

SERIE AUTODIDÁCTICA DE MEDICIÓN



ELEMENTOS SECUNDARIOS DE MEDICIÓN

Autor: Martha Patricia Hansen Rodriguez

Revisor: Raúl Juárez Nájera

Editor: Iván Rivas Acosta

COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA HIDRÁULICA (IMTA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN DEL AGUA (CNA)



PARTICIPANTES

© 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 968-5536-05-8

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: Martha Patricia Hansen R., IMTA

Revisor: Raúl Juárez Nájera, CNA

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: subgerencia@imta.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: coordinacion@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; d) 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? Y EVALÚA SI SABES	1
2. SISTEMA DE MEDICIÓN	2
3. ELEMENTOS QUE INTEGRAN UN SISTEMA DE MEDICIÓN	3
4. OBTENCIÓN DE DATOS EN LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN	5
5. ELEMENTOS SECUNDARIOS PARA MEDIDORES EN TUBERÍAS	7
6. ELEMENTOS SECUNDARIOS PARA MEDIDORES EN CANALES	14
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1. ¿PARA QUIÉN Y POR QUÉ? Y EVALÚA SI SABES

1.1 ¿PARA QUIÉN?

Este manual está dirigido a técnicos que trabajan con equipos de medición.

También, contiene información que puede ser utilizada por los ingenieros encargados de la capacitación dentro del campo de la medición.

De igual forma, se enfoca a los interesados en conocer cuál es el funcionamiento de los elementos secundarios que componen un sistema de medición.

1.2 ¿POR QUÉ?

El creciente número de unidades que integran el sistema de medición en una red de agua potable es, en su conjunto, una estructura de magnitud relativamente grande constituida por aparatos instalados en diferentes épocas, en su mayoría de diferente procedencia, con varios tamaños y distintos tipos que requieren, para su operación, mantenimiento y adquisición de nuevos elementos, el conocimiento adecuado, no sólo de los existentes, sino también de los que se vayan adquiriendo.

En estas condiciones, las personas que se encuentren relacionadas con los sistemas de medición deben disponer de información clara sobre los principios, tipos de medidores y partes que los conforman, de tal forma que les permita tener un mayor conocimiento del funcionamiento interno del medidor y de los elementos primarios y secundarios que lo componen.

1.3 EVALÚA SI SABES

1. En un sistema de medición existen dos tipos de elementos que los componen, ¿cuáles son estos elementos?
2. ¿Cuál es la función de un elemento primario de medición?
3. ¿Qué función tienen los elementos secundarios en un sistema de medición?
4. ¿Qué diferencia existe entre los elementos primarios y los secundarios?

2. SISTEMA DE MEDICIÓN

Un sistema de medición de agua es aquel conjunto de elementos que nos permite conocer qué cantidad de agua está pasando por el conducto en un determinado periodo de tiempo, por lo que un medidor de agua, sea macro o micro, puede ser considerado un sistema de medición.

El medidor es un aparato destinado a aforar y registrar el consumo correspondiente en cada una de las conexiones por las que circula el agua.

2.1 OBJETIVO DEL SISTEMA DE MEDICIÓN

El objetivo de un sistema de medición es dar a conocer al observador (persona, organismo operador, etc.) un valor numérico que corresponde a la cantidad de agua que está fluyendo; es decir, presentar una cantidad que represente el volumen de agua que pasó por la tubería (figura 2.1).



Figura 2.1 Objetivo del sistema de medición.

2.2 TIPOS DE SISTEMAS DE MEDICIÓN

Para establecer los dispositivos de medida en medición de líquidos se han empleado dos principios de medición:

- Sistema de medición volumétrico.
- Sistema de medición de velocidad.

El principio de la medida volumétrica se basa en el empleo de un recipiente cuyo volumen se conoce y sirve como patrón para medir la cantidad de agua que pasa, llenando y desocupando sucesivamente el recipiente. También, es necesario conocer el tiempo de llenado

Para tener una idea de la forma como se verifica la medida aplicando el principio volumétrico, la figura 2.2 ilustra el caso de un chorro que se afora empleando dos recipientes iguales, de capacidad conocida, y de tal forma que uno se llene cuando el otro se desocupa.

El volumen buscado podrá obtenerse contando el número de veces que esto sucede y multiplicándolo por el volumen del recipiente.

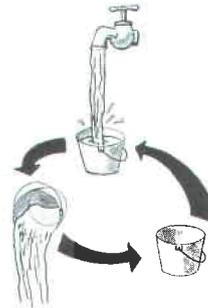
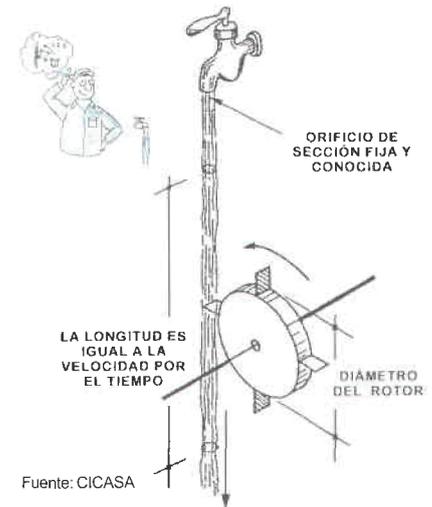


Figura 2.2 Sistema volumétrico.

El sistema de medición de velocidad infiere el volumen de agua aforada, contando las revoluciones que da una rueda a manera de turbina accionada por el agua al fluir sobre ella.

La figura 2.3 muestra el principio de la medida de velocidad, donde el agua pasa a través de un orificio de sección fija y conocida, de tal forma que da la apariencia de una varilla sólida que tiene como superficie transversal la del orificio por donde fluye el agua y como longitud la del chorro en forma acumulativa. El valor se obtiene multiplicando la velocidad por el tiempo que duró pasando el agua.

El presente manual tiene el objetivo de informar qué elementos integran un sistema de medición, da principal importancia a los elementos secundarios de medición que existen y trata de explicar cuál es la función, así como la forma en que trabaja.



Fuente: CICASA

Figura 2.3 Sistema de medición inferencial.

3. ELEMENTOS QUE INTEGRAN UN SISTEMA DE MEDICIÓN

Como es de esperarse, un sistema de medición está compuesto de varios elementos.

Es posible identificar cinco tipos de estos elementos (figura 3.1); aunque en algunos sistemas puede faltar alguno, o bien, ocurrir más de una vez:

1. El sensor.
2. El convertidor o acondicionador de señales.
3. El manipulador o procesador de señales.
4. El transmisor.
5. El presentador de datos.

