

CAPÍTULO 5

HIDROMETRÍA

1. DEFINICIÓN

La palabra *hidrometría* proviene del griego *hydro-* ‘agua’ y *-metría* ‘medición’. Entonces, *hidrometría* significa ‘medición del agua’, sea el agua que corre en un riachuelo o en un río, la que pasa por una tubería, la que se produce en un pozo, la que llega a —o sale de— una planta de tratamiento, la que se consume en una ciudad, industria o residencia, etcétera.

2. CONCEPTO DE CAUDAL

Cuando se mide el agua que pasa por un riachuelo o río, por una tubería, por una sección normal de una corriente de agua, o cuando se mide el volumen del agua que produce un pozo o una mina o la que entra a —o sale de— una planta de tratamiento, *en una unidad de tiempo*, se conoce el caudal.

Por ejemplo, se dice:

- El caudal de un riachuelo o río es de tantos metros cúbicos de agua por día ($\text{m}^3/\text{día}$);
- El caudal de una tubería es de tantos litros por segundo (L/seg);
- El caudal de un pozo o de una mina es de tantos litros por minuto (L/min);

- El caudal de entrada en una planta de tratamiento —esto es, el afluente— es de tantos litros por segundo (L/seg);
- El caudal que sale de una planta de tratamiento —esto es, el efluente— es de tantos metros cúbicos por día (m³/día).

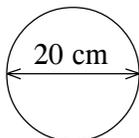
El caudal se define, entonces, como el volumen del líquido que pasa por una sección normal de una corriente de agua en una unidad de tiempo.

Según este concepto, podríamos imaginar una sección rectangular:

Figura 1

o una sección circular:

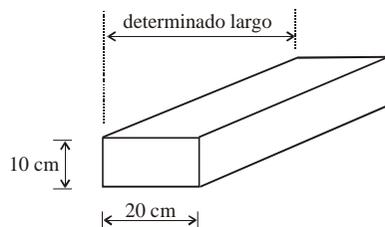
Figura 2



Imaginemos que el líquido que pasa por esa sección durante un tiempo determinado se va congelando. Al terminar ese *tiempo* tendremos el líquido congelado bajo la forma de una figura geométrica.

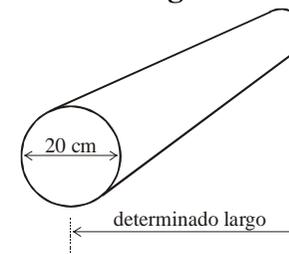
En el primer caso, un paralelepípedo.

Figura 3



En el segundo caso, un cilindro.

Figura 4



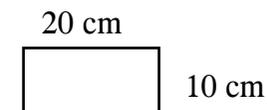
2.1 Fórmula del caudal

El volumen de esa figura geométrica imaginaria sería el caudal. Para calcular el volumen del paralelepípedo en el primer caso o del cilindro en el segundo, tenemos:

Área de la base x la altura

Área de la base: ancho x largo

Figura 5



$$10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 200 \text{ cm}^2 = 2 \text{ dm}^2 \text{ que llamaremos } S$$

$S = \text{sección calculada}$

Altura

Verifique que la altura (igual a un "largo determinado") depende de la velocidad de la escorrentía.

Velocidad es el espacio recorrido durante determinado *tiempo*.

Ejemplo:

Un tren corre a 80 km/h. La luz viaja a 300.000 km/seg, etcétera.

Llamaremos v a la velocidad:

Por consiguiente, el volumen de la figura (caudal) sería:

$$\text{Caudal} = S \times v$$

Simbolizamos el caudal con Q , de donde:

$$Q = Sv$$

Si v (velocidad) se expresara en metros por minutos y S en m^2 , Q será:

$$Q = m^2 \times m = m^3/\text{minuto} \text{ (metros cúbicos por minuto)}$$

Si se hallara en dm^2 y v en dm/seg , luego:

$$Q = dm^2 \times dm/\text{seg} = dm^3/\text{seg}.$$

$1 dm^3 = 1 \text{ litro}$; entonces, Q se obtendrá en litros por segundo (L/seg)

Nota: se procede igual para el Q del cilindro.

