PUMAGUA

PROGRAMA DE MANEJO, USO Y RESUO
DEL AGUA EN LA UNAM

Micro medición

Manual de selección, instalación y mantenimiento a medidores de agua fría

INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

Índice de contenido

Índice **1**

Introducción **3**

Capítulo 1. Selección **5**

1.1 Operación 5

1.2 Partes del medidor 5

1.3 Fichas técnicas 8

1.4 Consideraciones a tomar en cuenta 10

1.5 Selección de medidores de manera analítica 11

1.6 Selección de medidores de manera gráfica 17

Gráfica H vs Q para M 25 5/8" H 20

Gráfica H vs Q para M 25 ¾" H 21

Gráfica H vs Q para M 40 1" H 22

Gráfica H vs Q para M 170 2" H 23

Gráfica H vs Q para M 25 5/8" U 24

Gráfica H vs Q para M 25 ¾" U 25

Gráfica H vs Q para M 40 1" U 26

Gráfica H vs Q para M 170 2" U 27

Pérdidas por codos de 90 grados 28

Capítulo 2. Instalación **29**

2.1 Ubicación 29

2.2 Seguridad 31

2.2.1 Registro 31

2.2.2 Tapa 33

2.3 Durabilidad 34
2.4 Materiales 37
2.5 Reducciones 41
2.6 Instalación 44

Capítulo 3. Mantenimiento 47
3.1 Consideraciones importantes 47
3.2 Mantenimiento al arreglo y registro del medidor 47
3.3 Mantenimiento al medidor 47
3.4 Mantenimiento de la cámara del medidor 52

ANEXO A 59

BIBLIOGRAFÍA 75

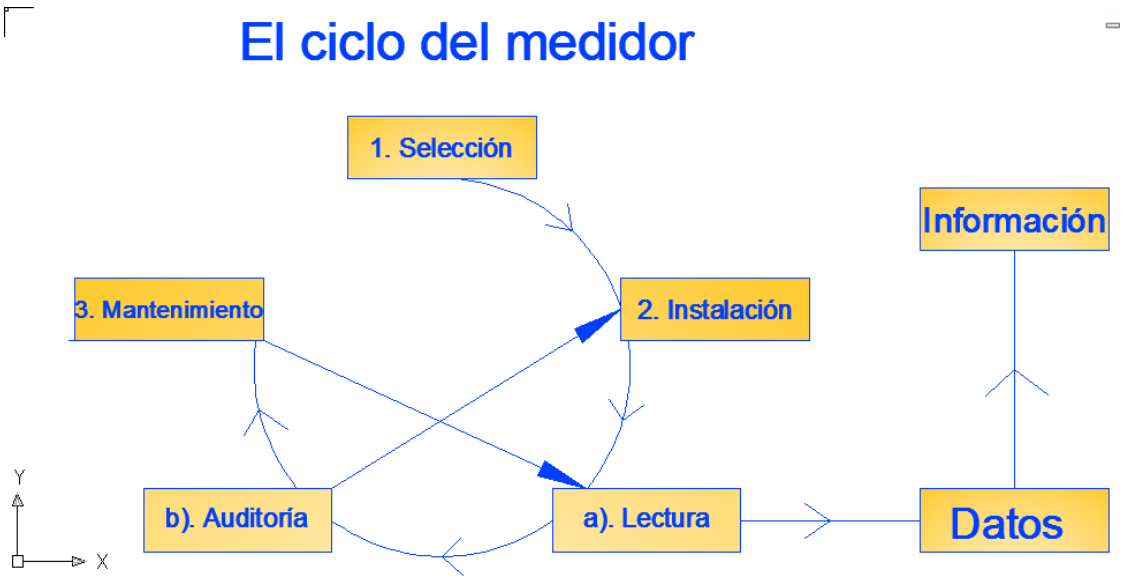
Introducción

El objetivo de este Manual es proporcionar de manera sencilla recomendaciones para la selección, instalación y mantenimiento de medidores de agua potable que actualmente se encuentran instalando en la UNAM.

En lo referente a la selección, se mencionan las recomendaciones que deben considerarse al seleccionarlo; desde el diámetro más conveniente, hasta el sitio más adecuado para su instalación.

En cuanto a la instalación, se exhiben las especificaciones que debe cumplir el arreglo del medidor, los materiales necesarios y propuestas de instalación que deben tomarse en cuenta; así mismo, se mencionan las recomendaciones de seguridad del medidor y la forma más recomendable de los registros que lo alberguen.

El presente manual ha sido elaborado exclusivamente para medidores volumétricos; sin embargo, la secuencia de los capítulos aquí presentados sigue el ciclo de cualquier medidor.



Finalmente, se dan recomendaciones en cuanto al mantenimiento, siendo estas de los tipos preventivos y correctivos. Se muestran las diferentes partes que lo componen y las formas de repararlas o bien, sustituirlas cuando esto sea necesario.

PUMAGUA

Capítulo 1
Selección

En este capítulo se describe el funcionamiento y características técnicas de los medidores de agua que PUMAGUA ha recomendado instalar en Ciudad Universitaria. Se señalan las especificaciones que hay tomar en cuenta al momento de elegir un medidor de agua potable, se describe la metodología propuesta por PUMAGUA para seleccionar el diámetro de un medidor para un edificio o conjunto de éstos, además, se presentan las formas analítica y gráfica de selección desarrolladas. El capítulo contiene ejemplos que ilustran la manera de seleccionar un medidor por cualquiera de las dos maneras presentadas.

Antes de entrar a detalle con las maneras de selección de un medidor, se describe de manera breve, su forma de operación, sus componentes que lo integran y de las opciones de configuración de éstas.

1.1.- Operación.

Los medidores seleccionados son de tipo volumétrico, en este tipo de medidores, el agua fluye a través de un filtro del medidor hasta llegar a una cámara de medición donde provoca la nutación[1] de un disco. Este disco se mueve libremente, nuta sobre su propia esfera, guiado por un rodillo de empuje. El eje del disco hace girar un magneto de la cámara de medición. Mediante inducción magnética, se transmite el movimiento del disco hacia un imán seguidor localizado dentro del registro. El imán seguidor está conectado al tren de engranes del registro. El tren de engranes convierte las nutaciones del disco a unidades de volumen totalizado que se muestran en la carátula del registro.

Estos medidores cuentan un almacenador de datos y una antena transmisora; cada transmisor puede almacenar información hasta por 2 años. La última lectura es recibida y almacenada en un receptor ubicado generalmente en los puntos más altos, un Concentrador almacena los datos de los transmisores y estos pueden ser recuperados cada hora. En cualquier momento los datos se mantienen disponibles con sistema al paso y móvil.

1.2. Partes del medidor.

Básicamente, un medidor de lectura automática está compuesto de tres partes:

1. **Unidad de medición**, alojada en el cuerpo del medidor. Forma parte del elemento primario (EP) del medidor (Figura 1), que es aquella parte donde se aloja un transductor, es decir, un dispositivo que traduce una variable física a una señal electrónica.

[1] Giro entorno a un eje.

2. **Registro del medidor** con salida electrónica de conexión al data logger y/o módulo de lectura.

3. **Data logger.** Un data logger es un dispositivo de almacenamiento de datos, puede ser interno o externo al medidor; se alimenta con baterías VCD. Cuenta con una memoria predeterminada de almacenamiento la cual es programable a distintos intervalos de tiempo. Los datos almacenados pueden descargarse mediante Palm top, Lector portátil o laptop. La comunicación entre el data logger y un dispositivo configurador pueden ser: Serie RS232, inductiva (toque), infrarrojo, bluetooth, etc.

Los dos últimos componentes del medidor (1 y 2), forman parte del elemento secundario del medidor (ES), este elemento recibe la señal electrónica del transductor y las convierte en las magnitudes de las unidades de medición desplegándolas. Este elemento cuenta con salidas electrónicas para comunicarse a otros equipos.

Figura 1. Partes de un medidor volumétrico. FUENTE: Badger Meter.

Existen dos opciones de configuración de las partes que integran a un medidor: A) Integral y B) Remota. La elección entre cada tipo de configuración se describe con más detalle en el capítulo 2 de este manual.

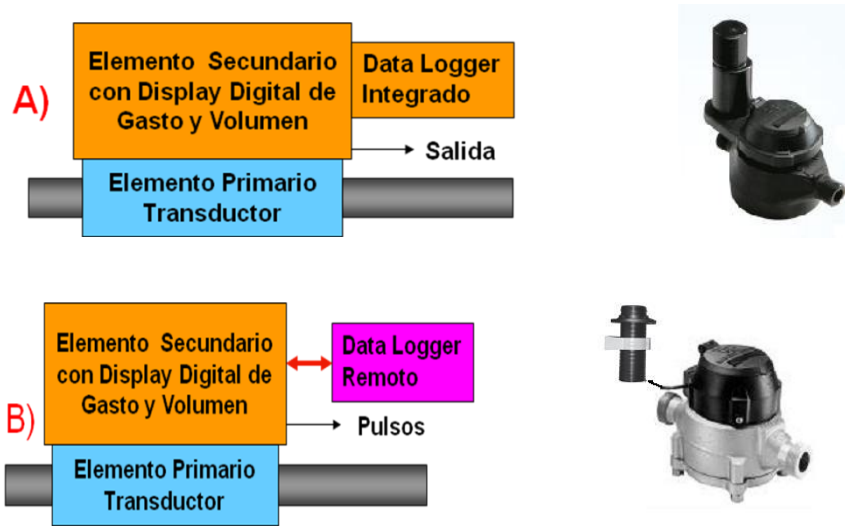


Figura 2. Configuraciones de los medidores. FUENTE: Badger Meter.

1.3 Fichas técnicas.

A continuación se muestran parte de las fichas técnicas de los medidores. Las fichas técnicas se muestran completos en el Anexo A de este manual.

Especificación técnica RD-T-1 12-01. Medidor volumétrico de disco nutante de 1" (25 mm). Plástico.

Tabla 1. Especificaciones de medida 1" (25 mm).

Clase metrológica:	***B.***
Norma oficial mexicana:	**NOM-012-SCFI-1994.**
Rango de operación (100% +- 1.5%):	**0.28 –16.00 m3/h.**
Flujo bajo (precisión mínima 95%):	**0.17 m3/h.**
Flujo máximo de operación continua:	**11.30 m3/h.**
Pérdidas de presión a flujo máximo de operación continua:	**0.45 bar a 11.30 m3/h.**
Temperatura máxima de operación:	**45º C.**
Presión máxima de operación:	**150 PSI- 10 bar- 10.2 kg/cm2.**
Elemento de medición:	**Volumétrico. Desplazamiento positivo por disco nutante.**
Tipo de registro:	**Lectura directa, en m3, sellado hermético, transmisión magnética estándar. Unidades de lectura remotas o automáticas por radiofrecuencia al paso (toque), radiofrecuencia o teléfono <opcionales>.**
Capacidad de registro:	**Seis dígitos.**
Conexiones:	**Disponibles en bronce y termoplástico con conexión a tubo roscado de 1" (25 mm).**
Filtro colador:	**Área efectiva de filtrado mayor a dos veces el área de la sección de entrada de 1" (25 mm).**

Tabla 2. Tamaños de las conexiones y de las salidas del medidor.