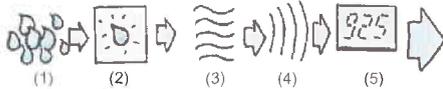


Figura 3.1 Estructura general de un sistema de medición.

De forma breve, se puede decir que el sensor tiene la característica de producir una señal relacionada con la cantidad medida, es decir, es aquel que tiene contacto directo con el agua, mientras que el convertidor permite transformar la señal que produce el sensor en una más adecuada, tal como puede ser una señal eléctrica. A su vez, el manipulador amplificará y filtrará la señal, es decir, eliminará los ruidos; asimismo, el transmisor llevará la señal desde el punto de medición hasta el presentador de datos que, como su nombre lo indica, permitirá que el observador vea la cantidad medida.

A continuación veremos cada uno de estos elementos y cuál es su función.

3.1 SENSOR

Este elemento se conoce como elemento primario de medición ya que está en contacto directo con el agua (figura 3.2a).

El sensor genera una señal de salida que depende, de alguna manera, de la variable por medir; en este caso, el gasto o la presión. Como ejemplo, se puede mencionar el tubo venturi, donde el gasto depende de la disminución de presión (h_m).

Si hay más de un elemento sensor en un sistema, al elemento en contacto con el proceso se le denomina sensor primario; a los otros, se les conoce como sensores secundarios.

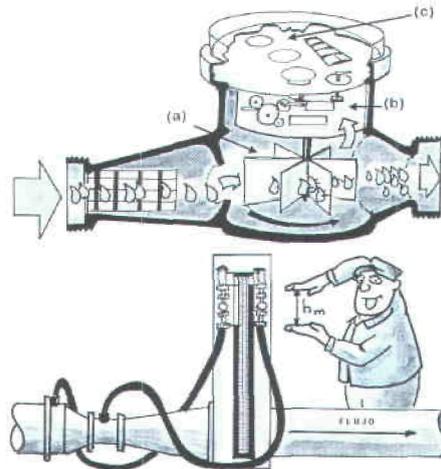


Figura 3.2 Esquema representativo de los elementos que integran un sistema de medición.

3.2 CONVERTIDOR O ACONDICIONADOR DE SEÑALES

El convertidor toma la señal que produce el elemento sensor y la convierte en una forma más adecuada para un procesamiento adicional (figura 3.2b).

3.3 MANIPULADOR O PROCESADOR DE SEÑALES

Este elemento toma la señal que sale del convertidor y la transforma en una forma más adecuada para que pueda posteriormente presentarse el valor del flujo que se ha medido (figura 3.2c).

Al procesar las señales enviadas por el sensor, comúnmente se puede calcular el gasto total de agua que ha pasado por una tubería en un determinado tiempo, a partir de la velocidad del flujo, e integrar los de picos de consumo en un periodo de tiempo y así corregir la no linealidad del elemento sensor.

3.4 TRANSMISOR

El sensor requiere de un elemento que le permita transmitir la señal que ya ha sido convertida y procesada.

El objeto de la transmisión consiste en hacer que el número de revoluciones producidas en el interior del sistema de medición, por el paso del agua, llegue adecuadamente al registrador (presentador de datos) para que este lo acumule a los datos anteriores.

Una de las funciones más importantes de la transmisión consiste en transformar el número

de revoluciones del elemento sensor del sistema de medición en otro que represente debidamente las unidades de medición.

Para ejemplificar lo anterior podemos decir que si pasan por el aparato 10 litros, y con esto se origina que el elemento móvil de 300 revoluciones, el mecanismo de la transmisión deberá reducirlas a una sola para que la aguja indicadora marque los 10 litros (figuras 3.2b y 3.2c).

La transmisión realiza este trabajo mediante un tren de engranajes cuya disposición, dentro del sistema de medición, es la base para definir el tipo de medidor.

3.5 PRESENTADOR DE DATOS

Como su nombre lo indica, la función de este elemento secundario es la de presentar el valor promedio medido, de tal forma que el observador pueda conocer esta medida fácilmente.

Los equipos de presentación de datos convierten las señales enviadas por los transmisores en información sobre caudales y volúmenes, ya sea en forma gráfica o digital.

Es decir, el presentador de datos es la parte del aparato medidor que tiene por objeto registrar y acumular el consumo aforado por el medidor (figura 3.2c).

Cuando sea necesario seleccionar este tipo de equipo, hay que poner especial cuidado en que sea compatible con la señal que produce el elemento primario y el transmisor, y que sea congruente con los sistemas integrados de medición con que cuente el sistema de agua potable y saneamiento.

3.6 RESUMEN

En este capítulo se presentaron los diferentes elementos que pueden integrar un sistema de

medición, así como la función que desempeña cada uno de ellos. En la figura 3.3 se concentran los diferentes sensores, transmisores y registradores de datos que intervienen en diversos sistemas de medición.

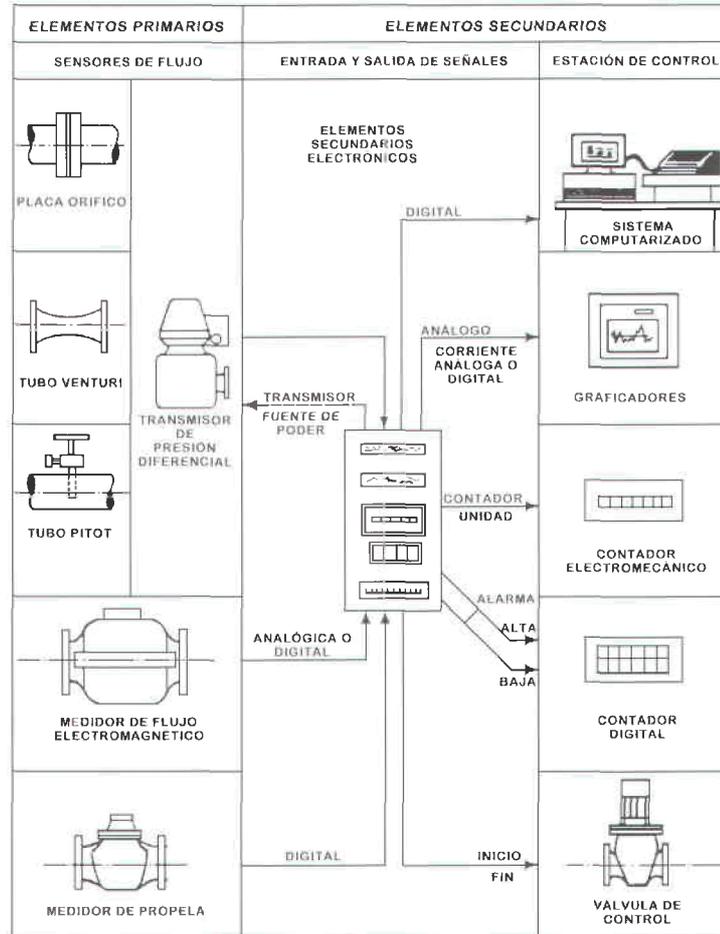


Figura 3.3 Elementos secundarios.