3. GENERALIDADES

Es importante saber cuál es el caudal (Q) de una fuente, porque ese caudal fluctúa según las condiciones meteorológicas. En tiempo de lluvias, el caudal es mayor, y más pequeño al final del estiaje.

Cuando se utiliza una fuente (sea un río o un riachuelo) para el abastecimiento de agua, podemos usar hasta 75% de ella. El resto (25%) debe mantenerse para las poblaciones ubicadas aguas abajo.

Una vez conocida la fluctuación del caudal del río durante un período largo, se puede saber cuál es el volumen útil o disponible para abastecer a una localidad.

Para calcular el caudal de un curso de agua (Q), necesitamos conocer lo siguiente:

S (sección normal de la corriente de agua) = área del lecho en determinado lugar.

3.1 Cómo hallar S (levantamiento de la sección normal de la corriente de agua) y v (la velocidad del líquido)

a) Elección del trecho

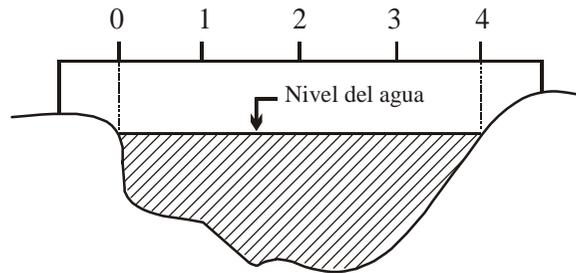
Cuando se desea medir el caudal de un curso de agua, se elige un trecho lo más recto y largo posible, libre de obstáculos.

b) Cálculo de la sección

En la mitad del trecho escogido se marca la sección normal de la corriente de agua; por ejemplo, mediante una cuerda extendida.

En la cuerda extendida, se divide el ancho del curso en un número cualquiera de partes iguales; por ejemplo:

Figura 6

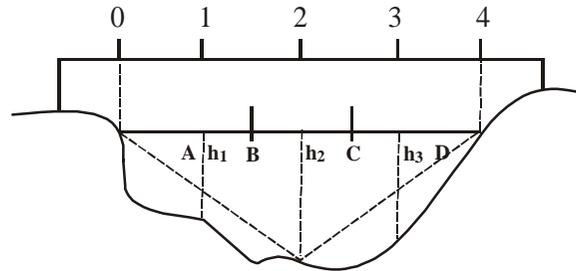


de 20 en 20 cm, de 30 en 30 cm, etcétera, como en la figura anterior, los puntos 0, 1, 2, 3, 4.

Mida, en estos puntos (perpendicularmente), la lámina de agua.

Dichas medidas se transfieren a un gráfico, con ayuda del cual es posible calcular S (la sección).

Figura 7



S será igual a la suma del área de los triángulos A y D y de las áreas de los trapecios B y C (la división de L determinará el número de figuras).

$$S = \frac{h^1 \cdot L}{2 \cdot n} + \frac{h^1 + h^2 \cdot L}{2 \cdot M} + \frac{h^2 + h^3 \cdot L}{2 \cdot n} + \frac{h^3 \cdot L}{2 \cdot n} \dots$$

N = número de partes en las que L se dividió (partes iguales).

L = ancho total del curso de agua en la sección.

Conocida la sección S mediante este procedimiento, necesitamos conocer v (velocidad del agua).

3.2 Cálculo de la velocidad

La velocidad se puede determinar con la ayuda de flotadores y cronómetros.

En el trecho escogido, partimos de un punto A hasta B , el más distante posible (20, 50 ó 100 m señalados a lo largo del curso de agua), soltamos un flotador en el centro de la corriente y señalamos el tiempo que toma recorrer desde A hasta B .