Tamaño designación	x	Longitud "L"	Diámetro de barreno "B"	Tuerca de conexión a tubo	Cuerda para tubo NPT
1" (25 mm)	**x**	**10 3/4" (273 mm)**	**1" (25 mm)**	**1 1/4" (1") 31 mm (25 mm)**	**1" (25 mm)**

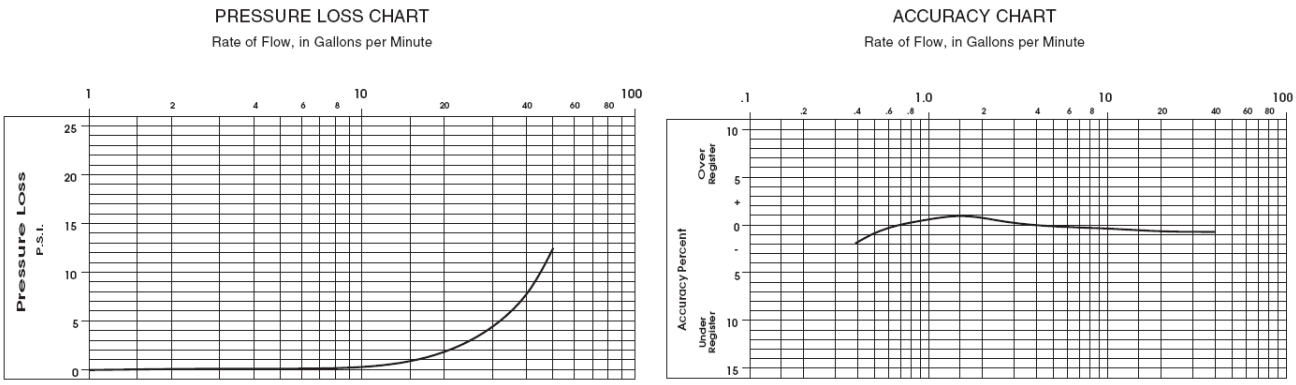


Figura 3.- Pérdidas de carga en un medidor de 1”

METER SIZE	METER MODEL	A LAYING LENGTH	B HEIGHT REG./RTR®	C HEIGHT GEN.	D CENTERLINE BASE	WIDTH	APPROX. SHIPPING WEIGHT
5/8" (15mm)	25PN	7 1/2" (190mm)	5 1/16" (128mm)	6 7/16" (163mm)	1 3/4" (44mm)	4 13/16" (122mm)	2 1/2 lb. (1.0kg)

Sweep Hand Registration

MODEL	GALLON	CU.FT.	CU. METER
M25	10	1	.1/.01

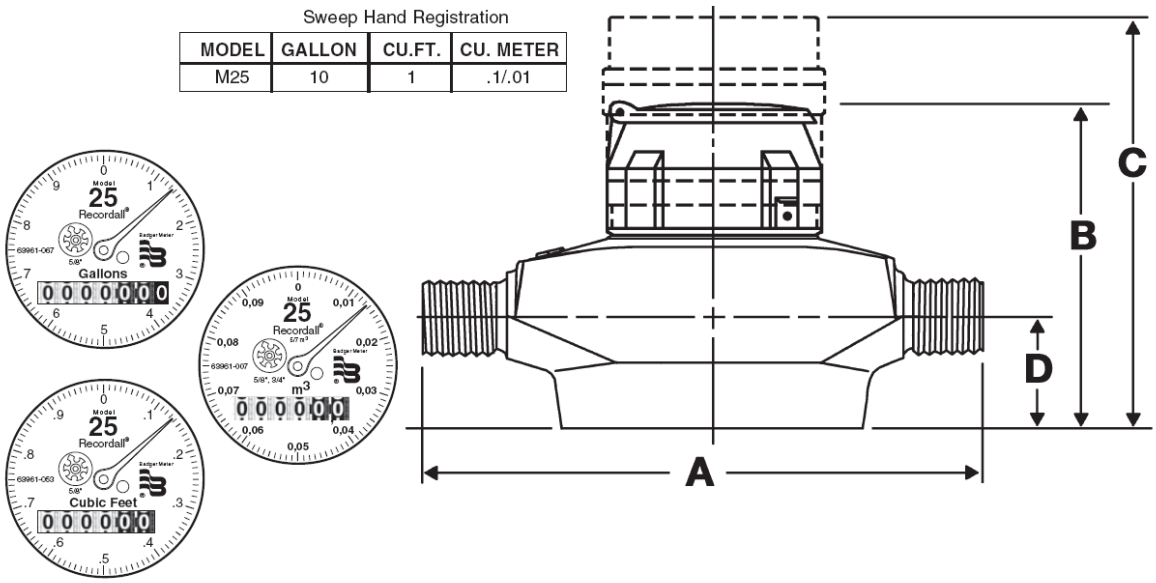


Figura 4.- Dimensiones de un medidor de 1”.

1.4 Consideraciones a tomar en cuenta.

La selección de los medidores es un factor determinante para contar con un sistema de medición confiable, y consiste en elegir el tipo y el diámetro más conveniente para un edificio o conjunto de estos.

Es un grave error el tratar de seleccionar el diámetro de un medidor en función del diámetro de la tubería donde se pretende instalar. Proceder de esta forma puede derivar en un sobre o sub dimensionamiento de los medidores. Las consecuencias más comunes son el no medir flujos muy pequeños en el caso de proponer medidores muy grandes en sitios donde los suministros sean muy pequeños; por el contrario, rebasar el gasto que un medidor puede registrar cuando se proponen diámetros de medidores muy pequeños en sitios donde los caudales están por arriba de su límite, deriva en un sub dimensionamiento del medidor, además de que este puede resultar con daños de manera permanente. Por lo tanto, uno de los criterios para llevar a cabo una adecuada selección de un medidor es la estimación del flujo que pasará a través de él. En este subcapítulo se muestran las ecuaciones que permiten estimar los flujos de agua en un edificio.

Otro de los criterios a tomar en cuenta, lo son la estimación de las pérdidas de carga ocasionadas por la instalación del medidor. Las pérdidas normales de carga que un medidor puede ocasionar se consideran aceptables con 5 metros de columna de Agua. Es admisible que la pérdida de carga alcance en algunos casos excepcionales hasta 10 metros de columna de agua o bien, que se garantice con la instalación del medidor una columna de agua de no menos de 15 metros por arriba del último piso del edificio, estimándose las pérdidas para el gasto máximo del medidor seleccionado.

La pérdida de carga es función del incremento del caudal que circula por el medidor, es por ello recomendable que al seleccionar un medidor, trabaje en lo posible alrededor del caudal normal de operación, que es aquel caudal con el cual el medidor deberá ser capaz de operar en servicio continuo y que generalmente, se incluye en las fichas técnicas de los medidores.

Existen dos maneras para la selección del diámetro de un medidor que PUMAGUA ha desarrollado: Por medio de tablas o bien, de una manera analítica. La primera forma de selección toma en cuenta el número de personas que utilizan un edificio. La segunda forma de seleccionar un medidor toma en cuenta aspectos hidráulicos: cálculo de gastos de diseño, cálculo de pérdidas de carga, etc. A continuación se presentan ambas formas de seleccionar un medidor. El lector utilizará la que crea más conveniente.

Los dos métodos desarrollados por PUMAGUA para la selección de un medidor incluyen aspectos importantes a tomar en cuenta:

1. **El tipo de edificio a instalar el medidor**. Verificar si el edificio es administrativo, académico, recreativo o bien, cualquier combinación de estos. En los primeros tres casos, al caudal medio estimado (Ecuación 1) se le multiplica por un coeficiente de 1.5, con lo cual se obtiene un caudal máximo (Ecuación 2) con este caudal se propone el diámetro y se estiman las pérdidas del medidor. En el cuarto caso al caudal medio se le multiplica por un coeficiente de 2.0. Estos coeficientes se irán modificando en tanto los análisis de las mediciones muestren patrones horarios con una tendencia más definida.

$$Q_{med} = \frac{PC}{86400}; \qquad \textbf{Ecuación 1}$$

$$Q_{máx} = CV_{horaria} Q_{med} \qquad \textbf{Ecuación 2}$$

Donde:
P : Población [usuario]
C : Consumo [l/usuario/día]
$CV_{horaria}$ = Coeficiente de Variación Horaria
$CV_{horaria} = 1.5$ Cuando se trate de edificios Administrativos, Académicos y Recreativos
$CV_{horaria} = 2.0$ Cuando se trate de edificios con Laboratorios o en el se albergue al mismo tiempo personal administrativo, académico, etc.
Q_{med} : Gasto medio [lps]
$Q_{máx}$: Gasto máximo [lps]

2. **El consumo per cápita** puede considerarse de 20 litros/usuario/día en todos los casos.
3. **Las pérdidas normales de carga** se consideran aceptables con 5 metros de columna de Agua. Es admisible que la pérdida de carga alcance en algunos casos excepcionales hasta 10 metros de columna de agua o bien, que se garantice con la instalación del medidor una columna de agua de no menos de 15 metros por arriba del último piso del edificio, estimándose las pérdidas para el gasto máximo del medidor seleccionado. (Q_{max})

1.5 Selección de medidores de manera analítica.

Proponer el diámetro de un medidor de manera analítica sigue el diagrama de flujo mostrado a continuación.

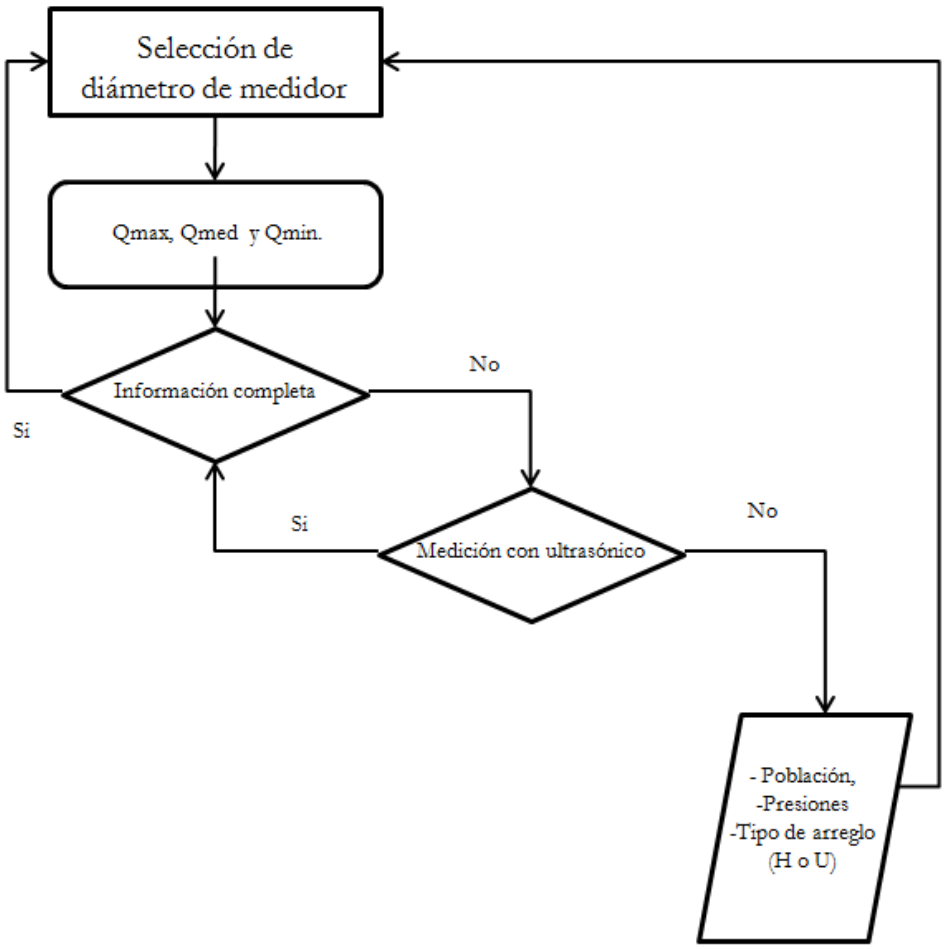


Figura 5. Diagrama de flujo para la selección de un medidor.