4. OBTENCIÓN DE DATOS EN LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN

Existen tres formas posibles de obtención de datos por los elementos secundarios de los equipos medidores de caudal:

1. Los indicadores.
2. Los registradores.
3. Los totalizadores.

A continuación se definirá cada una de estas tres formas.

4.1 INDICADORES

Son los dispositivos que proporcionan la medición instantánea por medio de una escala con aguja indicadora, o cualquier otro medio que proporcione los datos que identifican la medición en el instante en que la misma ocurre (figura 4.1).

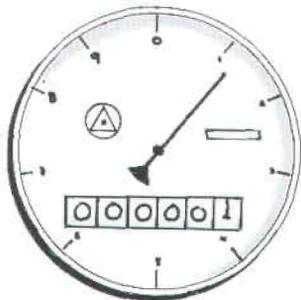


Figura 4.1 Caracterización de un indicador.

Su funcionamiento se basa en principios hidráulicos, mecánicos o eléctricos. Para obtener la información de los mismos es necesario que se tenga personal que efectúe las lecturas a intervalos de tiempo prefijados y anote los datos en tabla de datos, ya que estos dispositivos no registran, imprimen o almacenan la información.

4.2 REGISTRADORES

Estos dispositivos permiten obtener la información en el tiempo en forma continua por medio de gráficos (figura 4.2). Su funcionamiento se basa en principios mecánicos o eléctricos. Para obtener información basta con "leer" la gráfica (la cual tiene escala de tiempo) dibujada por una plumilla para obtener los datos, los cuales se anotan en formatos adecuados para facilitar su uso.

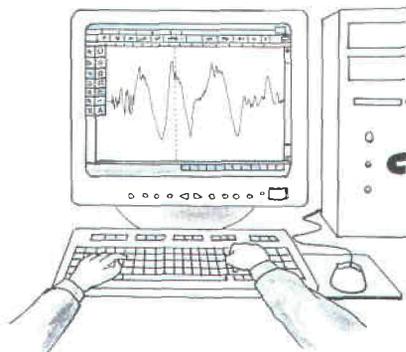


Figura 4.2 Ejemplo de un registrador.

4.3 TOTALIZADORES

Así se les denomina a los dispositivos que digitalizan e integran los volúmenes de agua en forma acumulativa. Son equipos que funcionan con base en principios mecánicos o eléctricos.

Para obtener información de estos dispositivos es necesario efectuar lecturas en intervalos de tiempo prefijados (figura 4.3).



Fuente: <http://www.badgermeter.com>

Figura 4.3 Ejemplo de un totalizador.

4.4 INSTRUMENTACIÓN EN LOS EQUIPOS PARA OBTENCIÓN DE DATOS

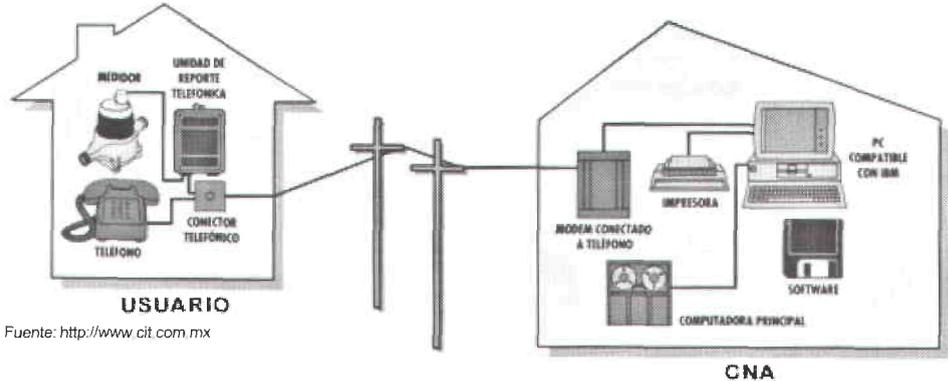
Cada equipo se fabrica individualmente, o bien, en combinación entre los mismos o los tres en conjunto. Por ejemplo, es común la fabricación del registrador y totalizador en un solo equipo (figura 4.4).



Fuente: <http://www.cit.com.mx>

Figura 4.4 Ejemplo de un medidor instrumentado.

La instrumentación para obtener información con los elementos secundarios corresponde a una instrumentación local. Se recomienda que se implante de acuerdo con los objetivos y clase de sistema de abastecimiento de agua.



Fuente: <http://www.cit.com.mx>

Figura 4.5 Sistema de medición por telemetría.

4.5 TELEMETRÍA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS

Otro tipo de sistematización que se puede implantar una vez que la instrumentación local está funcionando adecuadamente, es el uso de la telemetría, que permite obtener en un puesto central la información de caudales, presiones, niveles, estado de los equipos de bombeo y otras variables de interés del sistema de abastecimiento de agua en tiempo real (figura 4.5).

Asimismo, permite el control de caudales, arranque y parada de equipos de bombeo, etc., desde el puesto central.

El sistema de macromedición, utilizando telemetría, puede ser empleado para medir un gran número de variables dentro de las que se pueden encontrar el volumen, el tiempo de extracción, entre otras; de igual forma puede aplicarse en sistemas complejos de abastecimiento de agua.

No debe olvidarse el principio básico de la instrumentación para macromedición en lo referente a que sea sencilla, económica, confiable, y compatible con las necesidades y limitaciones de la empresa y del país.

5. ELEMENTOS SECUNDARIOS PARA MEDIDORES EN TUBERÍAS

Como ya se explicó en capítulos anteriores, las distintas variedades de medidores que se emplean en los sistemas de agua potable para aforar los consumos, se diferencian unas de otras en los principios que adoptan los fabricantes para su diseño y en la combinación de la integración de todas sus partes.

La forma en que se denomina un medidor tiene su origen en estos principios y en las combinaciones de las partes que lo integran.

De esta forma, un medidor volumétrico de esfera sellada recibe este nombre debido a que ha sido diseñado utilizando el sistema volumétrico como elemento de medida y las partes que conforman su registrador se encuentran “encerradas” en una cámara hermética y sellada.