Otras mediciones deben realizarse mediante la colocación de flotadores distribuidos a lo ancho del curso.

El espacio recorrido por los flotadores, dividido por el promedio de los tiempos utilizados (en segundos), dará como resultado la velocidad del agua (v).

Se acostumbra corregir esta velocidad multiplicándola por 0,8 con el fin de obtener la velocidad promedio. (La velocidad no es uniforme en toda la extensión de la masa líquida.)

Imaginemos que la sección medida S , por la suma de las áreas de las diversas figuras, sea de 52 dm².

$$S = 52 \text{ dm}^2$$

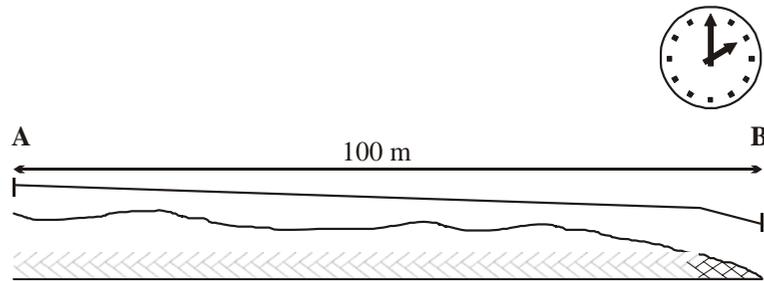
En el cálculo de la velocidad verificamos que las diversas boyas recorren 100 metros de distancia en un tiempo promedio de 400 segundos (16 minutos y 40 segundos).

$$10 \text{ m} = 1.000 \text{ dm}$$

$$v = \frac{1.000 \text{ dm}}{400 \text{ seg}} \times 0,8 = 2 \text{ dm/seg}$$

$$v = 2 \text{ dm/seg} = \text{velocidad}$$

Figura 8



3.3 Cálculo del caudal (Q)

Si la fórmula para el cálculo del caudal es $Q = Sv$ y sabemos que, por ejemplo, $S = 52 \text{ dm}^2$ y $v = 2 \text{ dm/seg}$, y reemplazamos S y v por sus valores, tenemos:

$$Q = 52 \text{ dm}^2 \times 2 \text{ dm/seg} = 104 \text{ dm}^3/\text{seg}$$

$$Q = 104 \text{ L/seg} = \text{caudal del curso de agua}$$

3.4 Uso del molinete

El molinete es un aparato que mide la velocidad de la corriente de agua. Posee una turbina que combina su movimiento giratorio con un indicador-registrador. El número de rotaciones de la turbina será, evidentemente, una función de la velocidad de la corriente de agua. La sección puede determinarse tal como en el punto 4.2.

3.5 Uso de vertederos para medir el caudal (Q)

Los vertederos son simples aberturas sobre las que se desliza un líquido. Pueden ser entendidos como orificios cuya arista superior está sobre el nivel de la superficie libre del líquido. Se suelen usar para medir caudales en conductores libres (canales, ríos, etcétera). Pueden ser triangulares o rectangulares.

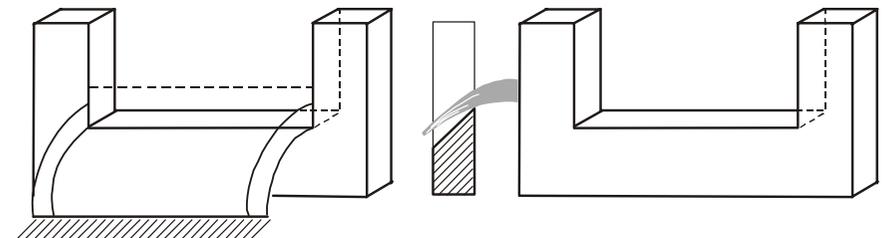
Figura 9



a) Vertedero rectangular de pared delgada

Es el vertedero cuya sección de caudal es un rectángulo de paredes delgadas, de metal o de madera, y la cresta es achaflanada —es decir, cortada en declive— a fin de obtener una arista delgada.

