selección del medidor que se instalará. Para esto se deben tomar en cuenta factores tales como los que se mencionan a continuación:

- Uno de los errores que más se comete es el tratar de seleccionar los medidores solamente de acuerdo con el diámetro de la tubería donde se instalará dicho medidor, por lo que es importante tomar en cuenta otros factores que intervienen en esta selección. Algunos de éstos son:
  - a) *Exactitud*. Es el grado de aproximación que tiene una medición a un valor estándar o patrón.
  - b) *Rango de caudales*. Los medidores tienen un rango de caudales en el cual el medidor funciona óptimamente.
  - c) *Pérdidas piezométricas*. La mayoría de los medidores provocan una pérdida de carga piezométrica; ésta puede ser grande o pequeña dependiendo del medidor.
  - d) *Registros requeridos*. Básicamente existen dos tipos de registro: uno para medir el caudal instantáneo y otro para cuantificar el volumen.
  - e) *Costo*. Incluye costo del aparato, instalación, accesorios secundarios, operación y mantenimiento.
  - f) *Mantenimiento*. El tipo de mantenimiento necesario para la variante de cada medidor de velocidad.

- g) *Instalación y construcción.* Necesidades de piezas o instrumentos adicionales para la instalación de los medidores.
- h) *Aceptabilidad del usuario.* Es importante considerar prácticas históricas del personal.
- i) *Vandalismo.* El acceso público a los instrumentos de medición puede ocasionar problemas de destrucción.
- j) *Existencia en el mercado.* En caso de que un medidor no se encuentre en el mercado nacional, puede ser problemático y costoso traerlo desde el lugar donde se produce, además de las refacciones que se necesiten.



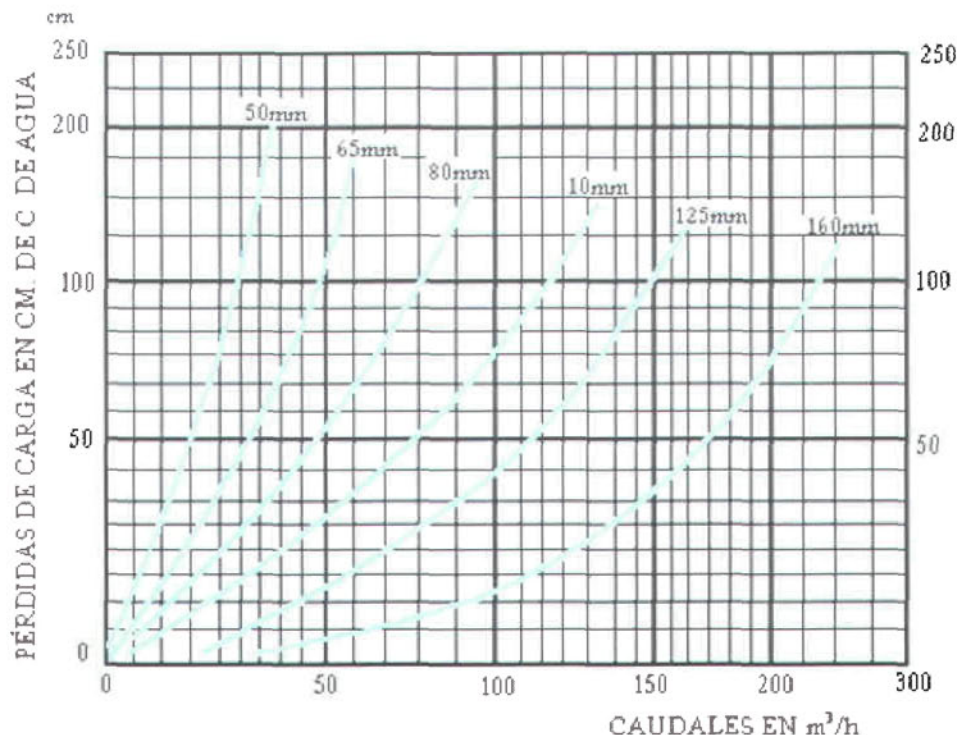
**Figura 2.1** El vandalismo es muy frecuente en este tipo de medidores.

- Es importante aclarar que la pérdida de carga está en función del incremento de caudal, por ello se recomienda que el medidor esté funcionando para el rango de caudales especificado por el fabricante.
- Para garantizar una precisión aceptable (error  $\pm 2\%$ ) y evitar deterioros por sobre carga de trabajo, el medidor debe funcionar dentro de las especificaciones mencionadas por las normas.

- Es posible que los medidores de velocidad se desempeñen adecuadamente en gastos que no sean los apropiados, sin embargo esto sería por periodos cortos.

Además de tomar en cuenta las consideraciones anteriores, para efectuar una adecuada selección del medidor se debe conocer:

- Características físico-químicas del agua (temperatura, viscosidad, densidad, corrosividad o incrustaciones, etc.),



**Figura 2.2** Tomar en cuenta las pérdidas de carga de acuerdo con los caudales y diámetros nos lleva a tener mejores resultados.

- De acuerdo con los diferentes medidores de velocidad existentes en el mercado, existen pérdidas de carga, las que se permiten de un orden de 0.5 a 2 metros columna de agua (m.c.a.), dependiendo del modelo del medidor.

mediante un examen del agua. Por ejemplo, para un pH agresivo sería recomendable que el medidor tuviera un mantenimiento especial.

- Rango de caudales a medir de acuerdo con los caudales que pasan por la tubería.
- Presiones máxima, mínima y normal de operación, en el sitio de medición.
- Cuidar la pérdida de carga admisible.
- Características de la descarga o sitio donde se ubicará el medidor (diámetro de la tubería, distancia disponible para su ubicación, disponibilidad de energía eléctrica, etc.).
- Tipos de dispositivos de lectura requeridos (elementos secundarios).
- Evaluación de calidad del equipo, asistencia técnica y refaccionaria del fabricante.

## 2.3 TIPO DE MEDIDORES DE VELOCIDAD

### 2.3.1 MEDIDORES TIPO WOLTMANN

Los medidores de hélice tipo Woltmann son aparatos que combinan una elevada precisión con una mínima pérdida de carga, siempre y cuando su selección e instalación se efectúe correctamente.

De este tipo de medidores de velocidad existen dos tipos: el horizontal y el vertical.

La existencia de piezas especiales situadas en las proximidades del medidor, ya sea antes o después, ocasionan turbulencias, afectando con ello la precisión del medidor.

Algunas de las características particulares del tipo Woltmann

- Cuenta con una turbina tipo helicoidal.
- Se construyen en diámetros que van de 2" a 20".
- Se proporciona en un carrete bridado.
- Errores máximos en la medición del  $\pm 2\%$ .
- Temperatura máxima de operación: 40° C.
- Presiones de trabajo de hasta 10 kg/cm<sup>2</sup>.
- Su transmisión puede ser mecánica o magnética.

#### Recomendaciones de uso

Es recomendable usar este medidor en aguas limpias o con bajos contenidos de sólidos en suspensión.

### 2.3.2 MEDIDOR DE HÉLICE O PROPELA

Básicamente, este medidor consta de aspas, una caja sellada y la cabeza del medidor; también cuenta con un registro local y una caja de acoplamiento para conectar el equipo de medición extra.

De acuerdo con el sistema de instalación algunos de los modelos son:

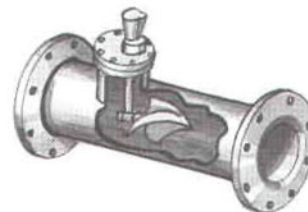


Figura 2.3 Medidor tipo carrete bridado.