Los puntos que se incluyen en el presente capítulo han sido preparados con la finalidad de proporcionar al usuario el conocimiento de las distintas partes que integran un macromedidor y su funcionamiento.

5.1 FUNCIONES DEL MEDIDOR

El medidor es un aparato destinado a aforar y registrar el consumo de agua correspondiente a cada una de las conexiones a fin de conocer la cantidad de agua servida a los respectivos clientes y, de alguna forma, cobrar el valor del servicio en función del volumen que ellos han registrado.

5.2 PARTES DE UN MEDIDOR

Para realizar esas funciones, todo medidor debe estar constituido por los siguientes elementos (figura 5.1):

1. Dispositivos de medida (sensor).
2. Transmisión (convertidor, manipulador y transmisor).
3. Registrador (presentador de datos).

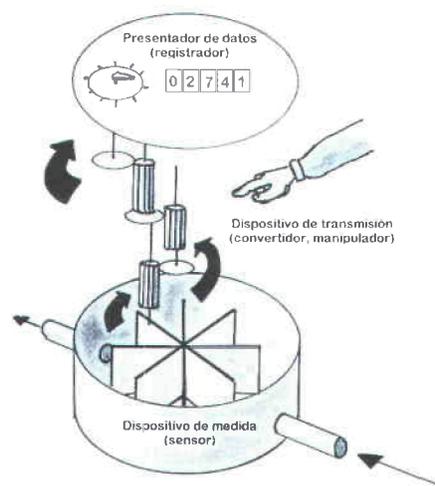


Figura 5.1 Partes de un medidor.

El dispositivo de medida (sensor) es un órgano que se encuentra siempre en contacto con el agua. Su función es aforar las cantidades de ella con base en un movimiento regulado, que caracteriza y define el tipo de medidor.

La transmisión (convertidor, manipulador y transmisor) está constituida por un tren de

engranajes accionados por el dispositivo de medida. Su función consiste en transmitir en forma de un número de revoluciones proporcionales, el dato del consumo, obtenido por el movimiento que se genera en uno de los elementos dispositivos de medida, al ser atravesado por el agua.

El registrador (presentador de datos) obtiene los consumos que le llegan a través de los mecanismos de transmisión desde el dispositivo de medida y los presenta en una carátula de registro, o bien, por medio de pulsos magnéticos a un dispositivo electrónico, tal como puede ser una computadora.

En algunos modelos estas partes pueden distinguirse directamente con una simple mirada al aparato medidor. En otros, el registrador y la transmisión se han reunido en un solo conjunto, que no permite diferenciarlos fácilmente.

La distinción de estas tres partes es necesaria para determinar el tipo de aparato y conocer sus propiedades. El desarrollo del tema en este capítulo se hará tratando separadamente los puntos que corresponden a cada una de ellas.

5.3 DISPOSITIVOS DE MEDIDA (SENSOR)

Por su dispositivo de medida podemos encontrar entre los medidores los de turbina, de hélice y los combinados.

Medidores de turbina.- En estos dispositivos el agua fluye de forma axial (figura 5.2).

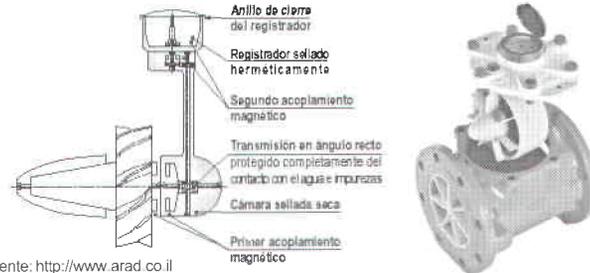


Fuente: CICASA

Figura 5.2 Funcionamiento del dispositivo de turbina tipo Woltman.

Los medidores de turbina se basan en el movimiento de una rueda de paletas que se inserta en la tubería, de forma que cada giro de la rueda implica un volumen de agua determinado que se va acumulando en un medidor. Los medidores de turbina más usados son los denominados Woltman, que son bastante precisos (figura 5.3). Suelen fabricarse para medir el volumen en tuberías con diámetros entre 50 y 300 mm.

Producen una pérdida de carga o diferencia de presión entre la entrada y la salida del contador, entre 0,1 y 0,3 kg/cm².



Fuente: <http://www.arad.co.il>

Figura 5.3 En las imágenes presentadas se pueden apreciar las partes que integran a un medidor de turbina tipo Woltman.

Hélice.- Estos dispositivos al igual que los Woltman tienen la característica de ser axiales, con la diferencia de que son utilizados generalmente para tuberías de distribución, de conducción, de descarga de pozos, entre otros (figura 5.4).

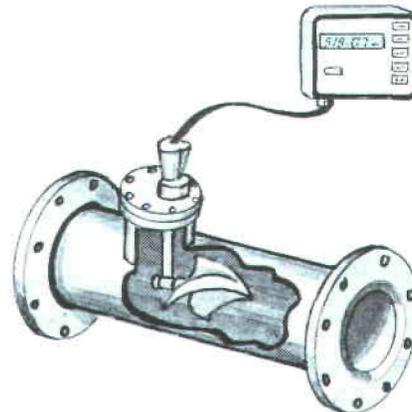


Figura 5.4 Funcionamiento del dispositivo de tipo hélice.

Dispositivo combinado.- Este medidor de agua combinado puede abarcar y medir con exactitud una gama sumamente amplia de caudales.

Funciona mediante una combinación de dos medidores de agua: uno grande, generalmente de velocidad, y otro pequeño que puede ser volumétrico, unidos mediante una válvula especial (figura 5.5).

En caudales bajos, la válvula de conmutación cierra el pasaje principal y todo el flujo pasa a través del medidor pequeño.

En caudales elevados, la válvula de conmutación se abre y el flujo pasa a través del medidor grande y del pequeño.



Fuente: <http://www.arad.co.il>

Figura 5.5 En la imagen se presenta un medidor con dispositivo combinado.

5.4 DISPOSITIVOS DE TRANSMISIÓN (CONVERTIDOR, MANIPULADOR Y TRANSMISOR)

El objeto de la transmisión consiste en hacer que el número de revoluciones producidas en el sensor (órgano móvil) del dispositivo de medida, por el paso del agua, llegue adecuadamente al registrador para que éste lo acumule allí a los datos anteriores (figura 5.6).

Se puede considerar que el mecanismo de transmisión inicia donde se enlaza con el dispositivo de medida (punto E, figura 5.6) y termina en el engranaje "T" que inicia directamente el registro, por medio de una aguja y un cuadrante o de una rueda numerada.