Figura 10



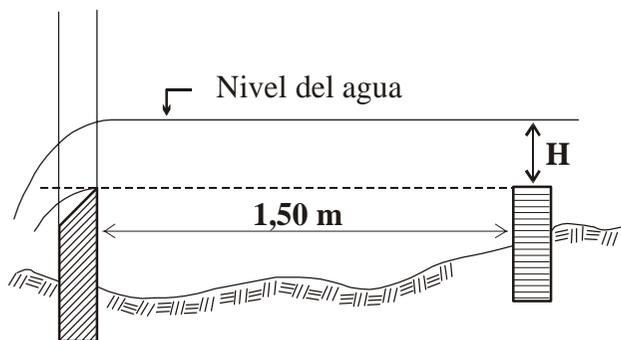
b) Localización del vertedero en un curso de agua

En un trecho rectilíneo del curso de agua, libre de turbulencias, preferiblemente sobre una saliente natural, se coloca el vertedero de tal manera

- 1) que la cresta quede perfectamente colocada en nivel;
- 2) que esté en posición normal respecto a la corriente de agua;
- 3) que esté firmemente colocada, con ayuda de estacas de madera o piedra;
- 4) que el agua no corra por el fondo o por los lados; es decir, que toda el agua discurra dentro de la abertura rectangular, y
- 5) que el agua caiga libremente sin represamiento en el vertedero.

A 1,50 m se clava una estaca de madera nivelada con la cresta del vertedero.

Figura 11



- 6) Se espera que el flujo del agua se normalice y se mide sobre la estaca la altura H .

La siguiente tabla muestra el caudal del curso de agua para las diversas alturas de H cuando el ancho de la cresta es 1,00 m.

Si L fuera mayor o menor que 1,00 m, se corrige el caudal mediante la multiplicación del caudal de la tabla para H por el valor real de L .

VERTEDEROS RECTANGULARES

En una pared delgada, sin contracciones. Caudal por metro lineal de solera.

ALTURA H (CM)	Q (L/SEG)	ALTURA H (CM)	Q (L/SEG)
3	9,57	25	230,0
4	14,72	30	302,3
5	20,61	35	381,1
6	27,05	40	465,5
7	34,04	45	555,5
8	41,58	50	650,6
9	49,68	55	750,5
10	58,14	60	855,2
11	67,12	65	964,2
12	76,53	70	1.077,7
13	86,24	75	1,195,1
14	96,34	80	1.316,5
15	106,90	85	1.442,0
20	164,50	90	1.571,0

Los vertederos pueden utilizarse en combinación con un aparato denominado *limnógrafo*. En este caso, el aparato registra la variación del nivel aguas arriba del vertedero.

Consta esencialmente de una boya, cuyo eje está unido, a través de un cable, a un tambor cilíndrico que registra las variaciones de nivel con una pluma de tinta sobre un papel registrador.

Este papel está colocado sobre un cilindro que da una rotación completa cada 24 horas. Desde el inicio se hace coincidir el punto cero con la altura de la cresta. Con las variaciones de nivel, la boya hará que la pluma registre ese nivel en el papel.

c) Vertedero triangular (ángulo recto) de paredes delgadas

El registro y medida de la altura del líquido es el indicado para un vertedero rectangular.

Los vertederos triangulares permiten tener medidas más precisas de las alturas correspondientes a caudales reducidos. Por lo general, se trabajan en metal.

En la práctica, únicamente se emplean los que tienen forma de isósceles y los más usuales son los de 90°.

El siguiente cuadro proporciona el caudal del curso de agua para las diversas alturas de H .

VERTEDEROS TRIANGULARES En una pared delgada y lisa.

