

## CAPÍTULO 14. EQUIPOS DE MEDICIÓN

### ÍNDICE

---

<b>1. OBJETO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DEFINICIONES .....</b>	<b>1</b>
<b>3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROMEDIDORES.....</b>	<b>2</b>
<b>3.1. METROLÓGICAS .....</b>	<b>2</b>
<b>3.2. NORMAS .....</b>	<b>3</b>
<b>3.3. DESIGNACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>3.4. DISPOSITIVOS INDICADORES .....</b>	<b>3</b>
<b>3.5. DISPOSITIVO DE REGULACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>4. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE MICROMEDIDOR A INSTALAR.....</b>	<b>4</b>
<b>4.1. PRUEBAS Y CONTROL DE LOS MICROMEDIDORES .....</b>	<b>5</b>
<b>5. INSTALACIÓN DE MICROMEDIDORES.....</b>	<b>5</b>
<b>6. LECTURA DE MICROMEDIDORES .....</b>	<b>6</b>
<b>7. MACROMEDIDORES DE CAUDALES.....</b>	<b>6</b>
<b>7.1. CONDUCCIONES ABIERTAS .....</b>	<b>6</b>
<b>7.2. CONDUCTOS EN PRESIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>7.2.1. Medidores Velocimétricos.....</b>	<b>7</b>
<b>7.2.2. Macromedidores Acústicos .....</b>	<b>8</b>
<b>7.2.3. Macromedidores Diferenciales .....</b>	<b>8</b>
<b>7.2.4. Macromedidores Proporcionales .....</b>	<b>9</b>
<b>7.2.5. Tubo Pitot Modificado.....</b>	<b>9</b>
<b>7.2.6. Macromedidores Electromagnéticos .....</b>	<b>9</b>
<b>7.2.7. Macromedidores de Vórtice .....</b>	<b>10</b>



## **1. OBJETO**

El objeto de esta Norma es establecer los requisitos mínimos que deben cumplir los aparatos destinados a la medición de consumos en las conexiones domiciliarias y de los caudales que circulan por las diferentes instalaciones del sistema de potabilización y distribución de agua.

## **2. DEFINICIONES**

Micromedición es el conjunto de disposiciones administrativas, instalaciones y operaciones destinadas a determinar y facturar el consumo de agua que se efectúa a través de conexiones a la red de distribución de agua potable.

Micromedidores son los aparatos intercalados en la instalación que conecta la red de distribución con el inmueble del usuario, y que permiten, mediante lecturas sucesivas, determinar el volumen consumido en el lapso entre lecturas.

Como micromedidores se consideran aparatos aptos para funcionar con un caudal de agua máximo de 20 m<sup>3</sup>/h a una presión nominal no mayor de 1 Mpa (10 bar) a temperaturas comprendidas entre 0° y 40 °C, instalados normalmente sobre tuberías de diámetro inferior a 40 mm.

Macromedición es en general el conjunto de operaciones y equipos destinados a determinar caudales, volúmenes, presiones y niveles en diferentes puntos de un sistema de abastecimiento de agua.

En particular se suele limitar la expresión “macromedición” a la medición del caudal que circula y/o el volumen acumulado durante un período determinado, por un punto definido del sistema de provisión de agua, por ejemplo distintas etapas del tratamiento en plantas de potabilización, a las salidas de reservas, a la salida de pozos profundos, etc.

Macromedidores de caudales son los aparatos y equipos intercalados en conductos de las diferentes instalaciones del sistema que permiten determinar los caudales que pasan a través de los mismos.

### 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROMEDIDORES

#### 3.1. METROLÓGICAS

##### ***Caudal***

Cociente entre el volumen de agua registrado por el medidor y el tiempo empleado en pasar por él, expresado en metros cúbicos por hora.

##### ***Caudal permanente ( $q_p$ ) o de funcionamiento continuo***

Caudal hasta el cual el medidor puede funcionar de forma satisfactoria, bajo condiciones normales de uso y es igual o mayor que el 50% del caudal máximo.

##### ***Caudal de sobrecarga ( $q_s$ ) o caudal máximo***

Valor del caudal, expresado en metros cúbicos por hora, correspondiente al límite superior del alcance de la medición del medidor, siendo el mayor caudal que puede registrar en un tiempo limitado o predeterminado, sin que las indicaciones sean afectadas por un error mayor que el máximo permisible.

##### ***Caudal mínimo ( $q_{min}$ )***

El menor caudal que el medidor puede registrar sin que los errores sean mayores que el máximo permisible y que corresponde al límite inferior del alcance de la medición.

##### ***Rango del caudal***

Rango limitado por el caudal de sobrecarga,  $q_s$ , y el caudal mínimo,  $q_{min}$ , dentro del cual, las indicaciones del medidor no deben ser afectadas por un error mayor que los máximos permisibles. Este rango está dividido en dos zonas denominadas “superior” e “inferior”, separadas por el caudal de transición  $q_t$ .