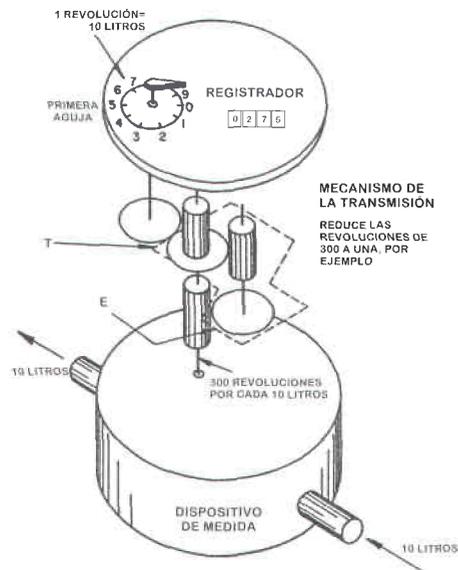
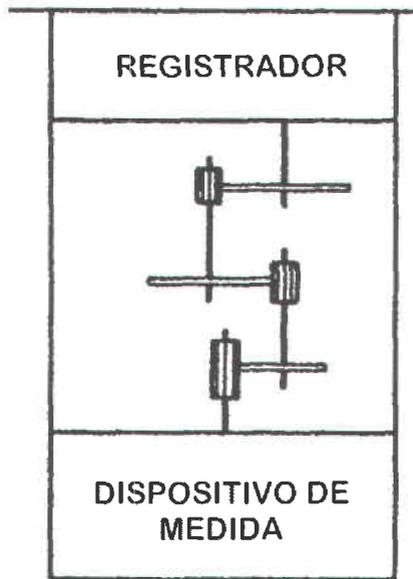


Figura 5.6 Mecanismo de transmisión.

Las transmisiones realizan ese trabajo mediante un tren de engranajes cuya disposición relativa, dentro del aparato medidor, así como el tipo de elementos que la constituyen y caracterizan, son la base para definir y designar el tipo de medidor.

La transmisión puede integrarse con las demás partes del medidor de tres maneras diferentes, de acuerdo con la forma como se establezca la unidad general:

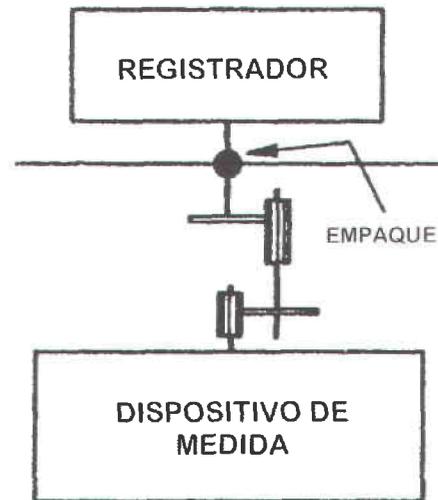
Situándola dentro del agua, junto con el dispositivo de medida y el registrador (figura 5.7). Entonces, da origen a los tipos de medidores conocidos con el nombre de *esfera húmeda*.



Fuente: CICASA

Figura 5.7 Medidor de esfera húmeda.

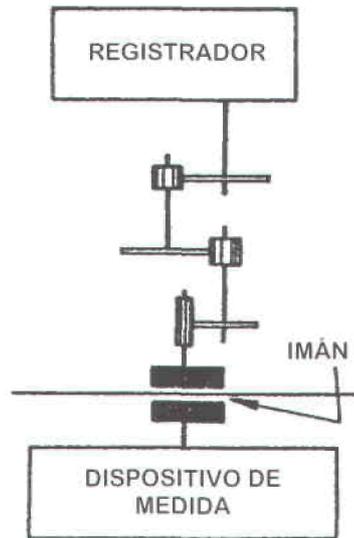
Dejándola con el dispositivo de medida dentro del agua, pero separada del registrador que se sitúa fuera, directamente en la atmósfera. Este conjunto se llama de *esfera seca* y de *transmisión mecánica* (figura 5.8).



Fuente: CICASA

Figura 5.8 Medidor de esfera seca y transmisión mecánica.

Integrándola con el registrador en una unidad que se ubica fuera del agua, de tal manera que en ella quede únicamente el dispositivo de medida. Esta modalidad sólo fue posible con el empleo de imanes permanentes, lo que dio origen a la denominación de *transmisión magnética* (figura 5.9).



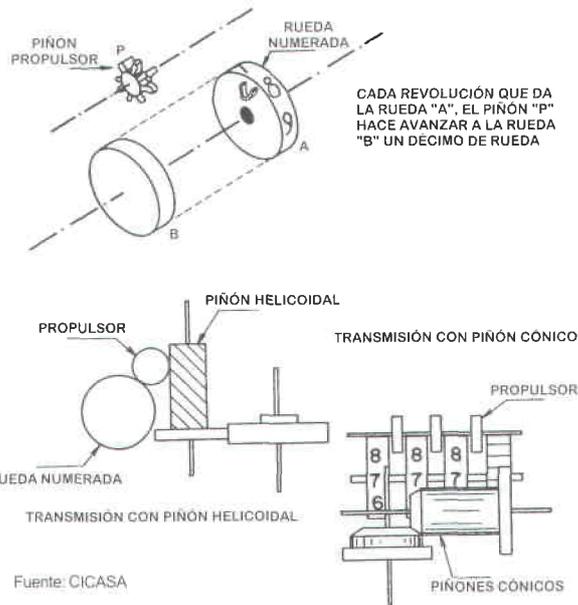
Fuente: CICASA

Figura 5.9 Medidor de transmisión magnética.

En la forma de los medidores de esfera húmeda, como la totalidad de sus partes está dentro del agua, la transmisión consiste solamente en un tren de ruedas dentadas y piñones. En cambio, en las formas de las figuras 5.8 y 5.9, se requiere que cada una de ellas disponga además de un elemento de enlace entre la zona seca y la húmeda. En aquellas es empaquetadura y en éstas, un conjunto magnético.

Tanto en los modelos de esfera húmeda como en los magnéticos, el registrador y la transmisión se integra en una sola unidad. En cambio, en la esfera seca las partes del medidor van separadas.

Por lo anterior, se puede decir que existen dos tipos de acoplamientos entre la zona húmeda y seca, que pueden hacerse de las siguientes maneras: una, si está integrada por un eje y sus empaquetaduras respectivas y, la otra, por un par de elementos magnéticos. La primera corresponde a las denominadas *transmisiones mecánicas* y la segunda se define como *transmisión magnética*.



Fuente: CICASA

Figura 5.10 Registrador de lectura directa.