ALTURA H (CM)	Q (L/SEG)	ALTURA H (CM)	Q (L/SEG)
3	0,14	17	16,7
4	0,42	18	19,2
5	0,80	19	22,0
6	1,24	20	25,0
7	1,81	21	28,3
8	2,52	22	31,8
9	3,39	23	35,5
10	4,44	24	39,5
11	5,62	25	43,7
12	6,98	30	69,0
13	8,54	35	101,5
14	10,25	40	141,7
15	12,19	45	190,1
16	14,33	50	247,5

3.6 Otros métodos

Existen otros métodos, tales como el método químico, que aprovecha un trazador; es decir, una sustancia (soluto) aplicada en un punto del curso de agua, en una solución conocida. El trazador formará con el agua del río una solución diluida. En un punto distante del lugar de aplicación, se determina la concentración de la solución diluida. Mediante la diferencia de concentración, es posible calcular el solvente adicional, que constituye el caudal del río.

4. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE LOS POZOS

Por lo general, esta determinación se efectúa de manera directa; es decir, con un recipiente de una capacidad determinada (generalmente, un tambor de 200 litros) y un cronómetro. Se hace funcionar el compresor o la bomba y cuando el agua comienza a caer en el tambor, se enciende el cronómetro. Cuando el recipiente está lleno, el cronómetro se detiene para obtener el tiempo en el que el pozo suministró 200 litros. El volumen obtenido se divide entre el período de tiempo que tomó el llenado para obtener el caudal de bombeo.

Para obtener mediciones genéricas, se necesitan perforaciones de pozos de observación donde se puedan medir los descensos del nivel durante el bombeo y sea posible aplicar fórmulas más complejas como las de Thiem:

$$Q = \frac{2 \pi km (S_2 - S_1)}{2.303 \log \frac{r_2}{r_1}} \quad \text{para pozos artesianos}$$

$$Q = \pi K \frac{(m - s_2)^2 - (m - s_1)^2}{2.303 \log \frac{r_2}{r_1}} \quad \text{para pozos freáticos}$$

Donde:

Q = caudal del pozo

K = coeficiente de permeabilidad del material

m = espesor de la capa de agua

s_1 y s_2 = descenso del nivel verificado en los pozos de observación distantes r_1 y r_2 del pozo en bombeo

5. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL EN TUBERÍAS

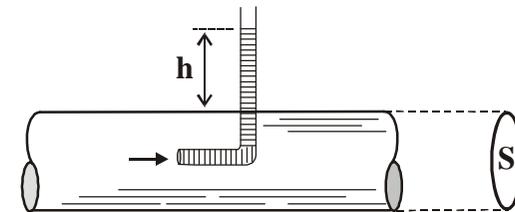
5.1 El tubo Pitot

Generalmente, para determinar el caudal en tuberías se usa el tubo Pitot, que permite verificar la velocidad en un punto de la sección de escorrentía.

Se mide h y luego se obtiene la velocidad $v = \sqrt{2gh}$.

El caudal se determina con la sección S y la fórmula $Q = Sv$.

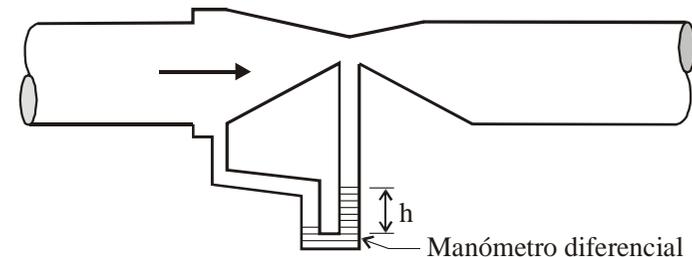
Figura 12



5.2 Tubo Venturi

Otro tipo de tubo es el Venturi. Este tubo se intercala en la tubería y, con un manómetro diferencial, mide la diferencia de presiones h entre la zona de conducción y la zona de estrangulamiento.