El diagrama mostrado en la figura 5 se explica a continuación: Cuando en el sitio a instalar el medidor no se dispone de mediciones de consumos de agua, PUMAGUA los obtiene con el empleo de un medidor portátil o ultrasónico, este medidor se deja por espacio de 24 horas sobre el ramal de alimentación del edificio, cuando esto no es posible, lo que sigue es investigar datos de población y presiones en la red; con esta información es permitido hacer una estimación de los consumos de agua en el edificio. Algunas veces sucede que los consumos estimados pueden medirse con caudalímetros de diámetros diferentes, el criterio de desempate, por decirlo de algún modo, son las pérdidas de carga que cada uno de ellos produce, eligiéndose el que menor pérdida de carga presente.

La propuesta del diámetro de un medidor de una manera analítica, lo determinan los siguientes aspectos:

- Caudales máximo, y de operación en el sitio de medición.
- Presiones máxima, mínima y normal de operación en el sitio de medición.

- Pérdida máxima de carga admisible cuando el medidor funcione a gasto máximo y normal, operando 24 horas al día

Con la información anterior se consultan los catálogos del fabricante y se selecciona el medidor más conveniente a las necesidades de medición en cada caso particular.

A continuación se presenta un ejemplo que muestra la propuesta de un medidor de manera analítica.

Ejemplo 1

Se trata de un edificio administrativo de 1200 personas de seis niveles con 4m cada uno; con suministro directo de la red y presiones medias de 45 mca durante el día y 60 mca durante la noche. Ramal de alimentación de 4" de Fierro Fundido. Dada la disponibilidad de espacio, se propone un arreglo Horizontal para el cuadro de alimentación.

1. Con la población del edificio se estiman los gastos Q_{med} y $Q_{máx}$ con las ecuaciones 1 y 2, respectivamente.

$$Q_{med} = \frac{PC}{86400}; \qquad \textbf{Ecuación 3}$$

$$Q_{máx} = CV_{horaria} Q_{med} \qquad \textbf{Ecuación 4}$$

Donde:

P: Población [hab]

C: Consumo [l/hab/día]

$CV_{horaria}$ = Coeficiente de Variación Horaria [1.5]

Q_{med}: Gasto medio [lps]

$Q_{máx}$: Gasto máximo [lps]

Tabla 3. Estimación de caudales medio y máximo.

Consumo	20	l/hab/día
Población	1200	hab
Q_{med}	0.278	Lps
$Q_{máx}$	0.416	Lps

2. El gasto $Q_{máx}$ se compara con los rangos de medición de los caudalímetros.

Tabla 4. Campo de medición de medidores.

Rango de medición de medidores. Cámara de plástico				
Campo de medición				
Diámetro nominal		Material de cámara	Límite inferior de exactitud lps	Caudal característico lps
5/8"	15mm	Plástico	**0.031**	**1.58**
3/4"	20mm	Plástico	**0.028**	**1.89**
1"	25mm	Plástico	**0.047**	**3.14**
2″	50mm	Bronce	**0.158**	**10.833**

De acuerdo con la tabla 2, un medidor de 20 mm resulta conveniente para el edificio; aunque también el medidor de 25 mm. Para resolver la disyuntiva, se compararán las pérdidas de carga que cada uno produce, eligiéndose el que menor pérdida genere.

Para el cálculo de las pérdidas de energía se parte de la ecuación de Bernoulli:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + \sum_1^2 H_f + \sum_1^2 H_L \qquad \textbf{Ecuación 5}$$

En la ecuación 5, los dos últimos términos del lado izquierdo de la igualdad se refieren a las pérdidas debidas a la fricción y locales, respectivamente. Para este ejercicio las pérdidas de fricción se desprecian dada su magnitud, por lo que solo las pérdidas debidas a los accesorios propios del arreglo del medidor se toman en cuenta. Considerando la línea de cargas piezométricas y un mismo plano horizontal de referencia o comparación, la ecuación 5 se simplifica de la siguiente manera:

$$\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_2}{\gamma} + \sum_1^2 H_L \qquad \textbf{Ecuación 6}$$

Considerando además que γ=1 y despejando P_2, siendo esta la presión aguas abajo del medidor.

$$P_2 = P_1 - \sum_1^2 H_L$$ **Ecuación 7**

Donde:

$$\sum_1^2 H_L = H_{\text{Reducción}} + H_{valvula} + H_{medidor} + H_{válvula} + H_{ampliación}$$ **Ecuación 8**

$$H_{\text{Reducción}} = K_{\text{Reducción}} \frac{U_2^2}{2g}$$ **Ecuación 9**

$$K = \left(\frac{A_2}{A_C} - 1\right)^2 = \left(\frac{1}{C_C} - 1\right)^2$$ **Ecuación 10**

$$H_{valvula} = K_{valvula} \frac{U_2^2}{2g}$$ **Ecuación 11**

$$H_{medidor} = K_{medidor} \frac{U_2^2}{2g}$$

Ecuación 12

$$H_{valvula} = K_{válvula} \frac{U_2^2}{2g}$$ **Ecuación 13**

$$H_{ampliación} = K_{ampliación} \frac{U_2^2}{2g}$$ **Ecuación 14**

3. Calculo de Áreas y velocidades.

	D [in]	A [m²]	Q [m³/s]	V [m/s]
D_1	4	0.00811	0.00028	0.034
D_2	0.75	0.00029	0.00028	0.975
D_3	4	0.00811	0.00028	0.034

	D [in]	A [m²]	Q [m³/s]	V [m/s]
D_1	4	0.00811	0.00028	0.034
D_2	1	0.00051	0.00028	0.548
D_3	4	0.00811	0.00028	0.034

4. Cálculo de pérdidas debidas a medidor de 20 y 25 mm

Reducción			**Válvula**	**Pérdida por medidor**		**Válvula**	**Ampliación**	
Interpolación							D_2/D_3	
							0.1875	
A_2/A_1	C_c	K_r	K_r	lps	PSI	K_r	Kr	
0	0	12.66	15.00	0.28	0.2	15.00	0.931	
0.035	0.219	h [m]	h [m]	GPM	mca	h [m]	h [m]	H_f [m]
0.1	0.624	*0.615*	*0.728*	4.40	0.145	*0.728*	*0.00006*	**2.144**

Pérdidas debidas a medidor de 25 mm

Reducción			**Válvula**	**Pérdida por medidor**		**Válvula**	**Ampliación**	
Interpolación							D_2/D_3	
							0.250	
A_2/A_1	C_c	K_r	K_r	lps	PSI	K_r	Kr	
0	0	2.446	12.00	0.28	0.1	12.00	0.879	
0.063	0.390	h [m]	h [m]	GPM	mca	h [m]	h [m]	H_f [m]
0.1	0.624	*0.038*	*0.184*	4.40	0.072	*0.184*	*0.00005*	**0.479**

5. De acuerdo a los resultados, el diámetro de medidor que resulta más conveniente para el ejemplo es el de 25 mm, ya que produce 300% menos pérdida que el medidor de 20 mm.

Considerando la presión mínima registrada durante el día y las pérdidas debidas a la instalación del medidor.

$P_2 = 45\ m - 0.479\ m = 44.521\ m$

Presión que garantiza el abasto de agua al edificio, además, su altura es de 24 m, por lo que aun así la presión es suficiente para garantizar el funcionamiento de muebles de baño en el último nivel.

1.6 Selección de medidores de manera gráfica.

Es posible proponer el diámetro de un medidor si se dispone de una curva horaria (Figura 6) que refleje la variación horaria del consumo dentro de un edificio, esto hace posible conocer las magnitudes de caudales con una mayor certeza. No obstante, no se está exento del cálculo de las pérdidas de energía debidas a la instalación de un medidor.

Ejemplo 2.

La figura 6 muestra la curva horaria de un edificio recreativo con mayor incidencia de uso durante fines de semana. Se debe resolver entre instalar un medidor de 1" o bien de 2". El diámetro de la toma es de 4" y se propone un arreglo horizontal del medidor dada la disponibilidad de espacio.

Se sugiere al lector realizar la memoria de cálculo en ambos casos.

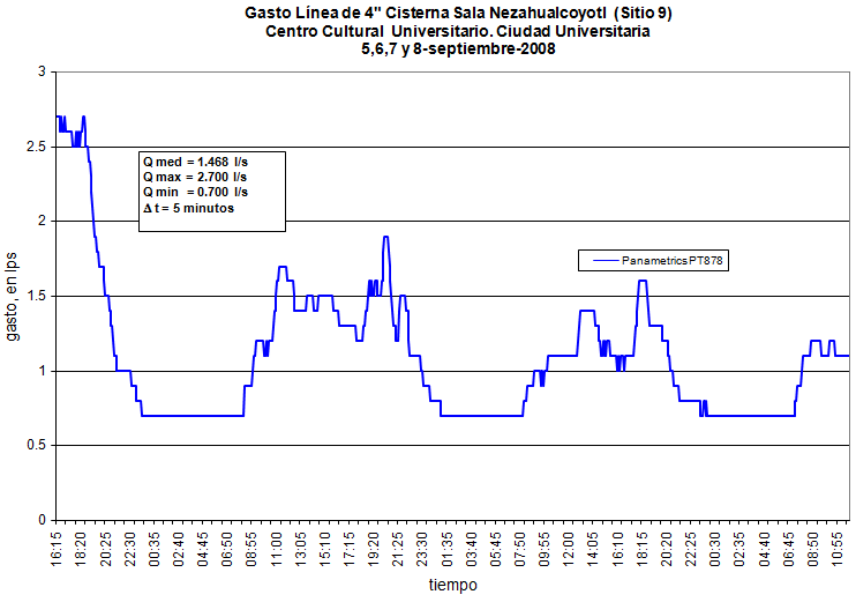


Figura 6. Curva horaria de un edificio recreativo.

Solución: Medidor de 2"

Otra forma de seleccionar el diámetro de un medidor es a través de la utilización de gráficas, las cuales surgen de identificar las distintas variables que producen una pérdida de carga al momento de instalar un medidor.

Puede decirse que las pérdidas de carga debidas a la instalación de un medidor están en función de las siguientes variables:

$$\text{Pérdida de carga} = f(\text{Diámetro de medidor, arreglo del medidor, diámetro de tubería de la toma})$$

La primera variable tiene que ver con los diámetros de los medidores que PUMAGUA ha creído necesario instalar en las tomas de agua potable de Ciudad Universitaria, y que van desde los 15mm (5/8") hasta los 50mm (2").

El arreglo del medidor se refiere a la forma en que se instala el medidor en la toma de agua potable del edificio. Se tienen dos arreglos propuestos: Horizontal y arreglo en U. Se detallan en el capítulo 2 de este manual.

El diámetro de la toma es una variable que influye demasiado al momento de instalar un medidor de agua. Debido a que el diámetro de la mayor parte de las tomas para el caso de Ciudad Universitaria es de 4", es necesario en un 95% de los casos hacer reducciones muy drásticas para poder instalar un medidor.