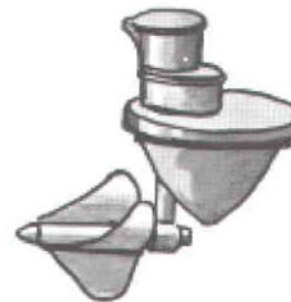


Figura 2.4 Medidor de cuello soldable.

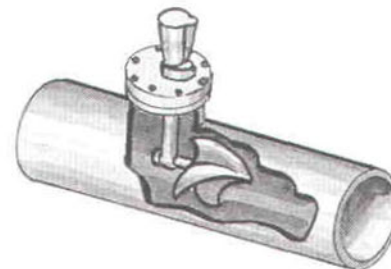


Figura 2.5 Medidor de carrete con extremos lisos.



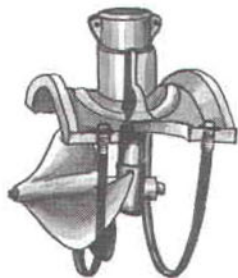


Figura 2.6 Medidor de tipo sileta.

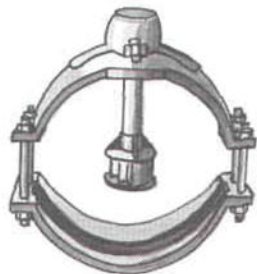


Figura 2.7 Medidor de tipo turbina.



Figura 2.7 Medidor de cuello bridado.

### 2.3.3 MEDIDOR TIPO TURBINA

Este medidor es una variante de los medidores de velocidad en el que el elemento sensor de la velocidad del agua se conforma por una rueda en forma de turbina y funciona con el mismo principio que los medidores de propela, donde se relaciona el empuje del agua con el número de vueltas que da esta rueda.

**Algunas características particulares de este tipo de medidores:**

- Cuenta con un rotor.
- Por lo general se construye en diámetros nominales que van de 3" a 72".
- Su precisión es del  $\pm 2\%$  dentro del campo superior de medición, es decir, que si el caudal que pasa por la tubería está dentro del rango de caudales que tiene como especificación el medidor, entonces su precisión será de  $\pm 2\%$ .
- La temperatura máxima de operación es de  $38^{\circ}\text{C}$ .
- La presión de trabajo es de hasta  $17.5 \text{ kg/cm}^2$ .
- La velocidad de operación es de hasta  $3 \text{ m/s}$ .
- Su transmisión puede ser mecánica o magnética.
- Su señal puede ser local o remota.

#### Recomendaciones para su uso

Este tipo de medidor se recomienda para ser usado en aguas limpias o con bajos contenidos

de sólidos en suspensión de granulometría pequeña.

El uso más común de estos medidores es de 3" a 14" de diámetro nominal, sin embargo, su aplicación en diámetros mayores dependerá de un análisis técnico-económico.

### 2.3.4 MEDIDOR TIPO MOLINETE

El medidor tipo molinete puede utilizarse en conductos a presión y en conductos a superficie libre. Existen diferentes medidores que funcionan con este principio en el cual, como en los de propela, también se relacionan las vueltas que da una rueda provista de una especie de conos o copas con la velocidad del agua.

Generalmente, la rueda que gira lleva unas copas. Al chocar el agua con ellas, ejerce una fuerza que imprime un movimiento de rotación, siendo éste más rápido mientras mayor sea la velocidad de la corriente. De esta forma, al conocer el número de vueltas que da la rueda y el tiempo empleado en darlas, es posible interpretar la velocidad del agua con la ayuda de la tabla de calibración para cada molinete.

El molinete es un medidor que consiste esencialmente de dos partes principales: una rueda provista de un dispositivo mediante el cual el agua en movimiento la hace girar, y un mecanismo que permite contar o medir el número de vueltas que da la rueda.

La forma de conocer la velocidad del flujo con un molinete es: al girar la rueda provista de copas, las vueltas se transforman en pulsos escuchados por la persona que mide a través de unos audífonos que transmiten el sonido del pulso. Por ejemplo: si cada diez vueltas la rueda da un pulso, quiere decir que diez pulsos son

cien vueltas y se relaciona el tiempo de estos pulsos con la velocidad del flujo.

De igual forma, el movimiento de copas se transmite a un transductor mediante un eje. El transductor genera una señal de salida que puede recibirse en registradores para indicaciones de gasto instantáneo o volumen; también pueden ser recibidas y procesadas por registradores gráficos.



**Figura 2.9** La determinación de la relación velocidad-número de revoluciones se hace en un laboratorio especializado.

### 3. REQUERIMIENTOS DE INSTALACIÓN FÍSICA

La instalación de este tipo de medidores es una labor sencilla, sin embargo, como la mayoría de los medidores también están sujetos a errores del personal que los instala, es necesario tomar algunas precauciones para obtener una adecuada instalación y resultados confiables. A continuación se verán algunas de las recomendaciones al respecto.

#### 3.1 VERIFICACIÓN DEL SITIO

Para que se pueda efectuar la medición del caudal instantáneo en cualquier sección en la que se pretenda instalar un medidor de velocidad, lo primero que se deberá hacer es una inspección al lugar donde se ubicará el medidor, con el fin de que los instrumentos sean colocados adecuadamente y así obtener lecturas confiables.

En una tubería, cuando se va a colocar un medidor, es necesario conocer dentro de las especificaciones técnicas las distancias aguas arriba y aguas abajo de cualquier accesorio. En seguida se muestra una tabla muy general de distancias propuestas, sin embargo es recomendable respetar las especificaciones de cada medidor en particular.

Es importante elegir un lugar en el que se colocará el medidor. Este lugar se denominará estación de medición.

Siempre que sea posible, las estaciones de medición deberán ser localizadas en los tramos rectos y más uniformes del ramal en el que se medirá.

**DISTANCIAS MINIMAS RECOMENDADAS POR DIFERENTES FABRICANTES DE MEDIDORES VELOCIMETRICOS PARA SU INSTALACION**

MARCA DEL MEDIDOR	MODELO	TIPO DE MEDIDOR	DISTANCIAS MINIMAS RECOMENDADAS PARA SU INSTALACION	
			DESPUES DE PIEZA ESPECIAL	ANTES DE PIEZA ESPECIAL
AZTECA BADGER	MLPE -SGH	PROPELA	5 DIAMETROS	5 DIAMETROS
	MLS -SGH			
	MLFT -SGH			
	MLFST -SGH			
AZTECA MEINECKE	COSMOS	TURBINA	10 DIAMETROS	5 DIAMETROS
	WP			
	WS			
	WPV			
	WB			
CITSA SENSUS	101/102	PROPELA	5 DIAMETROS	3 DIAMETROS
CICASA HELIX	WH -50	HELICE	3 DIAMETROS	1 DIAMETRO
	WH -80			
	WH -100			
	WH -150			
McCROMETER	HGW -150	PROPELA	5 DIAMETROS	1 DIAMETRO
	HGZ -300			

**Figura 3.1** Cada medidor debe tener especificaciones de diseño en cuanto a las distancias necesarias aguas arriba y aguas abajo para su buen funcionamiento.

La estación deberá localizarse lejos de perturbaciones de flujo causadas por diversos accesorios, en el caso de tuberías, y algún tipo de variación del flujo, en el caso de canales.

De lo contrario, estas perturbaciones de flujo afectarán la medición del caudal. En muchos canales dichas condiciones son difíciles de encontrar y se deberá tener cuidado para obtener una posición satisfactoria.