Figura 13



Se aplican las fórmulas $Q = c \sqrt{h}$ o $v = m \sqrt{h}$ para determinar el caudal o la velocidad. Las constantes c o m se determinan experimentalmente. Leemos h y medimos directamente Q .

De esta manera, en la fórmula anterior, c es la única incógnita. Con la fórmula $Q = Sv$, conocida S , se determina v y luego, en la fórmula de la velocidad, m es la única incógnita.

5.3 El uso del orificio para medir el caudal

Otra manera para determinar el caudal en las tuberías consiste en hacer un orificio en un diafragma que se intercala en la tubería.

Con dos manómetros colocados antes y después del orificio se mide la variación de presión h .

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = cA \sqrt{2gh}$$

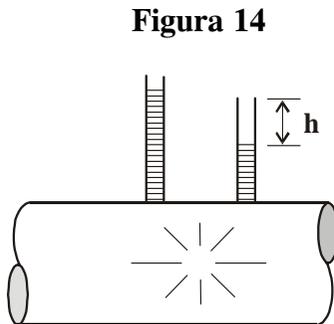


Figura 14

Donde

Q = caudal; A = área del orificio; c = coeficiente experimental inferior a la unidad e independiente de la forma del orificio, de la arista y de la carga. Para un orificio de pared delgada es aproximadamente igual a 0,61 y g = aceleración de la gravedad ($9,8 \text{ m/seg}^2$).

6. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA

En las plantas de tratamiento de agua, se puede determinar el caudal de varias formas. Siempre hay una manera de hacerlo. Para que el operador pueda determinar este dato tan importante para el tratamiento, *solo necesita tener buena voluntad.*

6.1 Caudal de la(s) bomba(s)

Por lo general, las bombas contienen en la “plaqueta” la indicación del caudal de bombeo contra la altura manométrica, lo cual da una idea bastante aproximada del caudal de la planta. Sin embargo, debemos resaltar que el caudal de las bombas varía según las modificaciones de la fuerza eléctrica.

6.2 Medición directa

Como acabamos de ver, consiste en la medición del tiempo necesario para que el agua llene un volumen determinado. Luego, ese determinado volumen podrá ser el volumen de la cámara del floculador de pantallas, del floculador mecánico o del mismo decantador.

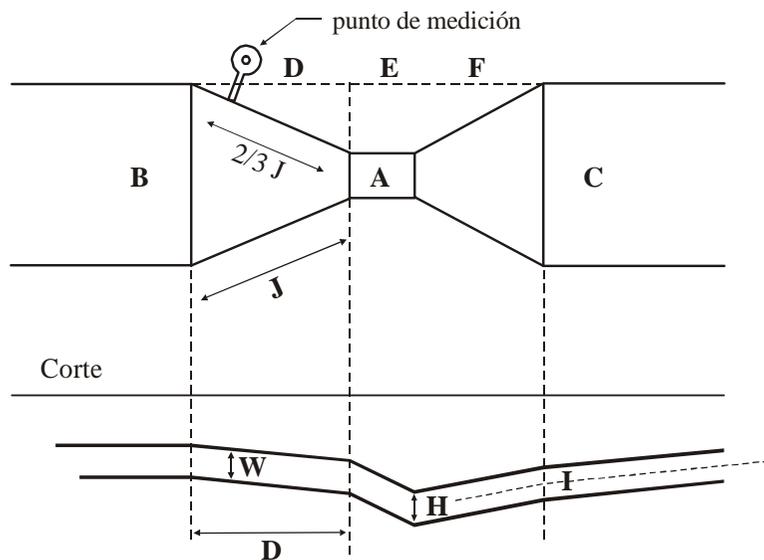
No es necesario llenar todo el volumen.

Una vez que se sabe cuál es el largo y el ancho, basta fijar una altura de 10, 20 ó 50 cm, o un metro, y determinar, con ayuda del cronómetro, el tiempo que tarda el agua para llegar a ese nivel. Tenemos, entonces, un volumen $V(m^3)$ de agua que manó en el tiempo t (seg).