Las ocho gráficas mostradas a continuación integran las variables mencionadas. Las primeras cuatro toman en cuenta el arreglo horizontal mientras que las últimas cuatro el arreglo en U. En todas las gráficas se incluye como variable al flujo de agua estimado y los diámetros más comunes de las tomas que existen en CU que van desde 2" hasta casos extremos de 6". En cada gráfica se tienen más de tres curvas, estas representan la pérdida de carga debida a instalar un medidor de un diámetro determinado (5/8", ¾", 1" y 2") instalado en una toma de ene pulgadas.

La forma de utilizarlas es la siguiente:

1. Se estima el gasto del edificio con las ecuaciones 1 y 2 o bien, con un medidor ultrasónico.

2. Se propone un diámetro de medidor.

3. Se revisa en campo el diámetro de la toma.

4. Con el caudal estimado y las gráficas de pérdida de carga de los medidores propuestos, se ubica en estas el caudal estimado; se traza una línea perpendicular al eje y se corta esta con la curva del diámetro de la toma. A la intersección entre la curva y la primera línea, se traza una segunda recta perpendicular a la primera, de modo que se proyecte sobre el eje de las pérdidas de carga. El valor intersecado en este último paso corresponde al valor de la pérdida de carga debida a instalar el medidor.

A continuación se presenta un ejemplo que ilustra mejor lo descrito en los cuatro pasos ya mencionados.

Ejemplo 3.

Resuélvase con este método el ejemplo 1 de este manual.

Solución:

1.- Los caudales estimados son:

Qmed	0.278	Lps
Qmáx	0.416	Lps

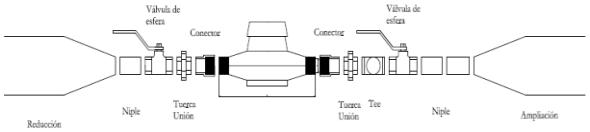
2.- De acuerdo al valor del Qmáx se proponen dos medidores de 20 y 25 mm de diámetro. Para resolver la disyuntiva, se elegirá el que menor pérdida de carga ocasione.

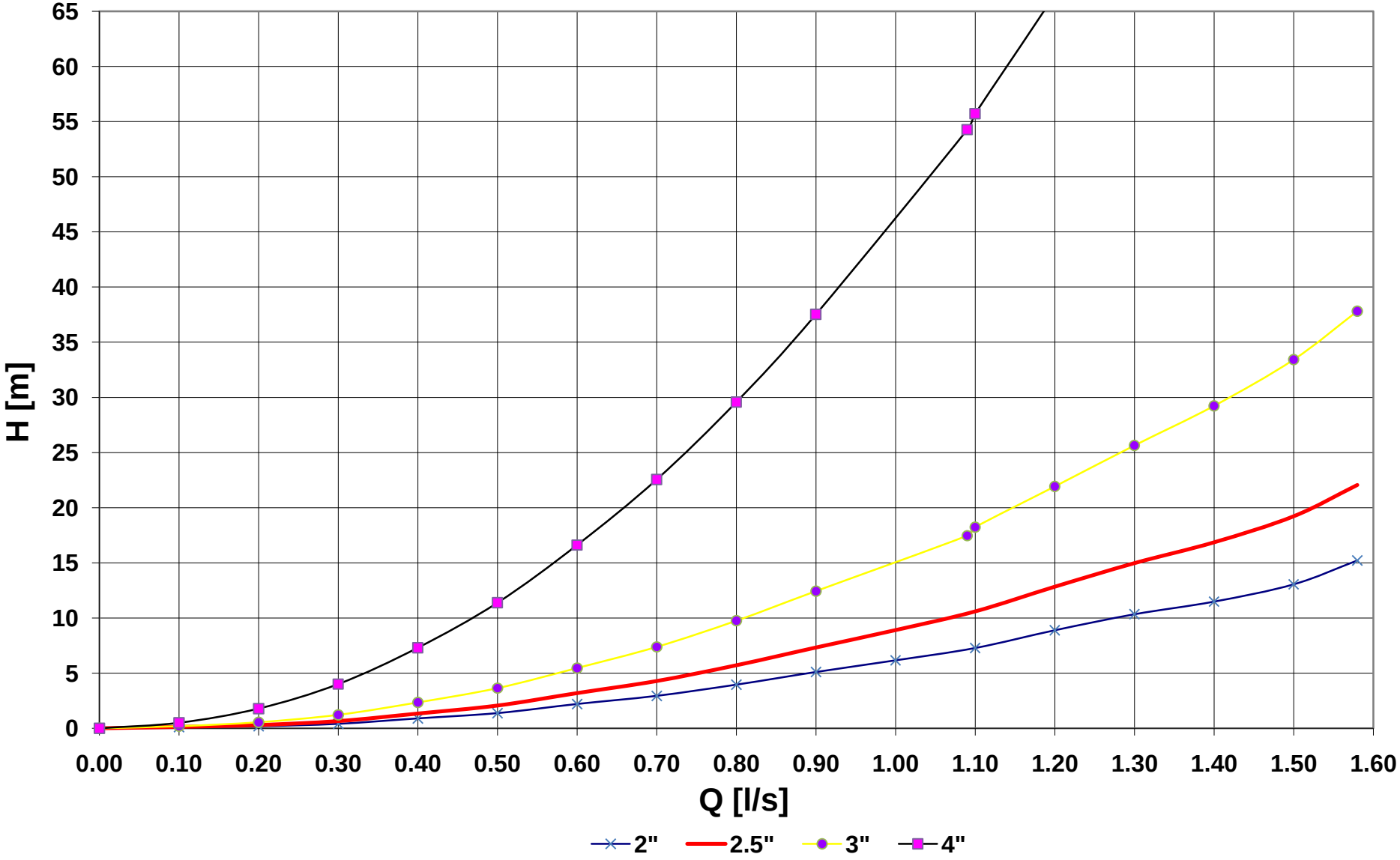
3.- El diámetro de la toma es de 4".