5.5 DISPOSITIVOS REGISTRADOR (PRESENTACIÓN DE DATOS)

El registrador de un medidor es la parte del aparato que tiene por objeto registrar y acumular el consumo aforado por el dispositivo de medida. Anteriormente, esta función se realizaba por medio de un juego de engranajes (figura 5.10).

Los problemas ocasionados por la lectura de los medidores instalados en el interior de las empresas, condujeron a que entre los años cincuenta y sesenta se fabricaran algunos

tipos de registradores que permitían tomar el estado del aparato a distancia, sin entrar al edificio (figura 5.11).

Posteriormente, con el empleo de las computadoras para los procesos de facturación, se diseñaron otros dispositivos adicionales que facilitan notablemente la entrada de datos a ellos. Finalmente, en los últimos años, se ha venido desarrollando un sistema que permite pasar directamente los registros del medidor a la computadora, aprovechando las redes y equipos telefónicos en las ciudades.

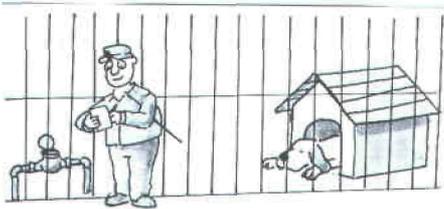


Figura 5.11 Algunos problemas de lectura de los medidores.

Los métodos de telemedida empleados en los registradores de los medidores se pueden agrupar, de acuerdo con lo anterior, en dos tipos fundamentales:

1. Teleregistro.
2. Lectura remota.

1. Teleregistro.- Consiste en registrar el consumo en un punto diferente al de la ubicación del medidor, de tal manera que sea fácil tomar la lectura sin necesidad de acercarse al aparato (figura 5.12).

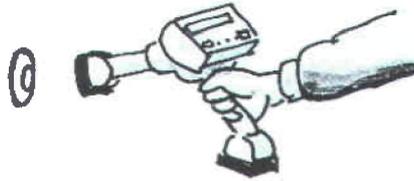


Figura 5.12 Ejemplo de medidor con teleregistro (lector de toque).

2. Lectura remota.- Consiste en que un equipo de cómputo sofisticado lea el medidor sin necesidad de que una persona lo haga directamente; por ejemplo, se pueden mencionar los sistemas de lectura de medidores a través de la red telefónica y vía satélite (figuras 5.13 y 5.14).



Figura 5.13 Ejemplo de una lectura remota (lectura tomada por línea telefónica).



Figura 5.14 Ejemplo de una lectura remota (lectura a través de satélite).

Actualmente existen en el mercado dispositivos de lectura que pueden transferir el valor medido mediante cable, teléfono, radio o interrogador inductivo. Estos dispositivos permiten tomar valores estadísticos directamente en el sitio de operación para su interpretación y pueden contar con un menú que hace fácil la lectura de datos. Entre los datos que se pueden obtener con estos dispositivos están:

- Valor de consumo.
- Caudal actual, máximo y mínimo.
- Número de serie del medidor.
- Estadísticas de consumo.
- Valores de días específicos.
- Valores de los últimos 12 meses.

Entre algunos de estos registradores podemos encontrar:

- A. Emisor de pulsos.
- B. Data logger.
- C. Totalizador remoto de lectura de medidores.
- D. Concentrador de datos.

A. Emisor de pulsos

Se utiliza para tomar la lectura de volumen total a una distancia de hasta 500 m o mayor, con ayuda de transmisión telefónica (figura 5.15).

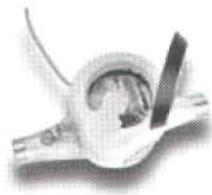


Figura 5.15 La imagen presenta un emisor de pulsos.

B. Data Logger

Consiste en un sistema portátil de captura de valores registrados a través de sensores especiales (emisores de impulsos, sensores de presión, etc.) que se conectan en la red de distribución de agua (figura 5.16).



Figura 5.16 La imagen presenta un Data Logger.

La evaluación se hace en un microcomputador utilizando un *software*. Con este dispositivo se pueden registrar perfiles de consumo, niveles de tanques, variación de caudal y presión, entre otros.

Ventajas:

- Acumula valores análogos (presión) y caudal simultáneamente.
- Se pueden conectar varios sensores al mismo tiempo.
- Acumulación positiva o negativa.
- Muestra valores instantáneos.
- Diseño compacto.
- Capacidad de almacenamiento de datos.
- *Software* para el manejo de información.
- Toma de valores en pequeños intervalos, desde 0.1 segundo.

C. Totalizador remoto de lectura de medidores

El acumulador remoto o totalizador puede ser utilizado para obtener la lectura de medidores a través de emisores de pulsos. Su autonomía mediante una batería de litio permite que opere durante diez años o más sin necesidad de recambio (figura 5.17).



Figura 5.17 La imagen presenta un totalizador remoto.

Ventajas:

- Facilidad de lectura.
- Reducción de tiempo en lectura de medidores domiciliarios en zona de alta densidad y de viviendas.
- Para señal de entrada de emisores de pulsos de contacto eléctrico o estático.
- Confiabilidad de lectura aún en instalaciones en exteriores.
- Gran capacidad de registro.

D. Concentrador de datos

Con esta unidad se capturan, con emisores de impulsos, los valores de lectura de medidores de agua mediante conexión de éstos al concentrador.

La lectura se puede realizar con una PC directamente en la unidad, a través de un puerto serial o por *modem* telefónico del sistema fijo u, opcionalmente, por radio o telefonía celular (figura 5.18).

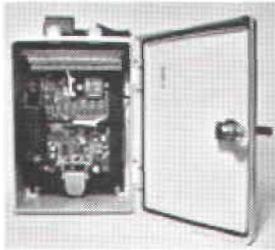


Figura 5.18 La imagen presenta un concentrador de datos.

Ventajas:

- Lectura automática de varios medidores en pocos segundos (algunos registran mas de treinta medidores en menos de un minuto).
- Transmisión de información vía *modem* telefónico y otras opciones.
- Batería de respaldo para soportar información en caso de fallas en el suministro de energía local.
- Evita errores humanos en la toma de lecturas.
- Descargue automático de la información al sistema de facturación de la empresa.
- Disminución de los ciclos de facturación.
- Permite monitoreo de un usuario en particular.

6. ELEMENTOS SECUNDARIOS PARA MEDIDORES EN CANALES

Como se vio anteriormente, la medición de flujos en tuberías de presión se logra evaluando la señal tomada por el sensor o dispositivo de medida.