6.3 Canaleta Parshall

Por lo general, las plantas ya cuentan con este dispositivo para medir el caudal afluente. Esta canaleta posee una zona de estrangulamiento y otra de relieve, como vemos en el siguiente gráfico:

Figura 15



Las medidas *A*, *B*, etcétera, son fijas y están señaladas en la tabla 6-A, extraída del *Manual de Hidráulica*, del profesor Azevedo Neto. La tabla 6-B, extraída del mismo libro, proporciona los límites de medición para las diversas medidas del Parshall. A los $\frac{2}{3}$ de *J* se ha conectado la canaleta con un tambor grande, donde una boya comunica la medida del nivel (*W*) con el indicador. La tabla 6-C señala los caudales en medidores Parshall en función de *W* y *A*.

Observación: las canaletas Parshall también se utilizan para mezclar rápidamente los productos químicos con el agua.

Tabla 6-A
DIMENSIONES FIJAS EN CANALETAS PARSHALL
(en centímetros)

	A	J	D	C	B	G	E	F	I	H
1"	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9
3"	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	45,7	15,2	30,5	2,5	5,7
6"	15,2	61,0	61,0	39,4	40,3	61,0	30,5	61,0	7,6	11,4
9"	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	76,3	30,5	45,7	7,6	11,4
1'	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
1½'	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
2'	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
3'	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
4'	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
5'	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
6'	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
7'	213,6	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
8'	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
10'	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	91,5	15,3	34,3

Tabla 6-B

**LÍMITES DE APLICACIÓN PARA LOS MEDIDORES PARSHALL
CON ESCORRENTÍA LIBRE (L/SEG)**

A		CAPACIDAD: L/SEG	
		MÍNIMO	MÁXIMO
3"	7,6 cm	0,85	53,8
6"	15,2 cm	1,52	110,4
9"	22,9 cm	2,55	251,9
1"	30,5 cm	3,11	455,6
1 1/2"	45,7 cm	4,25	696,2
2"	61,0 cm	11,89	936,7
3"	91,5 cm	17,26	1.426,3
4"	122,0 cm	36,79	1.921,5
5"	152,5 cm	62,8	2.422
6"	183,0 cm	74,4	2.929
7"	213,5 cm	115,4	3,440
8"	240,0 cm	130,7	3.950
10"	306,0 cm	200,0	5.660

Tabla 6-C

CAUDALES EN MEDIDORES PARSHALL (L/SEG)

W CM	A							
	3"	6"	9"	1'	1½'	2'	3'	4'
3	0,8	1,4	2,5	3,1	4,2	--	--	--
4	1,2	2,3	4,0	4,6	6,9	--	--	--
5	1,5	3,2	5,5	7,0	10,0	13,8	20	--
6	2,3	4,5	7,3	9,9	14,4	18,7	27	35
7	2,9	5,7	9,1	12,5	17,8	23,2	34	45
8	3,5	7,1	11,1	14,5	21,6	28,0	42	55
9	4,3	8,5	13,5	17,7	26,0	34,2	50	60
10	5,0	10,3	15,8	20,9	30,8	40,6	60	78
11	5,8	11,6	18,1	23,8	35,4	46,5	69	90
12	6,7	13,4	24,0	27,4	40,5	53,5	79	105
13	7,5	15,2	23,8	31,0	45,6	60,3	93	119
14	8,5	17,3	26,6	34,8	51,5	68,0	101	133
15	9,4	19,1	29,2	38,4	57,0	75,5	112	149
16	10,8	21,1	32,4	42,5	63,0	83,5	124	165
17	11,4	23,2	35,6	46,8	60,0	92,0	137	182
18	12,4	25,2	38,8	51,0	75,4	100,0	148	198
19	13,5	27,7	42,3	52,2	82,2	109,0	163	216
20	14,6	30,0	45,7	59,8	89,0	118,0	177	235
25	20,6	42,5	64,2	83,8	125,0	167,0	248	331
30	27,4	57,0	85,0	111,0	166,0	221,0	334	446
35	34,4	72,2	106,8	139,0	209,0	280,0	422	562
40	42,5	89,5	131,0	170,0	257,0	345,0	525	700
45	51,0	107,0	157,0	203,0	306,0	410,0	629	840
50	--	--	185,0	240,0	362,0	486,0	736	990
55	--	--	214,0	277,0	418,8	563,0	852	1.144
60	--	--	243,0	314,0	478,3	642,0	971	1.308
65	--	--	--	356,0	543,4	730,0	1.110	1.490
70	--	--	--	402,0	611,3	825,0	1.255	1.684