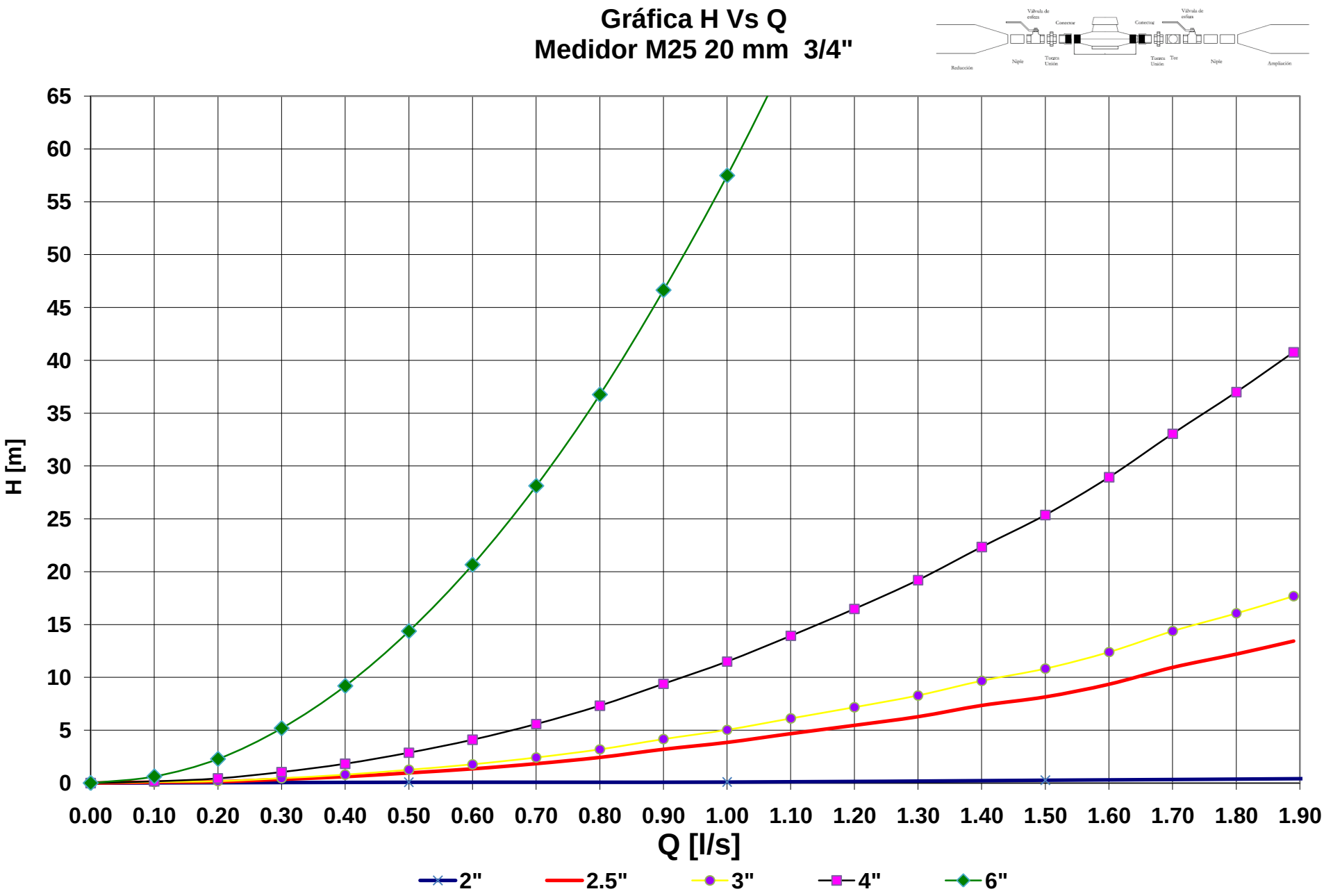
4.- Se utilizarán las gráficas 2 y 3

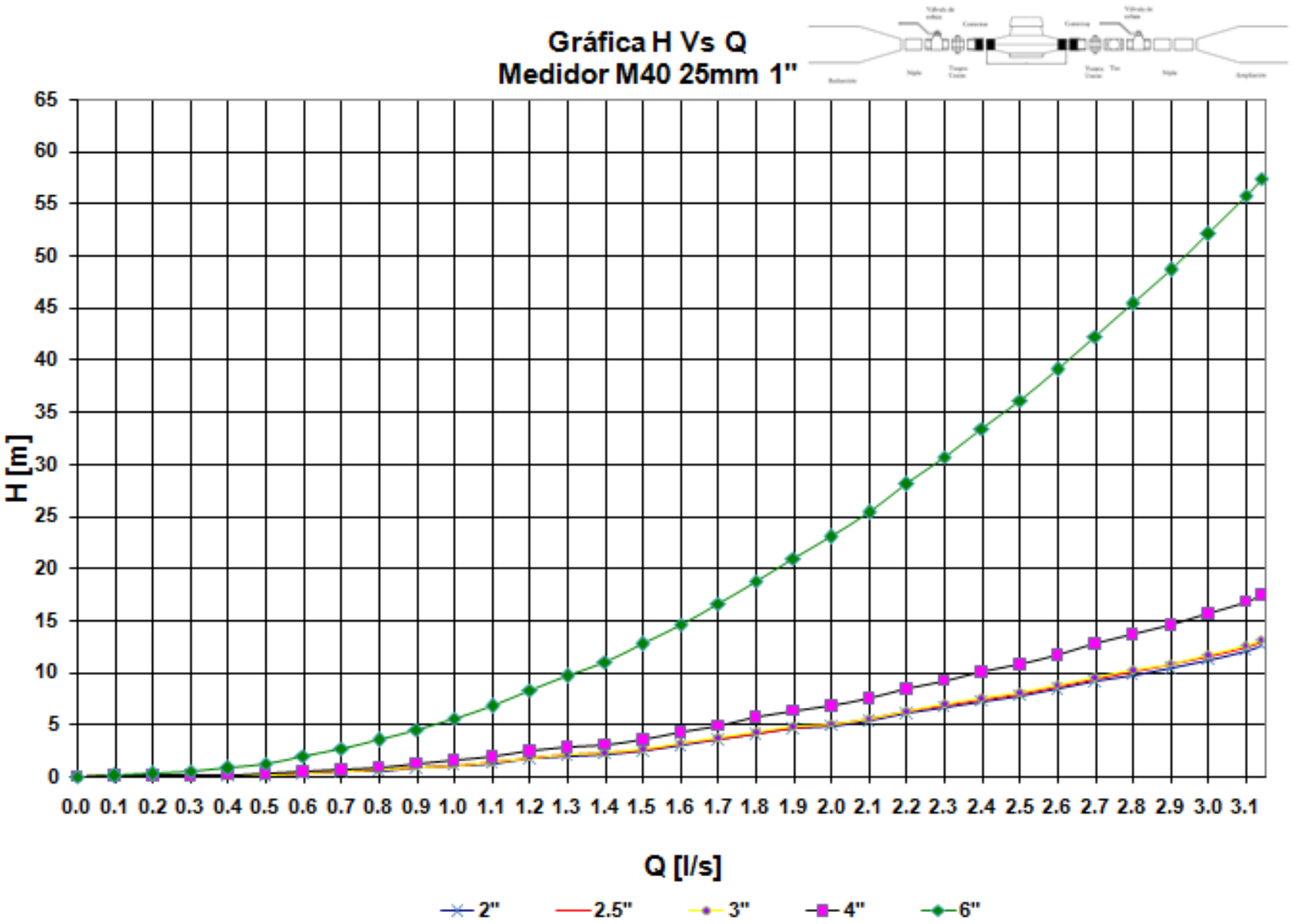
5.- Con la gráfica 2 nos ubicamos en el eje horizontal sobre 0.41 y trazamos una línea vertical cortando sobre la curva correspondiente a 4", posteriormente, trazamos una recta perpendicular a la primera, de modo que interceptemos al eje de las pérdidas. Con esto hf=2.0 mca. Para el segundo utilizando la gráfica 3 se tiene que hf= 0.5 mca. Con lo que, el medidor más recomendable es el M40 de 25 mm de diámetro nominal. Que son resultados muy similares a los obtenidos al resolver el ejercicio de manera analítica.

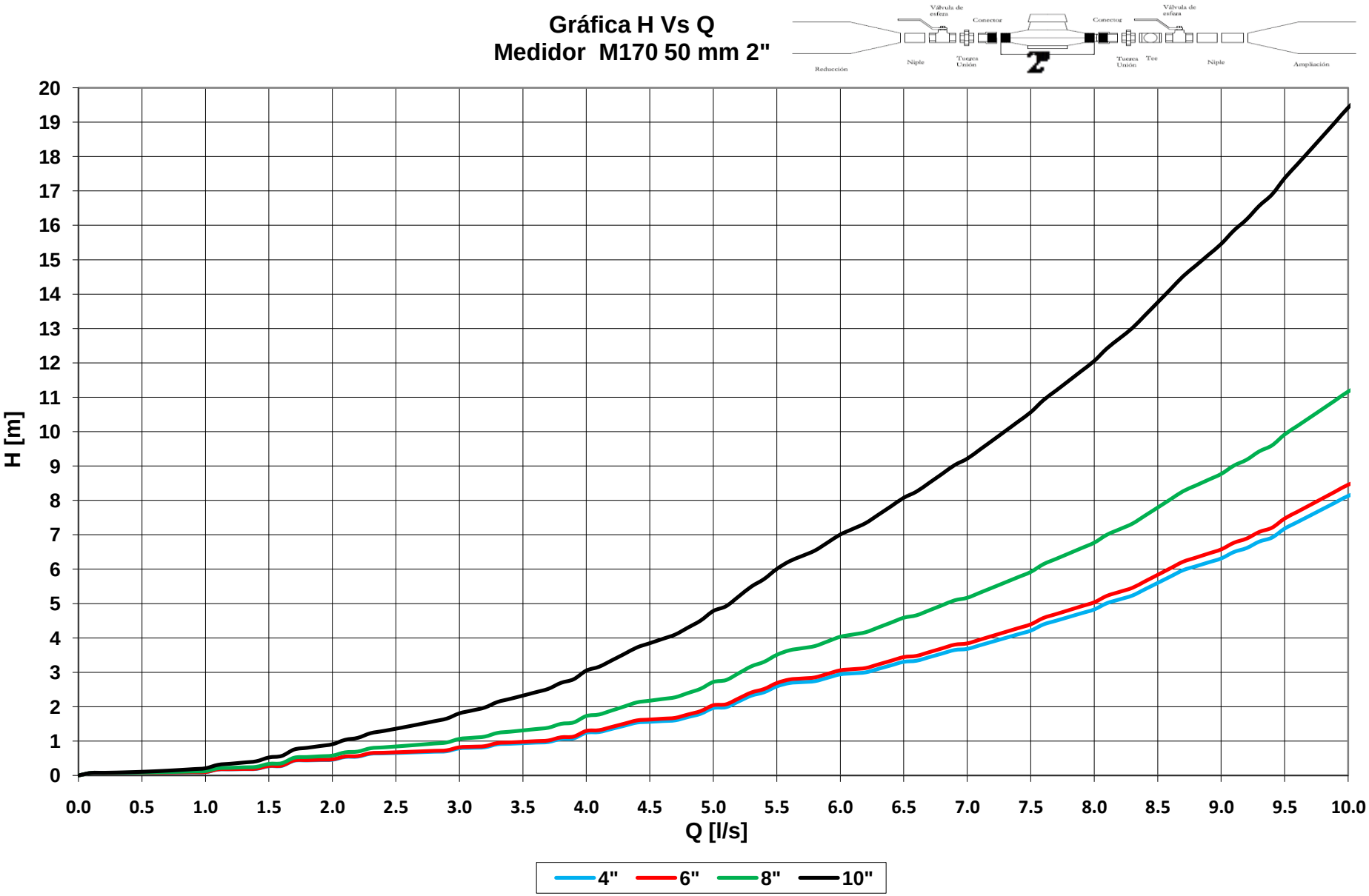
Gráfica H Vs Q
Medidor 25 15 mm 5/8"