A continuación se describirán algunos elementos secundarios que se usan con frecuencia en canales, entre los que se encuentran:

1. Limnómetro.
2. Limnógrafo.
3. Medidor de flujo de eco ultrasónico para canal abierto.

6.1 LIMNÍMETRO

Este elemento consiste en una regla graduada que se emplea generalmente para medir el nivel de agua en ríos, represas y tanques usándose, además, para medir las cargas hidráulicas sobre vertedores o canales Parshall y proporcionan sólo lectura instantánea.

La regla debe ser de material resistente a la corrosión y de un color de contraste con los números grabados en su cuerpo; también debe fijarse firmemente después de verificar su precisión. Este es el sistema más simple para medir el nivel del agua (figura 6.1).

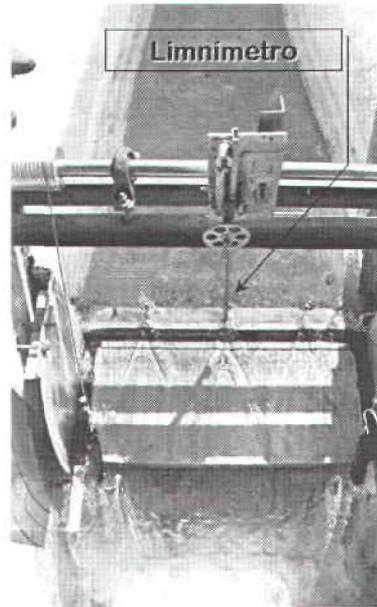


Figura 6.1 Limnómetro.

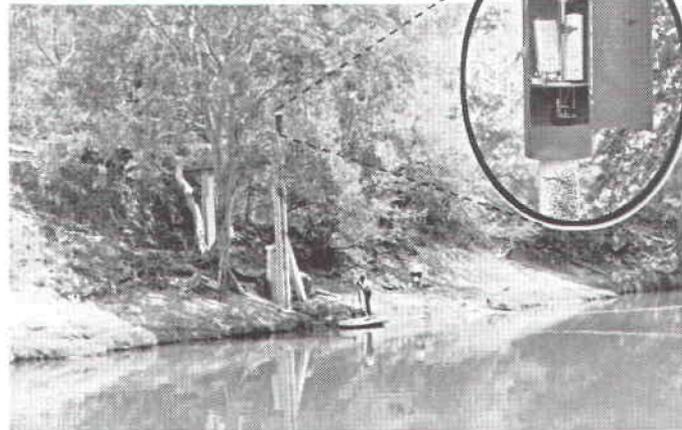


Figura 6.2 Limnógrafo.

6.2 LIMNÍGRAFO

El registro permanente de la carga hidráulica, sobre un dispositivo de medición de caudales a gravedad, puede hacerse automáticamente por medio de aparatos especiales llamados limnógrafos, y en forma continua por medio de una gráfica (figura 6.2).

Siempre que las necesidades de información lo requieran se debe instalar un limnógrafo, equipo que proporciona seguridad en los registros de niveles y da información continua de las variaciones de la corriente.

¿Cuándo instalar un limnógrafo?

La instalación de un aparato registrador es recomendable siempre que ocurra alguna de las condiciones siguientes:

- Que para el estudio del régimen de la corriente se necesite un registro continuo.

- Que las variaciones del régimen de la corriente sean muy numerosas, rápidas o importantes.
- Que no sea posible disponer, técnica y económicamente, de un lectorista de escala que tome lecturas permanentemente.

¿Qué partes lo integran?

Se fabrican diversos tipos de aparatos registradores, pero básicamente todos se integran con las siguientes partes:

- Una caseta generalmente fabricada de fibra de vidrio que aloja y protege el mecanismo transmisor y registro de niveles.
- Un flotador, que sube o baja, siguiendo las fluctuaciones del nivel del agua.
- Un dispositivo de transmisión de los movimientos del flotador a un sistema de registro.
- Un sistema registrador propiamente dicho.
- Un mecanismo de reloj que sirve para regular la marcha del aparato y medir el tiempo.

¿Qué podemos obtener de estos equipos?

Este equipo proporciona información sobre los niveles y la hora de ocurrencia.

¿Cómo se instalan?

Su instalación es muy sencilla y económica, pues se realiza directamente sobre un tubo que se aloja en el lecho de la corriente o en el tanque de reposo de la estructura de medición de caudales.

¿Cuáles son sus ventajas?

- Es un equipo muy compacto.
- Se puede colocar en cualquier sitio.

- Operación sencilla, económica y automática.
- Permite un registro continuo de niveles.

¿Cuándo se recomienda usar?

Este equipo se recomienda para:

- Registrar cargas hidráulicas sobre vertedores, canales Parshall, etcétera.
- Registrar niveles en ríos, canales, presas, manantiales, tanques de almacenamiento, etcétera.

6.3 MEDIDORES ULTRASONICOS

Estos medidores utilizan el principio de la velocidad del sonido en el medio acuoso, lo cual les permite conocer la velocidad del agua por un conducto de sección transversal conocida y, de esta forma, calcular el gasto que pasa por ésta. Pueden ser intrusivos o por contacto y su margen de error en todo el rango de consumo es igual o menor a 1% del caudal.

Se presentan las características de funcionamiento de dos de éstos. Para profundizar en el tema se puede consultar el manual Medidor ultrasónico de efecto doppler para canales, en la 1a. etapa de esta misma serie.

A. Medidores de nivel ultrasónico para canal abierto

Son equipos sofisticados que usan el principio del sonar para detectar el nivel del agua, ya sea en almacenamientos de agua, tal como son presas y tanques, o en corrientes de agua, tal como ríos y canales. Es por ello que son usados en la medición de cargas hidráulicas, sobre los diferentes dispositivos de medición de caudales en conductos a gravedad (figura 6.3).

B. Medidor de caudal de eco ultrasónico para canales

Existe, además, un equipo denominado medidor de caudal de eco ultrasónico, que combina tanto la medición instantánea del nivel mediante un sensor de profundidad como la medición de la velocidad del agua a través de sensores de velocidad.

Estos medidores se integran en la siguiente forma:

- Dos sensores de velocidad para ser instalados en las paredes del conducto.
- Un sensor de profundidad, para ser instalado sobre el conducto, en una lumbrera o puerto de acceso.
- Dos cajas de conexiones.
- Una unidad electrónica remota.
- Un receptor.
- Un totalizador.
- Un receptor gráfico.

¿Cómo se instalan?

Los sensores de velocidad y profundidad pueden ser instalados en varias configuraciones, dependiendo de la geometría del conducto. La unidad electrónica remotamente montada, incorporada al equipo, produce una señal de 4 a 20 mA, para uso de un receptor graficador totalizador.