Es posible que en algunos ríos y canales se tengan que hacer mediciones constantes (mensual, semanal, diaria), por lo que se tiene

que cuidar el comportamiento de la geometría cambiante del canal o río. Por ejemplo, los movimientos de arena pueden ocurrir con frecuencia, ocasionando la variación de los datos que tienen influencia directa en el conocimiento del caudal, por lo cual será importante que se cuente con un programa para la actualización de la geometría del canal o el diámetro interno de una tubería.





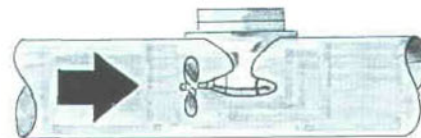
**Figura 3.2** La geometría del canal cambia constantemente debido a diversos factores.



**Figura 3.3** El diámetro interno de una tubería se ve afectado en el tiempo.

A continuación se numeran algunos cuidados que se deben tener en cuanto a la instalación de medidores de velocidad para tuberías.

- Este tipo de medidores trabajan adecuadamente con flujos uniformes; en caso de que el flujo no sea uniforme los datos arrojados por el medidor pueden no ser muy confiables, por lo que es recomendable verificar en el sitio de medición si el flujo cumple con estas características.
- El medidor debe limpiarse cuidadosamente antes de instalarse; si el sitio donde se instalará el medidor no es apropiado para realizar esta tarea, entonces se deberá instalar en otro lado.
- Se deberá tener cuidado al seleccionar los puntos en los que se instalará el medidor en la tubería, cuidando principalmente de que no se instale en los puntos donde la tubería pudiera acumular aire (puntos altos).
- Para el mejor funcionamiento de estos medidores es necesario que trabajen a presión; en el caso de que se tenga una descarga libre aguas abajo será necesario acondicionar la tubería de tal forma que siempre permanezca ahogado.
- El medidor debe instalarse correctamente en relación al sentido del flujo, evitando flujos en sentido contrario. Por esta razón se recomienda que el medidor sea instalado aguas arriba de la válvula check.
- Es importante que la carátula del medidor sea colocada horizontalmente, puesto que de otra manera puede tener ciertas complicaciones la lectura de mediciones. En caso de que las condiciones del lugar de instalación requieran la colocación de la carátula en otra posición, será necesario consultar al fabricante.



**Figura 3.4** Los medidores de velocidad funcionan unidireccionalmente.

## 1.1 PREPARATIVO DEL SITIO

Para la preparación del sitio se deben considerar algunos aspectos con el fin de que la medición se lleve a cabo correctamente.



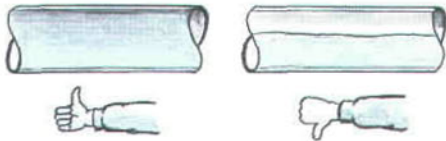
**Figura 3.5** Es importante tener en cuenta cada una de las indicaciones que el fabricante nos da para los diferentes equipos, de lo contrario los resultados que nos arroje nuestro equipo de medición tendrán errores.



Los medidores de velocidad nos proporcionan datos confiables siempre y cuando se reúnan las características que nos da el fabricante para su buen funcionamiento.

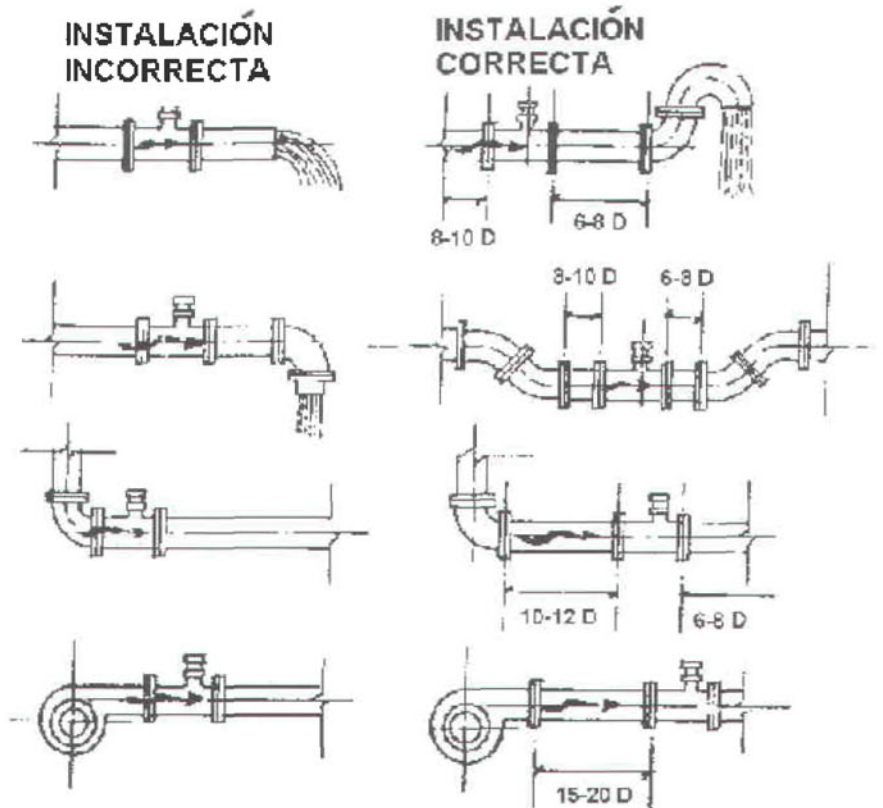


**Figura 3.6** Se puede construir un cuello de ganso en las descargas libres con el objeto de que el medidor funcione a tubo lleno.



**Figura 3.7** Para una adecuada medición es necesario que el tubo trabaje completamente lleno.

A continuación se presentan algunos esquemas, en los cuales se pueden observar la formas correctas e incorrectas de hacer una instalación de medidores de velocidad.



**Figura 3.8** Es posible hacer algunos arreglos en el lugar donde se colocará el medidor para tener mejores resultados.

## 4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INSTALACIÓN

Debemos tomar en cuenta las especificaciones de instalación para los medidores de velocidad. En este capítulo se señalarán algunas de ellas.

Las especificaciones técnicas de instalación de los medidores de velocidad que funcionan en flujo superficial y a presión, difieren básicamente en: las características del agua que pasa por el conducto, las presiones que se manejan y los rangos de caudales.

Por esto, las especificaciones de los medidores de velocidad para uno y otro varían en algunos casos, como se verá a continuación.

### 4.1 CARACTERÍSTICAS CON LAS QUE CUENTA UNA ESTACIÓN EN UN CAUCE

Las estaciones donde se emplea el método de área-velocidad están compuestas por un pequeño tramo de cauce llamado *tramo de aforo*, en el cual se presentan las condiciones necesarias para poder instalar una sección de aforo. Por lo general, estos tramos están ubicados en secciones del canal rectos y con las mínimas obstrucciones de flujo.

Dentro de una sección de aforo es importante contar con:

1. Una sección del cauce en las que se hagan los aforos.
2. Una estructura destinada a hacer las maniobras y observaciones.

3. Para observar la elevación del nivel del agua en periodos determinados, se utilizan reglas graduadas llamadas escalas, debidamente referidas a bancos de nivel.
4. La obra de control de cauce se refiere a una instalación que sirve para regular la relación entre el gasto y la altura de la superficie libre del agua.
5. Equipo necesario para efectuar la medición en cuanto al área y velocidad del flujo.
6. En los lugares donde las corrientes tengan fluctuaciones de nivel considerable se recomienda el uso de un aparato registrador de las alturas del agua (limnógrafo).