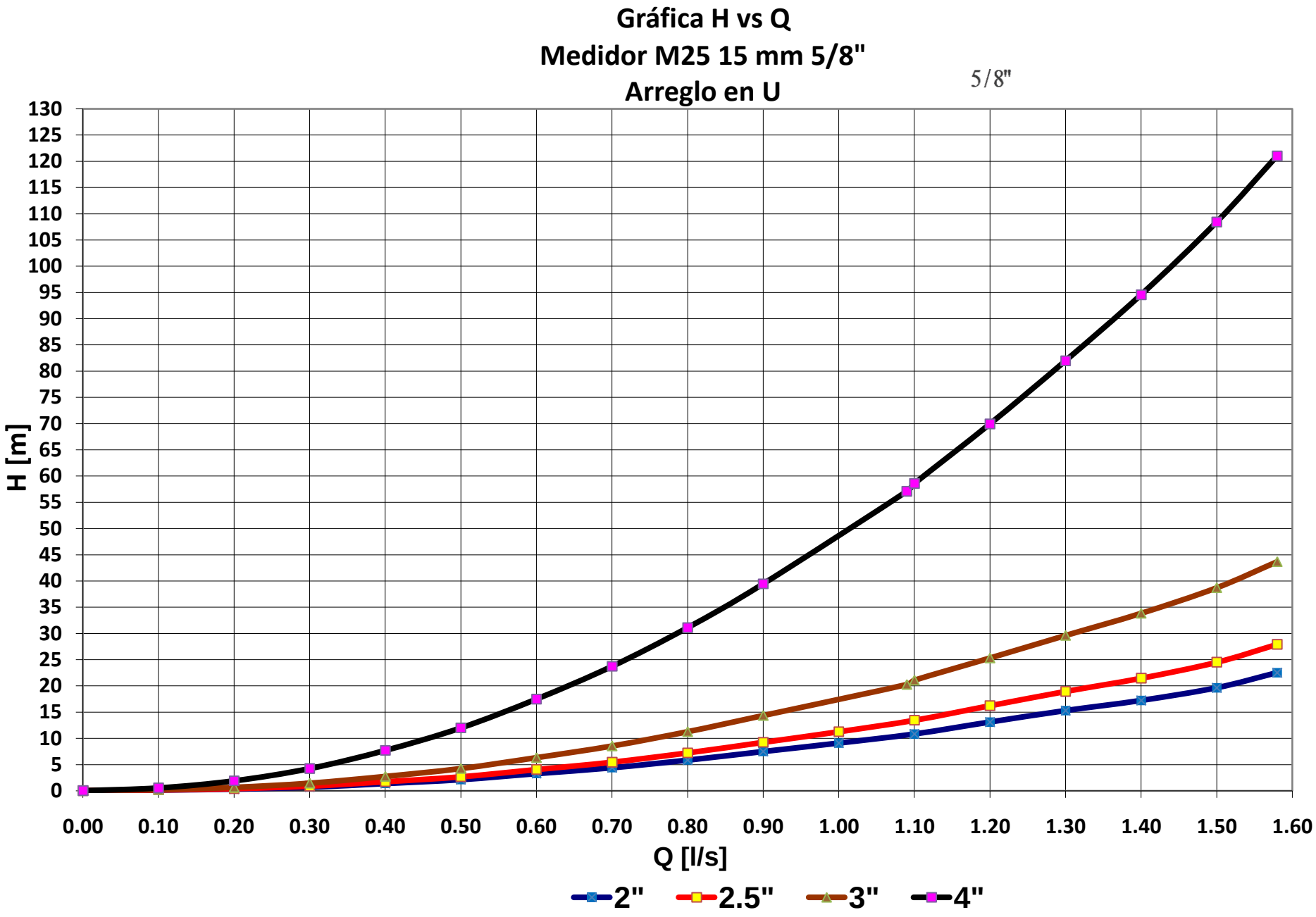


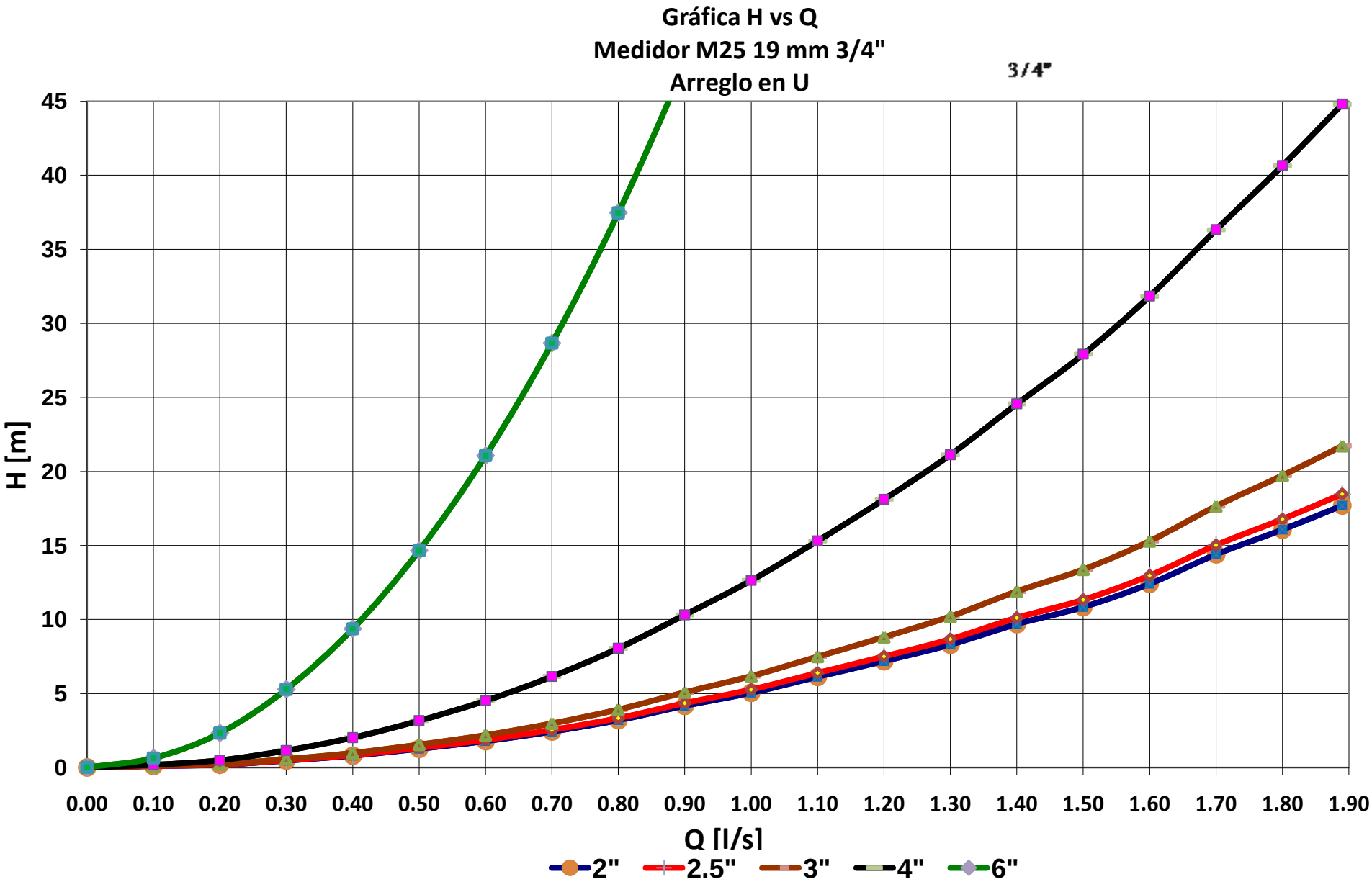


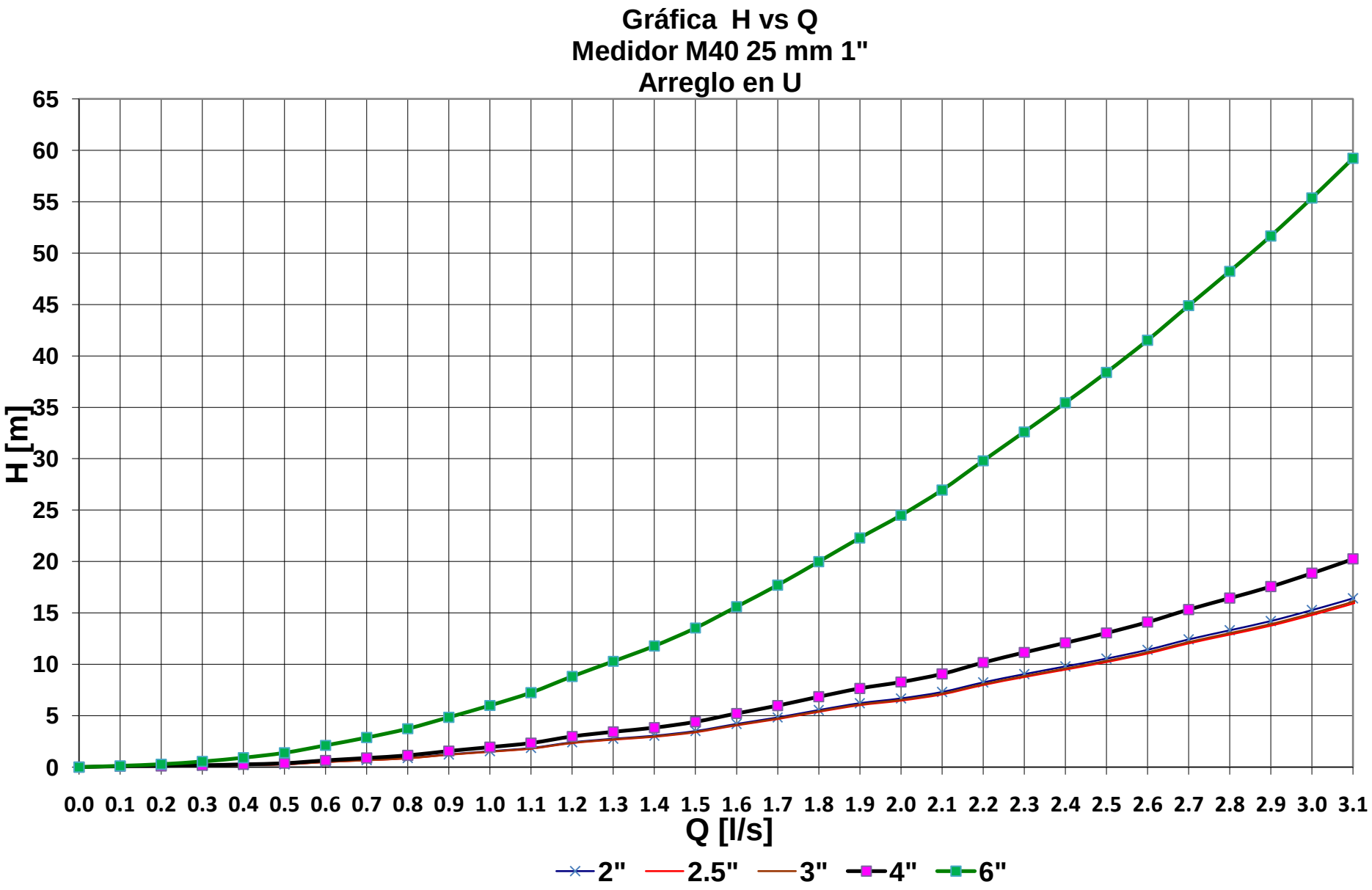

Gráfica H Vs Q
Medidor M25 20 mm 3/4"
H [m]
Q [l/s]
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
0.00
0.10
0.20
0.30
0.40
0.50
0.60
0.70
0.80
0.90
1.00
1.10
1.20
1.30
1.40
1.50
1.60
1.70
1.80
1.90
2"
2.5"
3"
4"
6"

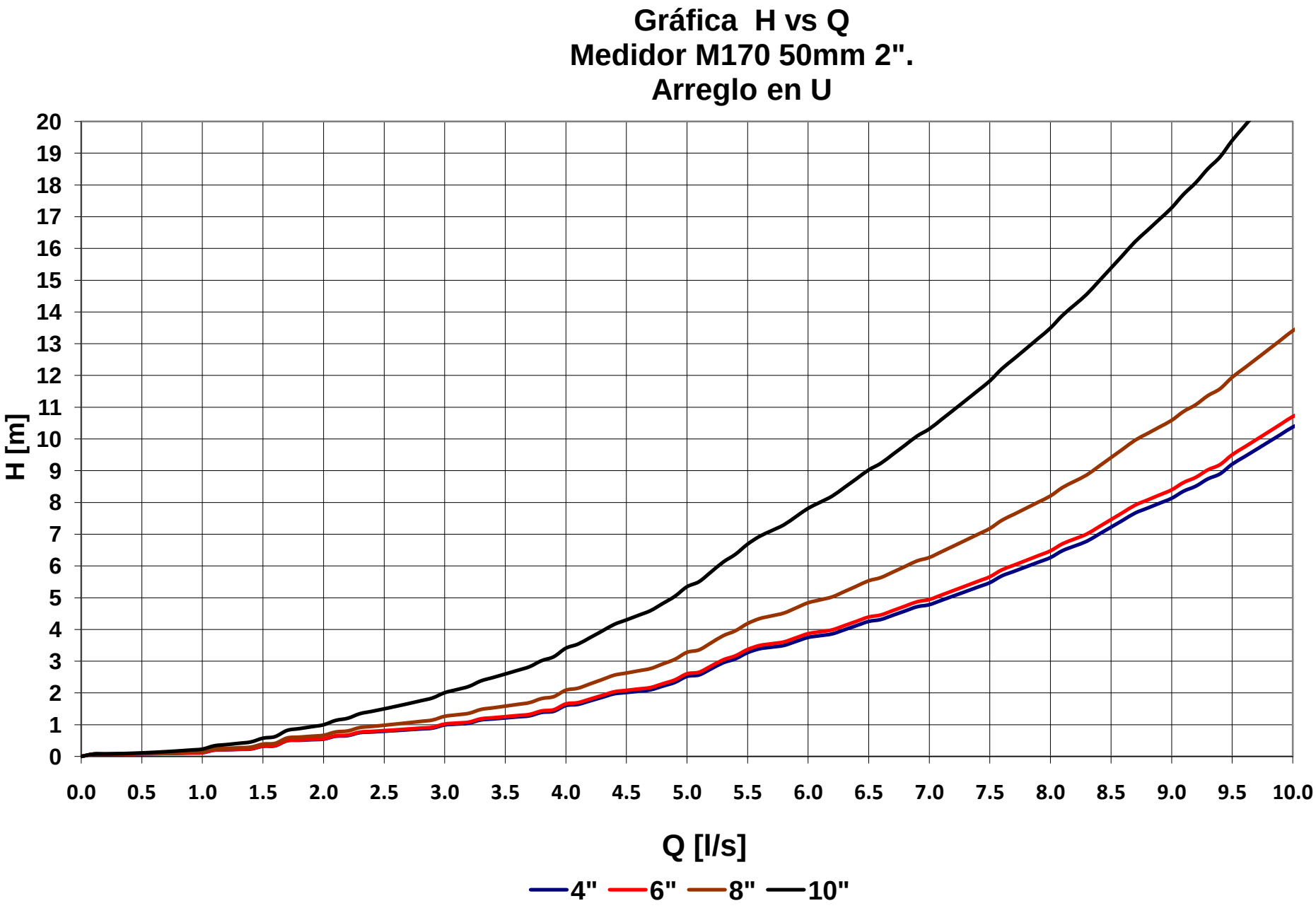

Gráfica H Vs Q
Medidor M40 25mm 1"
H [m]
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3.0 3.1
Q [l/s]
2"
2.5"
3"
4"
6"