##### ***Caudal de transición ( $q_t$ )***

Valor del caudal situado entre el caudal máximo y el mínimo en el cual el alcance de la medición del medidor se divide en dos zonas; una superior y otra inferior, cada una caracterizada por el valor del error máximo permisible en cada zona.

##### ***Dispositivo totalizador***

Dispositivo que recibe la transmisión de los movimientos, indicando y totalizando el volumen circulado.

##### ***Presión de trabajo***

Presión del fluido inmediatamente aguas arriba del medidor.

***Presión nominal (PN)***

Presión interior correspondiente a la presión máxima de trabajo, máxima admisible utilizada para dimensionamiento y ensayo, expresada en megapascal.

***Presión máxima de servicio ( $p_{m\acute{a}x}$ )***

Valor máximo de la presión (sobre la presión atmosférica), medido aguas arriba, para el cual el medidor puede funcionar de forma continua, expresada en megapascal.

***Pérdida de presión ( $\Delta P$ )***

Diferencia entre la presión de entrada y la de salida del medidor, provocada por la presencia de éste en el conducto, expresada en megapascal.

***Temperatura de servicio (t)***

Temperatura del agua en la cañería a la entrada del medidor, expresada en grados Celsius.

### **3.2. NORMAS**

Los medidores deben ajustarse a Normas vigentes en la Argentina y/o el Mercosur. El proyectista podrá proponer y justificar la utilización de Normas alternativas.

### **3.3. DESIGNACIÓN**

Los medidores se deben designar cumpliendo las exigencias de las normas a que responde su fabricación.

### **3.4. DISPOSITIVOS INDICADORES**

***Integradores***

Los integradores deben permitir una lectura fácil, accesible y confiable del volumen de agua que ha circulado.

El sistema contador debe ser de alguno de los tipos siguientes:

- Contador digital de cifras saltantes.
- Escalas circulares con indicador de aguja.
- Combinación de los dos anteriores.

El sistema de lectura debe permitir registrar sin retornar a cero, un volumen correspondiente de no menos que 9999 m<sup>3</sup> para los medidores de  $q_{m\acute{a}x} \leq 10 \text{ m}^3/\text{h}$  y de 99999 m<sup>3</sup> para los medidores de  $10 \text{ m}^3/\text{h} < q_{m\acute{a}x} \leq 20 \text{ m}^3/\text{h}$

#### **Indicador de arranque**

El medidor debe tener un elemento que permita detectar cualquier movimiento del dispositivo de medición, antes que sea claramente perceptible en el sistema de lectura.

Este elemento puede ser la aguja del indicador u otra, tal como una estrella, triángulo, un disco con una marca, etc.

### **3.5. DISPOSITIVO DE REGULACIÓN**

Los medidores deben equiparse con un dispositivo de regulación exterior que permita corregir la relación entre el volumen indicado y el volumen que circula realmente.

## **4. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE MICROMEDIDOR A INSTALAR**

Se debe instalar medidores velocimétricos. En caso que el proyectista entienda conveniente la colocación de medidores volumétricos debe justificar detalladamente las razones que lo llevan a sustentar tal criterio quedando en definitiva, a juicio del ENOHSA la decisión a adoptar.

El proyecto debe establecer y justificar el tipo de micromedidor a colocar y la Norma a que debe responder su provisión, efectuando una descripción acabada de los aparatos a instalar, especificando caudal permanente, clase metrológica, caudal de sobrecarga y designación del medidor.

El análisis debe tener en cuenta la vida útil de los medidores a instalar, las tareas de mantenimiento a realizar y la provisión de los repuestos necesarios.

El presupuesto de provisión e instalación de micromedidores debe incluir el equipamiento necesario para realizar las siguientes pruebas:

- De exactitud (incluso equipos portátiles).
- De vida.
- Ensayos de pérdida de presión.
- Ensayos de blindaje magnético.

También deben prever en la entrada de manuales donde se indique la forma en que debe realizar cada una de estas pruebas y los valores que se deben considerar aceptables para cada tipo de micromedidor, indicando en forma expresa la Norma que justifica los límites adoptados.

En todos los casos que el ENOHSA lo considere conveniente el proyectista debe acompañar un estudio en las características culturales y socioeconómicas de la población a servir, de los edificios donde se efectúen las conexiones y de la calidad del agua del sistema que le permita definir:

- Tipo de medidor, seleccionado en base a la calidad del agua (cuadrante húmedo, seco o semi-seco).
- Clase metrológica determinada según el perfil de consumo y el régimen tarifario.
- Marcas o modelos de los aparatos que pueden obtenerse en plaza, teniendo en cuenta las garantías ofrecidas por los fabricantes o proveedores respecto al cumplimiento de las normas que se hayan fijado para la provisión de los mismos.