**Figura 4.1** Los tramos de un cauce con menor número de perturbaciones son los que se utilizan como tramos de aforo.

### ELECCIÓN DEL TRAMO DE AFORO

Para la ubicación de la estación de aforo se deberán tomar en cuenta las siguientes recomendaciones, las cuales serán de gran utilidad durante la operación de la estación para obtener datos confiables.

### UBICACIÓN

Una de las partes más importantes de la selección adecuada de la estación de aforo es su ubicación, y esta sección de aforo deberá estar situada en un tramo en el que es necesario conocer de antemano el tipo de régimen de flujo, el cual puede ser subcrítico o supercrítico.

### ACCESO

Es aconsejable que las estaciones se encuentren en lugares próximos y accesibles a poblados, con el fin de que el personal no tenga dificultades para trasladarse a éstos y pueda atender fácilmente sus necesidades sin abandonar la estación periódicamente y por largos lapsos.

### ESTRUCTURA

Siempre que exista una estructura que sirva como viaducto para cruzar la corriente deberá estudiarse si es conveniente utilizarla, teniendo cuidado de que esta misma estructura no genere remolinos que puedan ser perjudiciales para efectos de medición, en cuyo caso es conveniente desecharlo.

### TRAMO DE AFOROS

El tramo del cauce que se tiene como estación de aforo que se seleccionó deberá ser favorable para medir adecuadamente el caudal en las profundidades que se requieran.

## 4.2 CARACTERÍSTICAS DE QUÉ CONSTA UNA ESTACIÓN EN UNA TUBERÍA

Un medidor de velocidad en una tubería no consta de tantas partes como en un canal, lo que lo hace un poco más simple. Sin embargo, es necesario apegarse a las necesidades de cada uno de los medidores de velocidad para conductos a presión, esto quiere decir que se deberán tomar en cuenta las especificaciones de cada fabricante lo más detalladamente posible.

Dentro de la instalación de un medidor de velocidad en una tubería es necesario que se cuente con algunos elementos como los que se señalarán a continuación:

### LONGITUD

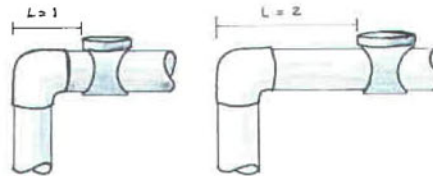
El medidor debe instalarse sobre el cuerpo de la tubería libre de cualquier obstrucción antes y después del medidor, por este motivo es necesario respetar las longitudes de separación. En seguida se presentan algunas recomendaciones de estas longitudes.

Estas son las distancias promedio recomendables para algunos de los accesorios más comunes, localizadas aguas arriba:

TIPO DE PIEZA	DISTANCIA EN DIÁMETROS
Después de un codo.	5D
Después de una Te.	5D
Después de dos codos.	25D
Después de una Te. y un codo	25D
Después de una válvula.	12D

**Tabla 4.1** Longitududes necesarias para el funcionamiento de los medidores.

Para los casos de las distancias que debe guardar un medidor respecto a las piezas especiales existentes aguas abajo, se recomiendan en forma general distancias de 5 a 10 diámetros.



**Figura 4.2** Las longitudes que cada uno de los medidores necesita, dependen del fabricante.

### LUGAR

Otro dato importante en cuanto a la colocación de estos medidores es el lugar en el que se instalará el medidor, dependiendo básicamente de los diferentes accesorios con los que se cuenta. Por ejemplo: válvula check, bombas, válvulas aliviadoras de presión, turbinas, etcétera.

Uno de los cuidados que se deberán tener en cuenta para la instalación son los golpes de ariete, ya que pueden ocasionar daños en el cuerpo de los medidores, así como descalibraciones de los mismos.



**Figura 4.3** Las subpresiones y sobrepresiones ocasionan daños dentro de los medidores.

La mayoría de estos medidores de velocidad presentan una serie de errores cuando la tubería no se encuentra totalmente llena. Cuando trabaja como canal, en determinados momentos, ocasiona malos resultados en las mediciones debido a que el medidor registrará los caudales como si la tubería estuviera llena.

### TUBERÍA PARCIALMENTE LLENA



**Figura 4.4** Es importante que la tubería trabaje a tubo lleno y no como canal.

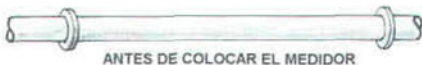
Para garantizar que el tubo funcione lleno se pueden hacer algunas modificaciones a la tubería donde se colocará el medidor. Las modificaciones que se le pueden hacer a las tuberías siempre van de la mano con los accesorios que tiene, por ejemplo, las válvulas check.





**MEDIDOR CON AGUA PERMANENTEMENTE**

**Figura 4.5** El cuello de ganso presenta una alternativa para que el tubo trabaje lleno.



ANTES DE COLOCAR EL MEDIDOR



DESPUES DE COLOCAR EL MEDIDOR

**Figura 4.6** Una pequeña modificación a la descarga de la tubería puede dejar al medidor con agua permanente, (sin olvidar las distancias necesarias aguas arriba y abajo de cada accesorio).

## PRESIÓN

Otro de los datos que se deben considerar es la presión. Debido a que algunos de estos medidores necesitan tener cierto rango de presión, es necesario contar con las especificaciones técnicas de la marca de medidor que se instale.

## DIÁMETRO

La mayoría de los medidores de velocidad ya vienen calibrados en cuanto a los rangos de presiones y gastos que se van a medir; sin

embargo, otro factor importante es el diámetro de la tubería donde se instalará el medidor que en un principio deberá corresponder al diámetro del medidor que se instalará. Éste no es inconveniente ya que los medidores de velocidad se encuentran en muchos de los diámetros comerciales.



**Figura 4.7** Para contar con datos más confiables es necesario seguir las especificaciones técnicas de instalación que provee el fabricante.

## CALIDAD DEL AGUA

Debido a que este tipo de medidores cuentan con partes móviles, la calidad del agua toma un papel preponderante en cuanto a la vida útil del medidor. El pH es una de las principales causas que ocasionan oxidación en las piezas del medidor y, por otro lado, también originan incrustaciones dentro de la tubería.

Por esto es recomendable contar con un análisis cualitativo de la calidad del agua que pasa por el conducto donde se instalará uno de estos medidores.

El procedimiento más práctico para determinar el pH del agua es con utensilios que se adquieren fácilmente donde se venden accesorios para mantenimiento de albercas, el cual no es más que un pequeño recipiente donde se vierte un poco del agua en estudio y se le agregan algunas gotas de una solución determinada.

De esta forma, el agua toma un color específico y se compara con una tabla de colores para determinar el nivel de pH. Sin embargo, lo mejor es determinar la calidad del agua en un laboratorio.



**Figura 4.8** La calidad del agua influye directamente en el diámetro interno de la tubería.



## AUTOEVALUACIÓN 1



- 1 El medidor de velocidad es considerado como un método:
- Directo.
  - Indirecto.
  - Los dos anteriores.
  - Deprimógeno.
- 2 ¿Con qué tipo de registro se relaciona la velocidad del flujo en un medidor de velocidad?
- Con la carga piezométrica.
  - Con el número de revoluciones del elemento primario.
  - Con el nivel de pH del agua.
  - Con la temperatura del agua.
- 3 ¿Cuál factor no es necesario en la selección del medidor?
- Exactitud.
  - Material de la carátula del medidor.
  - Pérdida de carga.
  - Rango de caudales.
- 4 ¿Cuál de los siguientes modelos no es de un medidor de velocidad?
- Cuello bridado.
  - Annubar.
  - Tipo silleta.
  - Cuello soldable.
- 5 ¿Cuál de los siguientes diámetros no existe en los medidores de velocidad?
- 1/8 pulgada.
  - 4 pulgadas.
  - 200 pulgadas.
  - 800 pulgadas.
- 6 Para tener lecturas confiables, ¿qué se tiene que cuidar?
- La temperatura ambiente.
  - El día de la semana.
  - Las condiciones de instalación del medidor.
  - Las condiciones de viento en el momento de la medición.
- 7 Al instalar un medidor, ¿qué se debe tomar en cuenta?
- Las longitudes aguas arriba y aguas abajo.
  - La calidad del suelo.
  - El amperaje de la turbina.
  - El diámetro de la válvula de admisión y expulsión de aire.