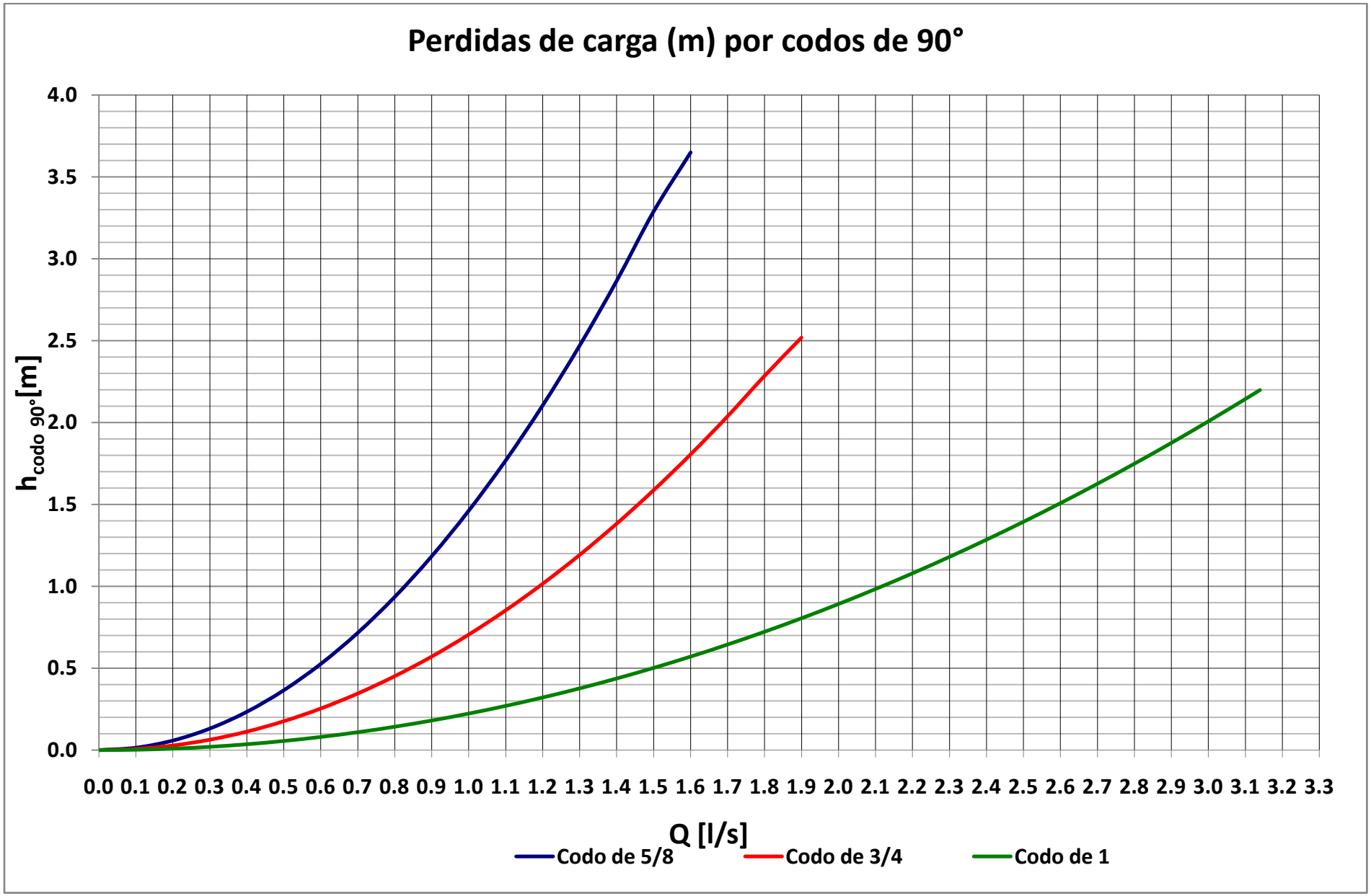

Gráfica H Vs Q
Medidor M170 50 mm 2"
Válvula de esfera
Conector
Conector
Válvula de esfera
Reducción
Niple
Tuerca Unión
Tuerca Unión
Tee
Niple
Ampliación
H [m]
Q [l/s]
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5
9.0
9.5
10.0
4"
6"
8"
10"


Gráfica H vs Q
Medidor M25 15 mm 5/8"
Arreglo en U
5/8"
H [m]
130
125
120
115
110
105
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0.00
0.10
0.20
0.30
0.40
0.50
0.60
0.70
0.80
0.90
1.00
1.10
1.20
1.30
1.40
1.50
1.60
Q [l/s]
2"
2.5"
3"
4"


Gráfica H vs Q
Medidor M25 19 mm 3/4"
Arreglo en U
3/4"
H [m]
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0.00
0.10
0.20
0.30
0.40
0.50
0.60
0.70
0.80
0.90
1.00
1.10
1.20
1.30
1.40
1.50
1.60
1.70
1.80
1.90
Q [l/s]
2"
2.5"
3"
4"
6"


Gráfica H vs Q
Medidor M40 25 mm 1"
Arreglo en U
H [m]
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3.0 3.1
Q [l/s]
2"
2.5"
3"
4"
6"


Gráfica H vs Q
Medidor M170 50mm 2".
Arreglo en U
H [m]
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5
9.0
9.5
10.0
Q [l/s]
4"
6"
8"
10"


Perdidas de carga (m) por codos de 90°
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
h codo 90°[m]
0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3.0 3.1 3.2 3.3
Q [l/s]
Codo de 5/8
Codo de 3/4
Codo de 1

Capítulo 2. Instalación.

Durante el proceso de instalación del medidor volumétrico se pueden seguir las recomendaciones y especificaciones de **ubicación, seguridad y durabilidad** mencionadas en este manual.

A continuación se detallan de manera breve las recomendaciones y especificaciones mencionadas líneas arriba. Todo ello bajo el supuesto de que es del conocimiento de la Secretaría Técnica de cada entidad la ubicación de la(s) toma(s) de agua potable de los edificios a su cargo.

2.1 Ubicación.

Dentro de las principales restricciones que se presentan al momento de elegir la ubicación del medidor se encuentran: *la disponibilidad de espacio, tuberías de difícil acceso, estética del sitio, vulnerabilidad a un posible robo, cantidad de obstáculos físicos (árboles, arbustos, muros, edificios, etc.) los cuales pueden de hecho atenuar la intensidad de la señal del medidor*. Basta decir cada una de las consecuencias que cada restricción trae consigo.

Generalmente los sitios de instalación presentan más de una o todas las restricciones aquí mencionadas, lo que sugiere que el sitio a instalar el medidor debe minimizar o bien, eliminar estas. En el primer caso, lo recomendable es buscar un sitio que suprima una o más de una de las restricciones mencionadas y, posteriormente, con la instalación del arreglo del medidor, se busque reducir al menos otra de dichas restricciones. El segundo caso resulta muy costoso y muchas veces no práctico de llevar a cabo. El siguiente ejemplo ilustra el método recomendado por PUMAGUA en cuanto a la determinación de la ubicación del medidor.

Ejemplo.

La toma del edificio se ubica en un crucero cuyas dimensiones impiden trabajar en él, es vulnerable a robo, en el sitio hay demasiados árboles y jardines que son parte de la imagen del edificio. Se debe buscar un sitio de instalación que minimice la mayor cantidad de restricciones. Ver Figura 3.

Solución:

Figura 7. Toma de agua potable con poca disponibilidad de espacio, vulnerabilidad de robo y una gran existencia de árboles.

Tal y como lo muestra la figura 7, el sitio de instalación del medidor es muy incómodo, existe una vulnerabilidad de robo y principalmente hay gran cantidad de árboles. Siguiendo las recomendaciones ya mencionadas, lo primero que se propone en este caso es instalar el medidor adelante del registro (aguas abajo del mostrado en la figura), de manera que se elimine la restricción de espacio y por otro lado, con la construcción de un nuevo cuadro de registro se suprime la vulnerabilidad de robo, además, el sitio de instalación elegido permite una menor atenuación de la señal de medidor. La figura 4 muestra el medidor ya instalado en este edificio.

Figura 8. Medidor instalado.

2.2 Seguridad.

La selección de un sitio de instalación puede o no garantizar la seguridad del medidor, es por ello que PUMAGUA ha elaborado ciertas recomendaciones que garantizan su seguridad ante robos e inclemencias del tiempo a través de la construcción de una caja de registro que lo albergue.

En cuanto a la seguridad del medidor, (Cámara – elemento primario- y carátula – elemento secundario) ambos elementos tienen nivel de hermeticidad con capacidad de operación en condiciones de sumersión (IP68), esto considerando que se instalarán en registros donde existe el riesgo de inundación o bien de humedad, tal y como lo muestra la figura 9.

Figura 9. Medidor expuesto a sumersión y humedad.

2.2.1 Registro

En cuanto al registro del medidor, este deberá en la medida de lo permisible, de tener las dimensiones que se muestran en las siguientes figuras:

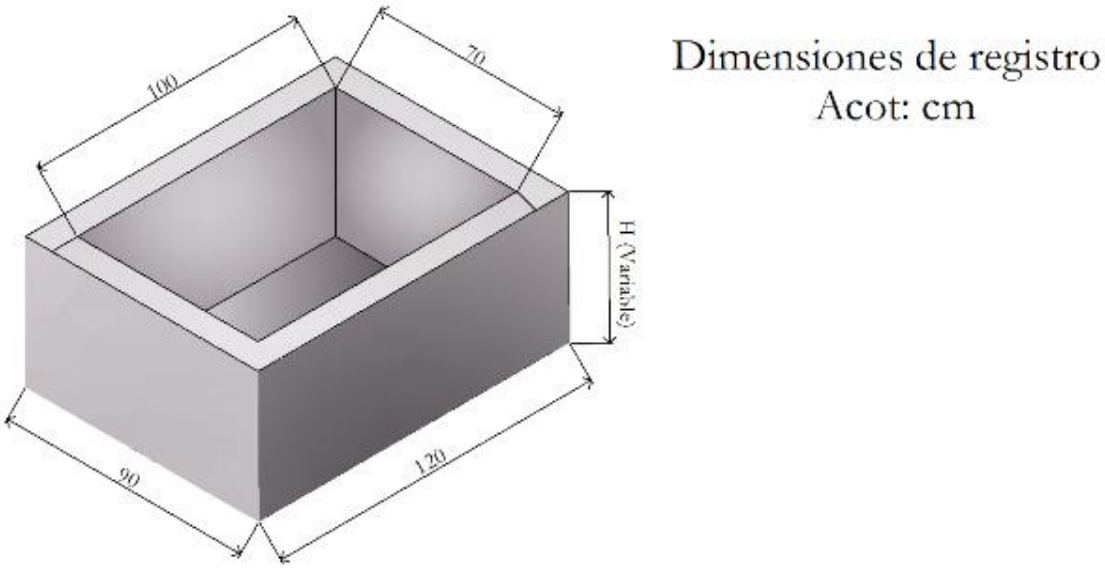


Figura 10. Dimensiones de registro recomendables.