#### **4.1. PRUEBAS Y CONTROL DE LOS MICROMEDIDORES**

De acuerdo a la cantidad de micromedidores a adquirir se debe indicar en la memoria del proyecto, para luego incorporarlo al Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, el tipo de pruebas y controles a efectuar sobre los aparatos que serán incorporados a las instalaciones.

### **5. INSTALACIÓN DE MICROMEDIDORES**

La documentación gráfica del proyecto debe indicar, en forma detallada, la ubicación de los micromedidores y las precauciones adoptadas para su protección de los agentes físicos y de los posibles impactos y daños producidos por el tránsito o cualquier otro tipo de acciones externas.

En todos los casos el proyectista debe incluir las indicaciones necesarias a fin de que en la colocación de los micromedidores se respeten estrictamente las especificaciones del fabricante o proveedor a fin de asegurar el correcto funcionamiento y vida útil de los mismos.

Los medidores deben tener colocado un precinto de seguridad, el que una vez cerrado antes o después de instalar el medidor, no permita el desarme o alteración de aquel o de su dispositivo de regulación, sin dañar dicho precinto. Para ello, el anillo de cierre y el mecanismo de regulación, deben estar provistos de orificios u orejas para facilitar el precintado.

## 6. LECTURA DE MICROMEDIDORES

De acuerdo a las características de los micromedidores que se prevé instalar, la planialtimetría de la planta urbana de la localidad en estudio y de las condiciones socioeconómicas de la población, se debe analizar la forma más adecuada de efectuar la lectura de los aparatos que se coloquen.

Dichos sistemas pueden ser:

- Manual sobre planilla.
- Manual sobre colectora de datos.
- Manual por contacto.
- Vía radio.
- Vía telefónica.

En aquellos casos en que el ENOHSA así lo disponga se debe definir la frecuencia óptima de lectura para cada una de las zonas de características homogéneas en que pueda dividirse la localidad y los costos y beneficios asociados con cada tipo posible de lectura.

## 7. MACROMEDIDORES DE CAUDALES

Se debe indicar el criterio que se ha tenido en cuenta para la selección de cada uno de los macromedidores que se proyecta colocar en las distintas instalaciones que componen el sistema de abastecimiento de agua, justificando el principio físico de medición adoptado.

### 7.1. CONDUCCIONES ABIERTAS

Los macromedidores a instalar en conducciones abiertas, tales como canaletas Parshall, vertederos, u otro tipo de aforadores que permitan medir caudales instantáneos deben ser complementados por sensores de nivel -dispositivos mecánicos, acústicos, eléctricos, etc.- que permitan integrar los volúmenes que atraviesan el medidor y registrarlos.

Estos elementos miden la posición de la superficie del líquido con relación a un punto de referencia. Pueden ser de medición directa o indirecta.

Entre los primeros se podrá utilizar:

- Flotador.
- Electroodos.



- Visor de nivel.

Entre los de medición indirecta:

- Ultrasónico.
- Burbujeo.
- Manómetro en U.
- Caja de diafragma.
- Celda de diferencial de presión.

Se debe indicar, con la precisión requerida, las dimensiones y características constructivas del dispositivo hidráulico a construir, los puntos de lectura del parámetro que permite definir el caudal, la forma de efectuar dicha lectura y la expresión matemática que correlaciona el parámetro medido con el caudal.

## 7.2. CONDUCTOS EN PRESIÓN

Para los equipos que se proyecta instalar en conducciones a presión se debe acompañar una detallada descripción de sus características: límites de medición (caudal continuo permisible, caudal de transición, límite inferior del campo de medida y caudal de arranque), precisión, curvas de error y de pérdidas de carga, tipo de registros, etc.

Se debe indicar los requisitos y recomendaciones del proveedor para su colocación y montaje, y la forma y dimensiones de las cámaras en caso que se requieran para su instalación.

Se puede utilizar los diferentes tipos de medidores que se detallan a continuación.

### 7.2.1. Medidores Velocimétricos

- A turbina tipo Woltmann
  - Según la posición del eje de la turbina podrán ser:
    - ❖ De eje horizontal
    - ❖ De eje vertical
  - Según la dirección de entrada y salida del flujo de agua
    - ❖ Normales (la entrada y salida conservan el mismo eje)
    - ❖ Para salida de pozo o de ángulo recto (la entrada y la salida están a 90°)

Puede utilizarse medidores Woltmann con salidas de pulsos, de alta y baja frecuencia, para distintos controles como registro de caudales, transmisión de la información a distancia, etc. y medidores Woltman compuestos cuando el rango de variabilidad del caudal a medir así lo aconseje.