## 5. PRUEBAS DE PRECISIÓN Y CALIBRACIÓN

### 5.1 PRUEBAS DE PRECISIÓN

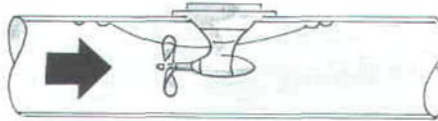
La precisión se refiere a la capacidad del medidor para reproducir el mismo valor de la medición dentro de un límite de exactitud determinado, cuando dicha medición se repite un número determinado de veces. De esta forma, las pruebas de precisión se realizan para determinar el máximo error que pudiera tener un medidor de velocidad en las mediciones.

Para determinar la precisión del aparato, se requiere de un banco de pruebas en el cual se pueda llevar a cabo este tipo de acciones. Es importante mencionar que este banco de pruebas proporcione condiciones estables para el control y medición dentro de un margen de exactitud determinado. Los factores que se tienen que tomar en cuenta son la presión, el caudal y el volumen del flujo.

Este es un procedimiento para determinar la precisión de un medidor de velocidad:

1. Es importante, antes de iniciar una prueba, conocer la capacidad volumétrica del tanque.
2. Se instala el medidor en el banco de pruebas, se revisa que no existan fugas y se registran los datos del banco de pruebas, fecha y hora.
3. Se establece un caudal cercano al 5% del caudal nominal del medidor.

4. Se cierra la válvula de paso al medidor para determinar el registro y se toma la lectura inicial, del volumen registrado en la carátula del medidor de velocidad.
5. Se abre la válvula de paso hacia el medidor y al mismo tiempo se inicia el registro del tiempo con un cronómetro.
6. Cuando el tanque de aforo (volumen conocido) se haya llenado hasta el volumen indicado, se cierra la válvula de paso hacia el medidor para detener el registro y al mismo tiempo se detiene el cronómetro.
7. Se registra la lectura final del medidor y el tiempo medido en el cronómetro.
8. Se comparan los datos obtenidos por el medidor, contra el registro volumétrico que se hizo en el tanque de aforo. Se recomienda realizar tres registros



**Figura 5.1** El contenido de aire en la tubería modificará las lecturas del medidor.

### 5.2 CALIBRACIÓN DE LOS MEDIDORES DE VELOCIDAD

La calibración de un medidor de velocidad se refiere al ajuste que es necesario realizar en el sistema empleado por el medidor (aspas, eje de rotación, etc.), para que el caudal que se desea medir tenga la exactitud requerida.

Es recomendable que la calibración de los medidores de velocidad no solamente se realice en el laboratorio, sino también en campo, donde intervienen todos los factores que pueden afectar la exactitud de las mediciones. Sin embargo, para esto es necesario contar con equipos portátiles de medición certificados y que puedan ser instalados en serie con el medidor que se verificará. Esto, en la mayoría de los casos, es poco práctico.

En general, la calibración de los medidores se realiza en un laboratorio de pruebas certificado.

## 6. REGISTRO E INTERPRETACIÓN DE LECTURAS Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

A este concepto pertenece todo el manejo de los datos que nos arroja el sistema de macromedición que se está utilizando. En este caso, medidores de velocidad, de acuerdo con las necesidades que se tengan.

Las principales etapas del procesamiento de datos son:

**VALIDACIÓN.** Es la certificación de los datos que se obtienen del medidor. Principalmente se logra con la calibración y mantenimiento que se debe dar al instrumento.

**TOMA DE LECTURAS EN CAMPO.** Para la captura de datos en campo es importante que se tenga una forma ordenada y sistemática. Para tal fin, se puede utilizar el formato que se presenta a continuación:

Utilizando la siguiente ecuación se podrán obtener los gastos:

$$Q = (Lectura\ final - Lectura\ inicial) / Tiempo$$

**ALMACENAMIENTO DE DATOS.** De una manera ordenada se deben tener datos de medición del aparato; su almacenamiento debe ser ordenado y fácil de encontrar. Ahora bien, dentro de este almacenamiento es de suma importancia que se cuente con las fechas de la toma de lectura, así como del personal que lo hizo.

Lugar donde se encuentra el medidor:		No. de serie del medidor: _____
Municipio: _____	Localización: _____	Estado: _____
Municipio: _____ Localización: _____ Estado: _____		No. de serie del sello: _____
Tipo de descarga: _____ ( A ) Atmosférica (libre) ( P ) Presurizada	Diámetro de la descarga: _____	
Comentarios acerca del medidor:		
Tipo de medidor: _____		Modelo del medidor: _____
Primera toma de lectura Lectura inicial del medidor: _____ Tiempo: _____ Lectura final del medidor: _____ Caudal: _____		pH del agua: _____
Segunda toma de lectura Lectura inicial del medidor: _____ Tiempo: _____ Lectura final del medidor: _____ Caudal: _____		Caudal medio (l/s): _____ Totalizador: _____ (especificar unidades)
Tercera toma de lectura Lectura inicial del medidor: _____ Tiempo: _____ Lectura final del medidor: _____ Caudal: _____		Ficha preparada por: Nombre: _____ Fecha: _____ Cargo: _____ Adscripción: _____

Tabla 6.1 Toma de lecturas en campo.





**Figura 6.1** El personal que toma las lecturas deberá tomar en cuenta el registro de la fecha y si es posible la hora de la lectura.

## 6.1 TIPO DE REGISTRADOR DE CAUDAL

Debido a que existen diferentes fabricantes de los medidores de velocidad, se pueden encontrar los elementos secundarios de registro de caudales en varias presentaciones. A continuación se señalarán algunos de los más usuales.

**MECÁNICO NUMÉRICO.** Este registrador es uno de los más usuales y consta de una carátula que registra, tanto el total del volumen de agua que pasa por el conducto en determinado tiempo, como el gasto instantáneo que pasa en ese momento.



**Figura 6.2** El funcionamiento de este tipo de registrador es básicamente la relación de la velocidad del agua con un sistema de relojería con el que cuenta el aparato.

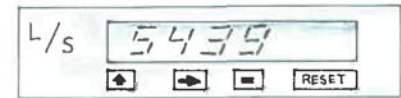
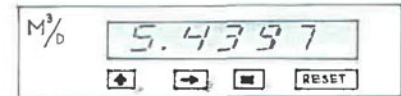
**MECÁNICO GRÁFICO.** El registrador mecánico gráfico es aquel que nos proporciona los datos en una carátula, con elementos secundarios como el graficador de tambor, parecido a los que se usan en registros de precipitaciones.

**DIGITAL NUMÉRICO.** Algunos de los medidores de este tipo cuentan con este registrador de datos, es muy práctico ya que puede entregarnos datos almacenados por días, semanas y meses. Además de poder contar con los datos de gasto en diferentes unidades, tal como pueden ser  $lps$ ,  $m^3/s$ , etcétera.