Al instalarse en tuberías se recomienda considerar de 10 a 12 diámetros de tubería recta aguas arriba, y de 1 a 2 diámetros aguas abajo.

¿Cuándo se recomienda usar?

Estos equipos pueden ser usados en canales de todas las geometrías, en lumbreras, vertedores Parshall o tuberías semi-llenas (figura 6.4).

¿Cuáles son sus ventajas?

- Fácil instalación.
- No es afectado por lodos o desechos.
- Ofrecen la información en forma digital o gráfica.
- Se adaptan a cualquier canal o conducto geoméricamente definido.
- Miden nivel o velocidad independiente e instantáneamente.
- No ocasiona pérdidas de carga.

¿Cuáles son sus desventajas?

- Equipos muy sofisticados.
- Mantenimiento constante y especializado.

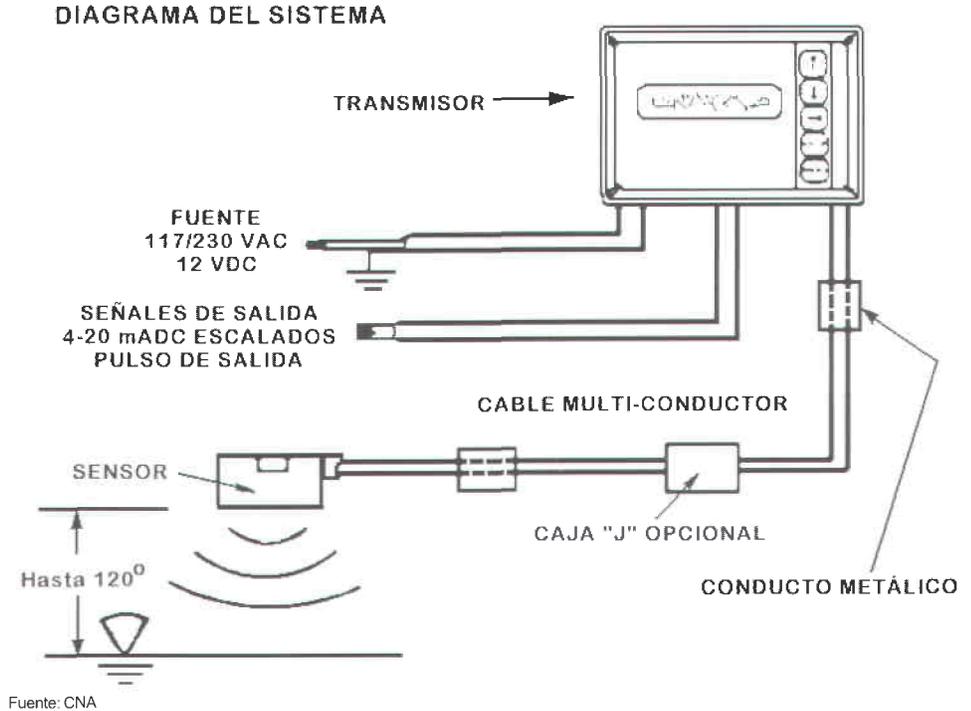


Figura 6.3 Medidor de nivel ultrasónico.

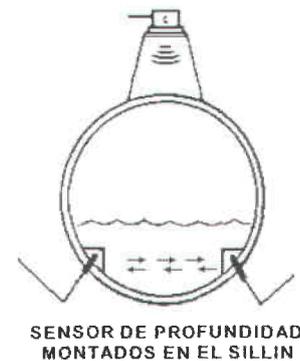
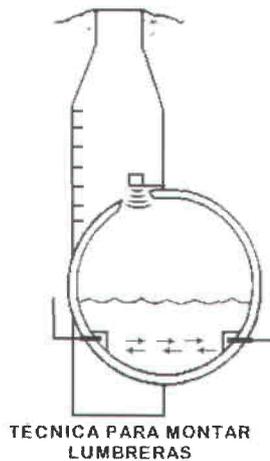
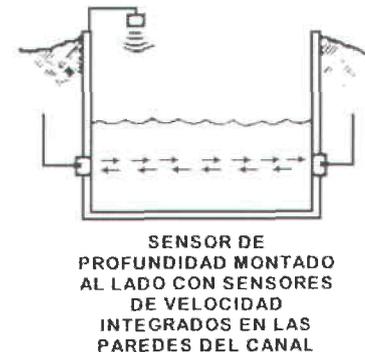
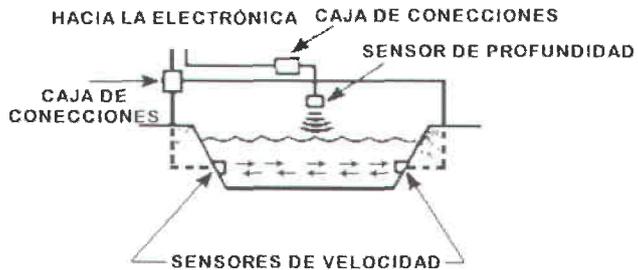


Figura 6.4 Medidor de caudal de eco ultrasónico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ochoa, A. L., 2000, *Métodos y sistemas de medición de gasto*, "Serie autodidáctica de medición del agua, SEMARNAP, CNA, IMTA, México

Bentley, J. P., 1993, *Sistemas de medición, principios y aplicaciones*, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México.

Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, 1994, *Selección e Instalación de Equipos de Macromedición*, libro III, CNA, México.

Hueb, A.A., Bento Gonzaga, C.F., Rodríguez Avila, F. J., 1985, *Macromedición*, Manual DTIAPAN°C-9, CEPIS, BID, OPS, OMS, Perú.

Medidas de prevención de la fuga de agua en Nagoya, parte II, Dirección de Agua Corriente de la Ciudad de Nagoya, 1999, Japón.

Hojas técnicas de despiece de diversos medidores, CICASA, México, 2001.

Manual de medidores de agua, CICASA, México.

Presentación "*Soluciones integrales para la medición de agua*", CICASA, México, 2001.

Manual of Water Supply Practices, *Water Meters-Selection, Installation, Testing, and Maintenance*, American Water Works Association, AWWA M6.

DIRECCIONES DE INTERNET CON INFORMACIÓN REFERENTE AL TEMA

A Flow Measurement Orientation
http://www.omega.com/literature/transactions/volume4/T9904-06-FLOW.html#flow_1

Best European Technology for Water & Wastewater Systems
<http://www.best-euro-technology.com/pr-spanisch-wasser-badgermeter.htm>



IMTA

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA

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

partado Postal 202 CIVAC, Mor. 62500
Itepec, Mor.



SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES
SEMARNAT



COMISION NACIONAL
DEL AGUA



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

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