7. CONSUMO DE AGUA. NECESIDADES DEL SERVICIO MEDIDO. HIDRÓMETROS. GENERALIDADES

Es absolutamente necesario que el consumo de agua sea disciplinado; esto es, que su medición y costo sean razonables. Esto evitará que el agua se desperdicie y permitirá una autonomía financiera para el servicio de suministro.

La experiencia ha demostrado que implantar un servicio medido en algunas ciudades equivale a la instalación de un nuevo acueducto. Por ello, los operadores de una planta de tratamiento deberán, siempre dentro de sus posibilidades, recomendar con insistencia la implantación del servicio medido.

Los sistemas de abastecimiento carentes de medición son los de “surtidor libre”. Estos son injustos porque el cobro de las tarifas no puede basarse en el volumen de agua suministrado.

El sistema de abastecimiento utiliza como referencia los medidores denominados *hidrómetros*. Son aparatos destinados a consignar la cantidad de agua consumida por una conexión predial.

De manera genérica, los hidrómetros poseen una cámara de medición, un dispositivo reductor, un mecanismo de medición del tiempo y una pantalla o mostrador.

Los hidrómetros pueden ser a) de volumen y b) de capacidad, taquimétricos o inferenciales.

7.1 Los hidrómetros de volumen

Son hidrómetros que poseen cámaras que se llenan y liberan sucesivamente, con el paso del agua, en un proceso continuo. El movimiento de la pieza móvil de la cámara se transmite a un sistema de marcación.

Estos hidrómetros exigen aguas de excelente calidad, pues las partículas muy reducidas pueden quedar presas junto a la pieza móvil de la cámara y paralizar el hidrómetro y el abastecimiento de agua. También tienen un costo elevado. Sin embargo, su sensibilidad es muy elevada, aunque los caudales sean bajos.

7.2 Los hidrómetros de velocidad

Estos hidrómetros poseen una turbina que gira de la mano con la escorrentía. Como la velocidad de la escorrentía depende del volumen que pasa por la sección constante, también el número de giros de la turbina lo hará.

Este número de giros se transmite al sistema que registra el volumen en la pantalla o mostrador.

Estos hidrómetros pueden ser de rotor, cuando la incidencia del agua en la turbina es tangencial, y de hélice, cuando la incidencia es axial. Los rotores pueden ser de surtidor único o múltiple.

Los hidrómetros de velocidad son menos sensibles y precisos que los volumétricos; por lo tanto, no exigen aguas de alta calidad. No presentan el problema de la paralización ni requieren ajustes cuando hay alteraciones de nivel.

Los hidrómetros de velocidad con hélice se utilizan para caudales mayores. Existen los llamados Woltman, que se utilizan para caudales grandes, entre 350 y 15.000 m³ por día, y por ello se usan en tuberías matrices, efluentes de las plantas de tratamiento, reservorios, etcétera.

En cuanto al marcador, los hidrómetros pueden funcionar como alertas de cifras muy elevadas.

De no realizarse el mantenimiento del equipo, la medición carecería de eficiencia y, además de desperdiciarse el agua, también se perdería el dinero invertido en los medidores.