Aunque estos instrumentos sean lo más avanzados en cuanto a tecnología, el mantenimiento de ellos es esencial para su buen funcionamiento.

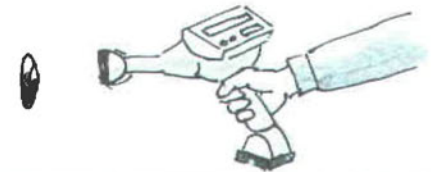
## 6.2 TIPO DE LECTURA

Gracias al avance de la tecnología es posible contar con diferentes formas para recopilar la información que el medidor registra.



**Figura 6.3** El hecho de que nos pueda arrojar datos en diferentes unidades y que los datos se almacenen por periodos de tiempo, hace a este tipo de registrador muy práctico en su uso.

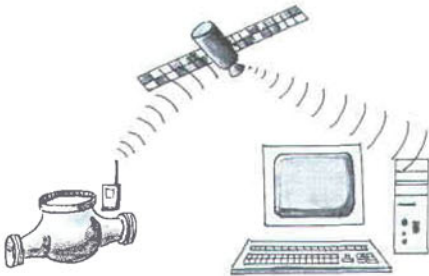
La forma convencional es ir al lugar donde se encuentra instalado el medidor para registrar visualmente en el medidor los datos que arroja; otra forma de conocer los datos es por toque, este tipo de toma de lectura permite extraer los registros de medición por medio de un elemento con el que solo es necesario tocar el medidor para que este vacíe los datos necesarios.



**Figura 6.4** Este tipo de toma de lecturas es utilizada también en la micromedición (medición domiciliaria).



Algunos equipos ya cuentan con lectura a distancia. Esto facilita la lectura en cuanto a tiempo y eficiencia. Una de las formas de hacer una lectura sin tener que visitar el lugar donde se encuentra el medidor es por radiofrecuencia, pero no cabe duda de que la forma más eficiente y rápida de tener una lectura instantánea del caudal que está pasando por algún medidor es vía satélite.

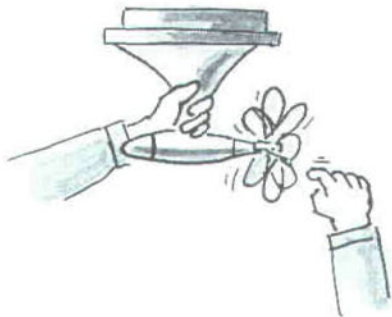


**Figura 6.5** Con el uso de satélites es posible contar con información al instante en cualquier parte del mundo.

Para tener este tipo de lecturas instantáneas el medidor está provisto de aditamentos mediante los cuales se almacenan los datos en una página de *Internet*, que puede ser consultada en cualquier computadora con conexión. Además, la información se actualiza según se requiera.

## 7. MANTENIMIENTO BÁSICO

Como se ha venido mencionando, estos medidores cuentan con partes móviles sujetas a desgaste por el uso. De ahí la importancia del mantenimiento.



**Figura 7.1** Las partes móviles de estos medidores son susceptibles al desgaste.

### 1 ASPECTOS GENERALES

Este tipo de equipos de medición se desgastan con el uso ocasionando deterioro en sus partes móviles, lo que origina irregularidades en el programa de trabajo establecido.

Los equipos de velocidad son sensibles a descuidos operacionales y transporte inadecuado, por lo que se presentan algunos cuidados a seguir en su traslado.

#### MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este mantenimiento se proporciona a los medidores de velocidad con el fin de evitar

posibles fallas. Para ello es importante tomar en cuenta las especificaciones de cada uno de los fabricantes. Este tipo de mantenimiento es importante en los equipos de velocidad debido a que cuentan con partes móviles y éstas, expuestas directamente al flujo, son susceptibles al deterioro.

#### MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este mantenimiento se realiza una vez que se han encontrado anomalías en el funcionamiento del medidor de velocidad, fallas relacionadas con el deterioro de un elemento del instrumento. El contacto directo del flujo con las partes móviles del medidor hace que éstas tengan incrustaciones y desgaste.



**Figura 7.2** Uno de los principales problemas de deterioro es el inadecuado transporte que se tiene de los equipos.

A continuación se presenta una serie de indicaciones en cuanto al mantenimiento de los medidores de velocidad:

- Es necesario hacer revisiones periódicas consistentes en escuchar o buscar signos de desgaste mecánico o de rajaduras.
- Este tipo de medidores de velocidad son silenciosos, por lo que cualquier ruido "como de molino" debe considerarse un mantenimiento preventivo, puesto que este sonido puede ser indicador de falla.
- Otras de las señales que es importante tomar en cuenta son las visuales. Una aguja indicadora de gasto con desempeño estable, si empieza a mostrar un comportamiento errático, es indicativo de que una falla puede ocurrir.
- Si se empaña la carátula de lectura, puede ser síntoma de una fuga en el sistema de transmisión o en un sello.

Quando el medidor tenga señales de mal funcionamiento realizar la siguiente prueba:

- Establecer un caudal alto a través del medidor.
- Tomar el tiempo que el totalizador registra un incremento en la carátula de la lectura. Comparar estos datos con los que resultan del cálculo del gasto y el volumen correspondiente al medido; esto para verificar si la aguja indicadora coincide con las mediciones del totalizador.
- Si se comprueba que existe un problema, se debe detener la operación del medidor para desinstalarlo y realizar una inspección.

## DESINSTALACIÓN DEL MEDIDOR

1. Colocar un caballete para soportar el medidor, si es tipo carrete.
2. Dependiendo del modelo del medidor (en carrete o en silleta), aflojar los tornillos de las bridas o de la placa que sirve de base a la cabeza del medidor.
3. Para los medidores en carrete, ajustar ligeramente las cadenas del caballete para soportar el medidor.
4. Aflojar y quitar los tornillos de las bridas y retirar el medidor.
5. Coloque una tapa ciega en la brida aguas arriba para evitar que se introduzcan objetos extraños en la tubería.

## PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

1. Remueva el medidor o el elemento (cabeza o silleta, transmisión propela, etc.).
2. Revise la propela; se debe buscar si en los álabes existen daños o roturas.
3. Revise los rodamientos (baleros); se deben mover cuidadosamente para observar si existe un deslizamiento o un juego en estas partes. En este caso se deberán remplazar.
4. Desensamblar la propela, retirar la tuerca del eje y retirar la propela con la mano. Se debe observar si la cuña se queda en la flecha o cae libremente. En caso de que la propela no salga fácilmente, se debe golpear con un martillo cuidadosamente sobre el cubo de la propela para sacarla.

5. Se debe remover el ensamble de los rodamientos; en caso de que estos rodamientos tengan dificultad de extraerse, se deberán sustituir.
6. Revisar las roscas y limpiar las cajas de empaques.
7. Remover el soporte del cable revisando que no exista humedad, óxido, roturas, fracturas o desgaste.
8. Remover la cabeza registradora observando que no haya señales de fugas.

## REARMADO DE MEDIDORES DE PROPELA

1. Limpiar todas las partes del medidor de velocidad.
2. Colocar el cable de transmisión en su cubierta y colocar su tapa.
3. Limpiar la cubierta.
4. Colocar cuidadosamente el ensamble de los rodamientos.
5. Colocar la propela sobre la flecha, alineando la cuña.
6. Colocar el cable de la transmisión debidamente aceitado.
7. Colocar y orientar la cabeza registradora.
8. Revisar que la propela tenga movimiento natural, esto es, que gire libremente y verificar que la aguja indicadora y el totalizador estén bien conectados.
9. Colocar la cabeza registradora en su lugar y asegurar los tornillos.