En todos los casos se debe tener en cuenta las condiciones de la instalación de acuerdo con las características de cada modelo, las posibles influencias de la temperatura, de la presión de servicio, de los golpes de ariete, del aire contenido en el agua y muy especialmente de la geometría de los conductos ya que turbulencias y falta de uniformidad en el flujo aguas arriba del medidor tienen influencia sobre las lecturas del mismo.

- A hélice

Menos precisos a caudales bajos que los medidores Woltmann. Se debe respetar cuidadosamente las condiciones de instalación recomendadas por el fabricante para lograr que el error de las mediciones no supere  $\pm 2\%$ .

- A paletas de inserción

Requieren caudales importantes para ponerse en movimiento, la velocidad del líquido debe ser de 0,4 m/s o mayor. Se debe considerar que en situaciones prácticas reales los errores pueden alcanzar  $\pm 10\%$ .

### **7.2.2. Macromedidores Acústicos**

Permiten medir un caudal desde el exterior sin necesidad de ejecutar orificios de inserción. Pueden utilizarse las dos formas constructivas que aprovechan el principio físico de que la velocidad de propagación de una onda se suma (o resta) a la velocidad del medio en el cual ésta se desplaza.

- Macromedidores por efecto Doppler.
- Macromedidores por tiempo de tránsito.

Este tipo de medición se ve fuertemente afectado por las características del escurrimiento, lo que obliga a disponer de tramos rectos de por lo menos 10 a 15 veces el diámetro aguas arriba y 10 veces aguas abajo del lugar de instalación.

Se debe prever su utilización especialmente en instalaciones donde sea posible colocarlos, por períodos determinados, en diferentes lugares, y no se requiera mediciones con margen de error inferior a  $\pm 2\%$ .

### **7.2.3. Macromedidores Diferenciales**

Consisten en una restricción colocada a la circulación del flujo, que provoca una diferencia de presión entre dos puntos, dicha restricción debe producir una alta diferencia de presión con baja pérdida de carga, y un elemento secundario de medición y registro.

Como elemento primario se puede utilizar:

- Placa orificio, con toma en las bridas, en la tubería o en la misma placa de orificio mediante cámaras anulares.
- Tubo Venturi corto o largo.

- Toberas

Para la selección del elemento secundario que transforme el impulso registrado (la pérdida de carga entre ambas tomas) en caudal, lo integre y registre se debe calcular primero el diferencial de presión para los flujos mínimo y máximo previstos utilizando varias alternativas de elementos primarios. Establecidos los diferenciales de presión para los caudales extremos a medir puede definirse el elemento secundario.

#### **7.2.4. Macromedidores Proporcionales**

En este tipo de medidores el elemento secundario del macromedidor diferencial es un micromedidor velocimétrico, la diferencia de presión hará circular por él un caudal que será una parte del caudal total.

La condición fundamental a que debe responder el diseño del medidor a turbina que constituye el “secundario” es que el número de rotaciones de ésta sea directamente proporcional al caudal que pasa por la restricción.

Dado que los errores de medición son relativamente elevados para bajos caudales su empleo debe restringirse a aquellos casos donde pueda esperarse que no se producirán grandes variaciones de caudal como salida de estaciones de bombeo o impulsiones desde perforaciones.

Para lograr errores dentro de  $\pm 2\%$ , para caudales comprendidos en el rango de medición de cada medidor, deben colocarse tramos rectos antes y después del medidor para normalizar las condiciones de escurrimiento del líquido.

#### **7.2.5. Tubo Pitot Modificado**

Su instalación resulta económica para tuberías mayores de 400 mm. Su indicación está muy condicionada a la forma de escurrimiento del líquido ya que sólo toma la presión en cuatro puntos.

Debe considerarse que en condiciones habituales de instalación su precisión puede ser del orden de  $\pm 10\%$ .

#### **7.2.6. Macromedidores Electromagnéticos**

Se basan en el principio de que cuando un conductor (en este caso el agua) se mueve dentro de un campo magnético, una tensión proporcional a la velocidad se genera en dos electrodos colocados en forma transversal.

Se requiere que el líquido tenga cierta conductividad.

No producen pérdidas de carga y no poseen partes móviles que se desgasten u obstruyan.

Se debe considerar que con aparatos adecuadamente instalados se puede alcanzar una precisión en la medición de  $\pm 0,5\%$ .

### **7.2.7. Macromedidores de Vórtice**

Los vórtices se generan, dentro del conducto cerrado donde circula un fluido, incorporando un cuerpo que no tenga forma aerodinámica. Aguas abajo se produce una serie de turbulencias que vibran con una frecuencia propia para cada caudal. Esta variación es lineal con el caudal, con sensores adecuados es posible determinar el caudal y el volumen acumulado.

No presentan piezas móviles y tienen muy baja pérdida de carga.

Debe considerarse que la precisión en la medición puede ser del  $\pm 1,5 \%$ .