10. Reinstalar el medidor.

## TALLER DE MEDIDORES

El contar con un taller de medidores para el adecuado mantenimiento de estos, es importante. Aquí se presentan algunos elementos que se requieren en este taller.

El taller debe de contar con dos áreas bien definidas:

- Para almacenamiento de materiales, equipos y herramientas.
- Para mantenimiento y operación del equipo, al cual normalmente sólo debe tener acceso el instrumentista.

Los equipos y herramientas utilizados para el mantenimiento y reparación son los mismos que se emplean en cualquier pequeño taller de instrumentación (por ejemplo: desarmadores, llaves, dados, etc.).

Para la implantación y adaptación del taller es necesario considerar las políticas generales de mantenimiento, definir su dirección, establecer la conformación y dimensionamiento, y considerar la dotación mínima necesaria para que cumpla su objetivo.

**Un adecuado mantenimiento de los medidores de velocidad tiene este tipo de resultados:**

- Aumenta la vida útil de todo equipo.
- Se incrementa la confiabilidad de la información levantada en el campo.
- Se economiza tiempo al evitar la instalación del equipo, cuyos resultados no sean del todo convincentes.
- Tiene costos más bajos, ya que el mantenimiento preventivo adecuadamente aplicado es más económico que el correctivo.

## 8. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

### VENTAJAS

1. Baja pérdida de carga.
2. La medición de agua con bajo contenido de sólidos en suspensión no afecta la medición.
3. Bajo costo de adquisición.
4. Precisión del  $\pm 2\%$ .
5. Fácil de instalar.
6. Necesidad de tramos rectos con poca longitud.
7. Rango de medición amplio.
8. El elemento sensor de la velocidad del agua se ubica al centro del tubo, eliminando así la necesidad de utilizar constantes de aforo.
9. Los tipo carrete cuentan con aletas direccionales para evitar turbulencias.
10. Facilidad de mantenimiento y refaccionamiento.
11. Un buen número de proveedores.

### DESVENTAJAS

1. Una buena cantidad de piezas con movimiento, lo que las hace frágiles y propensas al desgaste.
2. Mayor necesidad de mantenimiento.
3. Los materiales con los cuales se construye no siempre son de buena calidad.



## AUTOEVALUACIÓN 2



### 1 ¿Qué es la precisión?

- a. La relación de la temperatura del agua.
- b. El amperaje de la bomba.
- c. La capacidad del medidor, para reproducir el mismo valor de la medición.
- d. El valor de la calidad del agua que transporta la tubería.

### 2 ¿Qué es importante para determinar la precisión de una medidor de velocidad?

- a. La carátula del medidor.
- b. El pH del agua.
- c. La capacidad del tanque donde se realizarán las pruebas de precisión.
- d. El tipo de material de la tubería.

### 3 ¿Qué se pretende con la calibración de un medidor de velocidad?

- a. Que el caudal que se desea medir tenga la exactitud requerida.
- b. Determinar el diámetro del medidor.
- c. Conocer los factores que intervienen en una medición.

d. Determinar la relación temperatura-velocidad.

### 4 ¿Cuál de las siguientes características no tiene relación con la toma de lecturas?

- a. Validación.
- b. Toma de lecturas en campo.
- c. Material del cuerpo del medidor.
- d. Almacenamiento de datos.

### 5 El mantenimiento que se proporciona a los instrumentos de medición con el fin de evitar posibles fallas en el funcionamiento de los equipos, es el mantenimiento:

- a. Preventivo.
- b. Correctivo.
- c. Ambos.
- d. Ninguno de los anteriores.

### 6 El mantenimiento que se realiza una vez que se han encontrado anomalías en el funcionamiento del medidor de velocidad es el mantenimiento:

- a. Preventivo.
- b. Correctivo.
- c. Ambos.
- d. Ninguno de los anteriores.

## 9 PRINCIPALES PROVEEDORES

### RIEGOS TECNIFICADOS DE QUERÉTARO

Av. Luis y Monroy No. 320  
Col. Balastradas, C. P. 76079  
Querétaro, Qro.  
Tel/Fax (42) 13-91-91

### AGRO SURTE S.A. DE C. V.

Prof. Hidalgo No. 1119  
Tel. (4) 614-64-40  
Celaya Gto.  
Constituyentes Ptp no. 191  
Tel. (42) 16-11-87, 16-78-29, Fax 15-61-17  
Santiago de Queretaro, Qro.

### Riegos y Equipos Agrícolas Distribuidor exclusivo CYDSA, Plásticos REX S. A. de C. V.

Matriz: Díaz Mirón No.2  
Zona Centro  
Alamo Temp, Ver.  
Tel (745)450-41  
Sucursal:  
Tel 4284-43,  
San Juan del Río, Qro.

CDYSA Plásticos Rex, S. A. de C. V.  
Ing. Héctor Miranda Villagomez  
Representante de Ventas de sistemas de riego  
Av. Irrigación S/N  
Conjunto Comercial Exelaris Local 7-C  
Celaya, Gto.  
Tel. (461) 62158

Ingeniería Agrícola Integral  
Distribuidor Plásticos Omega, S. A. de C. V.  
Paseo Helsinki #263  
Fracc. Tejalpa  
Corregidora Querétaro  
Tel./fax (42) 28-10-74, Cel. (42) 36-85-59

Irrigación y Sistemas Agrícolas del Centro,  
S. A. de C. V.  
Prol. Corregidora Sur 58-B  
Tels (42) 14-31-97, 14-35-17  
Fax (42) 12-21-01  
Querétaro, Qro.

Bombas Centrifugas y de Pozo Profundo  
Graciano Sánchez #42  
Col. Casa Blanca.  
Querétaro, Qro.  
Tel. (42)16-27826  
Fax 16-7779

Equipo Hidráulico Automatizado  
Distribuidor autorizado VAMEX  
Paseo de Bonn No 280  
Col. Tejalpa C. P. 76190  
Villa Corregidora, Qro.  
Tel (42) 28-14-87  
Fax 25-27-63

Corporación Constructora Azteca  
Lago Chalco No230-A  
Col. Anahuac, 11320  
México, D. F.  
Tels. 5-260-7771 ext. 202  
Fax 5-260-7787  
[www.protectotank.com.mx](http://www.protectotank.com.mx)

Badgermeter de las Americas, S. A. de C. V.  
Insurgentes Sur 1862, Piso 8  
Col. Florida, México, D.F., C.P. 01030  
Tel. 5-662-6588, 662-8562,6626582  
Fax 662-6631

ABB Medidores Kent, S. A. de C. V.  
Tels. 5-203-8002  
Fax 5-203-8056

Schlumberger Measurement & Systems  
Ing. Alfonso Vela Correa, Director de Producción  
Schlumberger Industries, S. A. de C. V.  
Alfredo del Mazo 15-A  
Fracc. Industrial "El Cerrito"  
Lerma, Edo. de México, C.P. 52000  
Tels. (728)-204-53, 205-27  
Fax 20621

### CICASA

CIA. Industrial y Comercial del Agua,  
S.A. de C.V. 02300  
México, D.F.  
Tel. 567-8744, 587-1055  
Fax 567-6934

Medidores Azteca  
Calle don Manuelito No. 30  
Col. Olivar de los Padres  
México, D. F., C.P. 01780  
Tel. 681-7907  
Fax 595-4399

## ANEXO A

De acuerdo con las diferentes características de los medidores existentes en el mercado es importante mencionar cada una de las definiciones importantes:

### ALCANCE DEL MEDIDOR

Este es el intervalo de gasto dentro del cual las indicaciones del medidor no deben presentar errores que excedan los máximos permisibles.

### DIÁMETRO NOMINAL

Designación numérica común a todos los componentes de un sistema de tubería, excluyendo aquellos sistemas designados por un diámetro exterior o por la dimensión de la rosca. Es un número entero usado como referencia, relacionado aproximadamente con las dimensiones de construcción.

### DESIGNACIÓN DEL MEDIDOR

Designación dada por un valor numérico, expresada por lo general en metros cúbicos por hora ( $m^3/h$ ).

### DISPOSITIVO INDICADOR

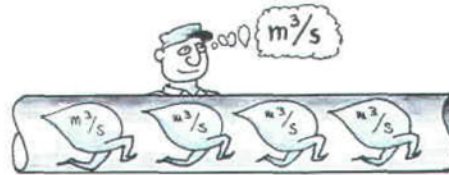
Dispositivo que indica el volumen del fluido que pasa a través del medidor.

### EXACTITUD

La exactitud es el grado de aproximación que tiene una medición a un valor estándar o patrón.

### GASTO

Es el volumen de agua que pasa a través del medidor por unidad de tiempo.



**Figura A.1** Por lo general el gasto se mide en litros por segundo (l/s) o en metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ).

### GASTO MÍNIMO

El gasto más bajo al que se requiere que el medidor muestre indicaciones dentro de la tolerancia de error máximo permisible. Se determina con relación al valor numérico de la designación del medidor.

### GASTO PERMANENTE

Gasto al que se requiere que el medidor opere de manera satisfactoria bajo condiciones de flujo estable e intermitente. Se determina con relación al valor numérico de la designación del medidor.

### GASTO DE SOBRECARGA

Gasto al cual se requiere que el medidor opere de manera satisfactoria por un corto periodo de tiempo sin deteriorarse; su valor es igual al doble del gasto permanente.

### GASTO DE TRANSICIÓN

Valor de gasto que está entre el gasto de sobrecarga y el gasto mínimo, donde se divide el campo de medida y cambia el valor de error máximo permisible.

### MEDIDOR DE CHORRO MÚLTIPLE

Medidor de velocidad que consiste en un rotor de turbina que gira alrededor de su eje perpendicularmente al flujo de agua en el interior del medidor, en el que el chorro se divide e incide en varios puntos de la periferia del rotor.

### MEDIDOR DE CHORRO ÚNICO

Medidor de velocidad que consiste de un rotor de turbina que gira alrededor de su eje, perpendicularmente al flujo de agua en el interior del medidor, en el que el chorro incide en un solo punto de la periferia del rotor.

### MEDIDOR TIPO HÉLICE

Medidor de velocidad que consiste de un rotor de álabes helicoidales que gira alrededor del eje del flujo; se presenta en el interior de la tubería.

### MEDIDOR TIPO VELOCIDAD

Dispositivo conectado a un conducto cerrado que consiste de un elemento móvil que deriva su velocidad de movimiento directamente de la velocidad del flujo de agua. El movimiento del elemento móvil es transmitido, ya sea mecánicamente o por otros medios, al dispositivo indicador que totaliza el volumen de agua que ha pasado por el medidor.

### MEDIDOR TIPO TURBINA

Este medidor es una variante de los medidores de velocidad en el que el elemento sensor de la velocidad del agua se conforma por una rueda en forma de turbina y funciona con el mismo principio que los medidores de propela, donde se relaciona el empuje del agua con el número de vueltas que da esta rueda.

## PÉRDIDA DE PRESIÓN

En un gasto dado, es la caída de presión en la red hidráulica causada por la presencia del medidor para agua.

## PRECISIÓN

La precisión es la capacidad para producir el mismo valor dentro de un límite de exactitud dado.

## PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO

Presión máxima interna que un medidor de agua debe soportar permanentemente a una temperatura dada.

## PRESIÓN NOMINAL

Designación numérica presentada por un número redondeado para propósitos de referencia. Todos los medidores del mismo diámetro nominal (DN) designados por el mismo número (PN), deben tener dimensiones compatibles para el acoplamiento con la red hidráulica.

## TEMPERATURA MÁXIMA ADMISIBLE

Máxima temperatura que un medidor puede soportar a una presión interna dada, sin que se alteren sus características metrológicas.

## VOLUMEN DEL FLUIDO

Cantidad de agua que pasa a través del medidor, sin considerar el tiempo empleado.



## BIBLIOGRAFÍA

- (1) CNA, "Selección e instalación de equipos de macromedición", Libro III, tema 3.3.1. *del Manual de diseño de agua potable y alcantarillado*. Comisión Nacional del Agua (1994).
- (2) CNA-IMTA, "Manual de métodos y sistemas de medición de gasto", serie autodidacta de medición, Ochoa Alejo Leonel, México (2000).
- (3) Ochoa L. "Selección de equipos de medición en pozos agrícolas", artículo, Congreso Nacional de Irrigación, (2001).
- (4) CNA-IMTA, "Medidores para pozos", Manual técnico Jiutepec, Mor. (2001).

## RESPUESTAS A LAS AUTOEVALUACIONES

### VALÚA SI SABES

- 1.- a)
- 2.- a)
- 3.- d)
- 4.- c)
- 5.- c)
- 6.- b)

### AUTOEVALUACIÓN Núm. 1

- 1.- b)
- 2.- b)
- 3.- b)
- 4.- b)
- 5.- b)
- 6.- c)
- 7.- a)

### AUTOEVALUACIÓN Núm. 2

- 1.- c)
- 2.- c)
- 3.- a)
- 4.- c)
- 5.- a)
- 6.- b)

---

CENTRO DE CONSULTA DEL AGUA

**PAPELETA DE DEVOLUCION**

El lector se obliga a devolver este libro antes del  
vencimiento del préstamo señalado por el último sello

--	--	--

IMTA / CCA / F / PD

FORMA IMTA-D-036

Apartado Postal 202 CIVAC, Mor. 62500  
Jiutepec, Mor.



SERIE AUTODIDÁCTICA DE MEDICIÓN DEL AGUA  
*Subdirección General de Administración del Agua, CNA*  
*Coordinación de Tecnología Hidráulica, IMTA*

## SERIE AZUL

### 1ª. etapa (2000)

NÚMERO DE ISBN	TÍTULO	AUTOR
968-7417-64-1	Métodos y Sistemas de Medición de Gasto	Leonel Ochoa Alejo
968-7417-65-X	Medidor Ultrasónico Tiempo de Tránsito	Víctor Bourguett Ortiz
968-7417-66-8	Medidor Ultrasónico de Efecto Doppler para Tuberías	Carlos Patiño Gómez
968-7417-67-6	Medidor Ultrasónico de Efecto Doppler para Canales	Edmundo Pedroza González
968-7417-68-4	Medidor Electromagnético	Mario Buenfil Rodríguez
968-7417-69-2	Tubo Pitot	Angel Ruiz Aparicio
968-7417-70-6	Placa Orificio	Iván Rivas Acosta
968-7417-48-X	Aforador de Garganta Larga	Nahún García Villanueva Salvador Vargas Díaz

### 2ª. etapa (2001)

968-5536-01-5	Medidores de Velocidad (hélice, turbina y molinete)	Angel Ruiz Aparicio
968-5536-02-3	Vertedores	Ariosto Aguilar Chávez
968-5536-03-1	Tubos Venturi, Dall y Tobera	Iván Rivas Acosta
968-5536-04-X	Canal Parshall	Edmundo Pedroza González
968-5536-05-8	Elementos Secundarios de Medición de Gasto	Martha Patricia Hansen Rodríguez