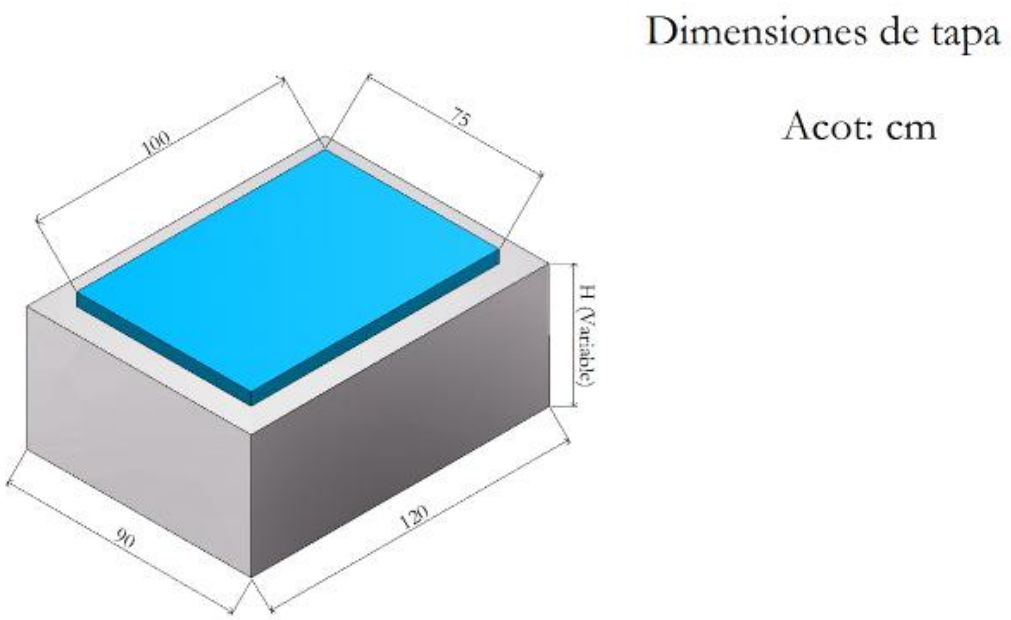
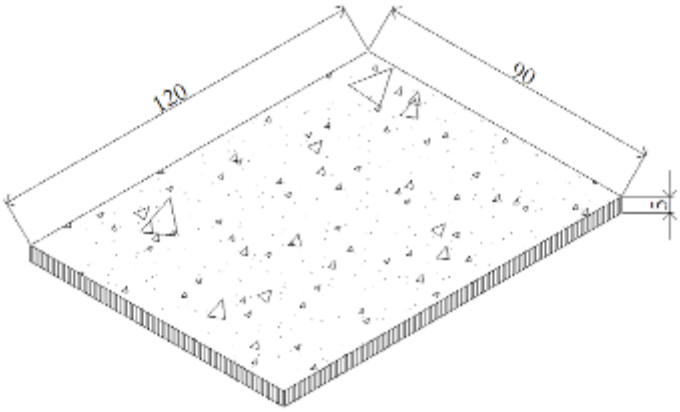


Figura 11. Dimensiones de tapa de registro.

La altura del registro está en función de la profundidad de la tubería de la toma, por lo que se acota como variable. El registro puede debe ser elaborado con ladrillos o tabiques unidos a base de mortero *arena – cemento* proporción 1:7. Los muros internos deben contar con un firme de mortero *arena – cemento* proporción 1:7 de no más allá de 2 cm de espesor.

El registro puede quedar con un bordo de no más allá de 10 cm por arriba del nivel del suelo cuando este se ubique en sitios que no sean pasillos o concurridos, cuan esto no sea el caso, lo recomendable es que el registro quede a nivel de suelo. En casos especiales, donde la tubería sea superficial, se justifica que el registro quede expuesto completamente.

El cuadro de registro debe contar previamente con una plantilla de concreto de 5 cm de espesor con resistencia f'c=100 Kg/cm^2. Las dimensiones recomendables de la Plantilla se muestran en la siguiente figura:



Plantilla de concreto
f'c=100Kg/cm2
Acot: cm

Figura 12. Dimensiones de la plantilla de concreto.

2.2.2 Tapa

En cuanto a la tapa del registro, esta debe ser necesariamente metálica, evitándose colocar tapas hechas a base de concreto. La tapa debe contar con aditamentos necesarios que permitan la colocación de un candado, cuya llave estará en custodia de cada entidad. La tapa debe pintarse preferentemente de color azul alberca.

A continuación se muestran imágenes de registros bajos estas recomendaciones:

Figura 13. Registros bajo las recomendaciones de PUMAGUA.

Figura 14. Tapa de registros bajo las recomendaciones de PUMAGUA.

2.3 Durabilidad.

Las recomendaciones de durabilidad se refieren a los tipos de material del arreglo del medidor y la manera en que este se instala.

Los materiales de los accesorios de los arreglos deben ser de cobre, evitándose colocar en ellos PVC o acero galvanizado. De momento se admite que se coloquen piezas de Acero Galvanizado en las reducciones de los diámetros; pero sólo en casos en que los materiales de la tubería de la toma sean Acero Galvanizado, Fierro Fundido, PEAD, etc. En tuberías de cobre de hasta 3" de diámetro existen reducciones tipo bushing por lo que en estos casos el arreglo debe ser totalmente de cobre.

Arreglos

PUMAGUA ha propuesto dos diferentes tipos de arreglo de medidores para el caso de Ciudad Universitaria, a estos se ha convenido denominarlos "Arreglo Horizontal" y "Arreglo en U" y en lo sucesivo se les denominará así en este Manual. Las siguientes figuras muestran ambos arreglos.

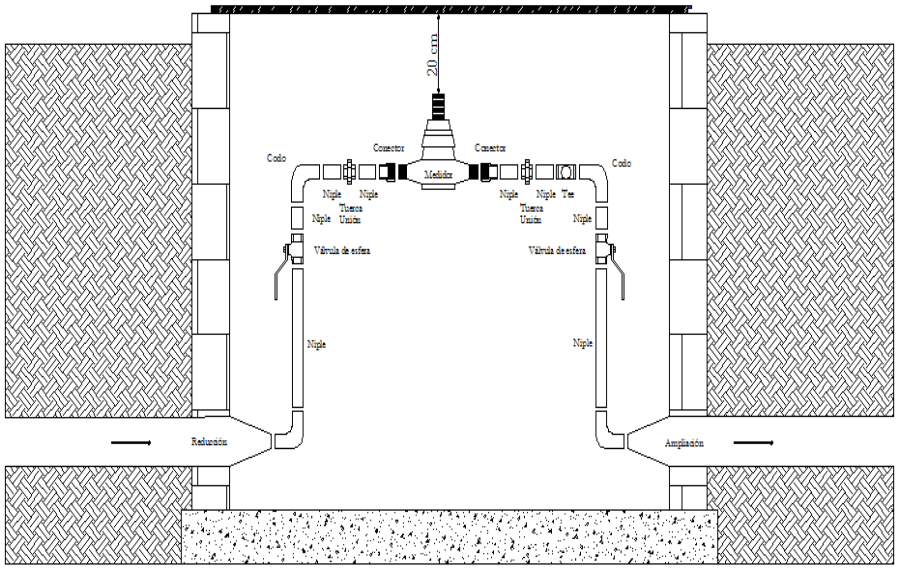


Figura 15. Arreglo en U para medidores. Recomendado para sitios con tuberías muy profundas. Mayores a 70 cm.

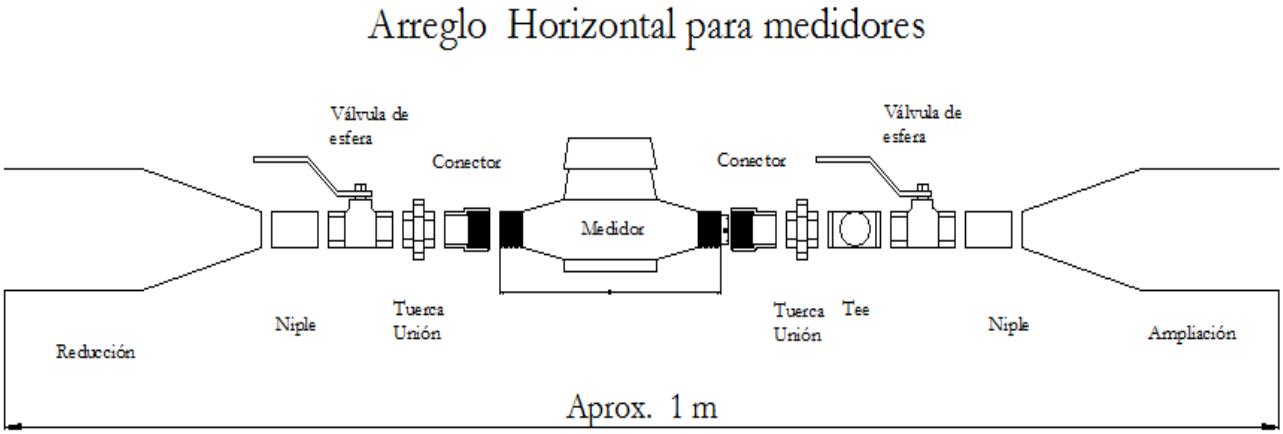


Figura 16. Arreglo Horizontal para medidores. Recomendado para registros donde la tubería no es demasiado profunda.

El arreglo en U es recomendable utilizarlo en casos en donde la tubería se encuentre hasta 70 cm de la superficie. Cuando la profundidad de la tubería es menor a 30 cm lo recomendable es hacer el arreglo en forma horizontal.

En cualquiera de los dos casos es posible también utilizar una configuración remota del medidor; aunque generalmente se ha procurado recomendar esta configuración en sitios en donde la profundidad de la tubería rebasa el metro de altura y se encuentran ubicadas en cajas de válvula de concreto. No obstante, existen muchos sitios en los que, dadas sus características particulares, es recomendable la instalación de un medidor en modo remoto.

La señal que el medidor envía se atenúa ante obstáculos como lo son el concreto, vegetación, etc.; es por ello que con la idea de ayudar a la señal a presentar la menor pérdida, se utiliza la configuración remota. Para ello PUMAGUA recomienda que en la parte más alta del registro, no necesariamente en la tapa, se haga un barreno de aproximadamente 5 cm de diámetro, con la idea de que por éste orificio se coloque el transmisor del medidor y la señal presente la menor atenuación posible. La siguiente figura muestra la manera de instalación de una unidad remota.

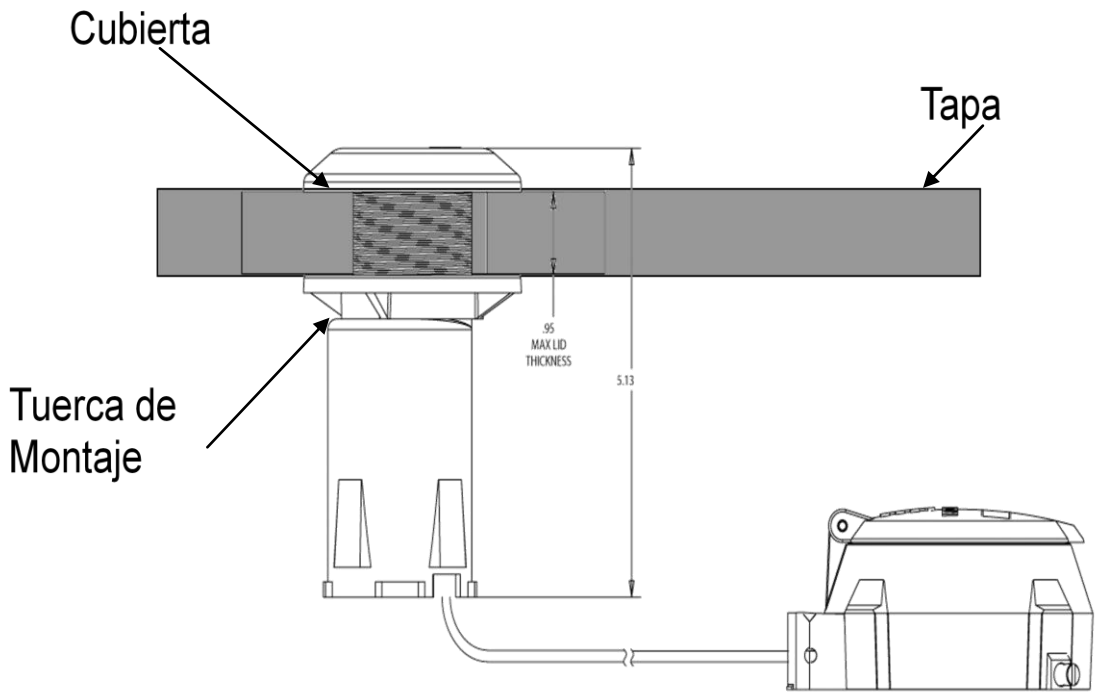


Figura 17. Instalación del medidor en modo remoto.

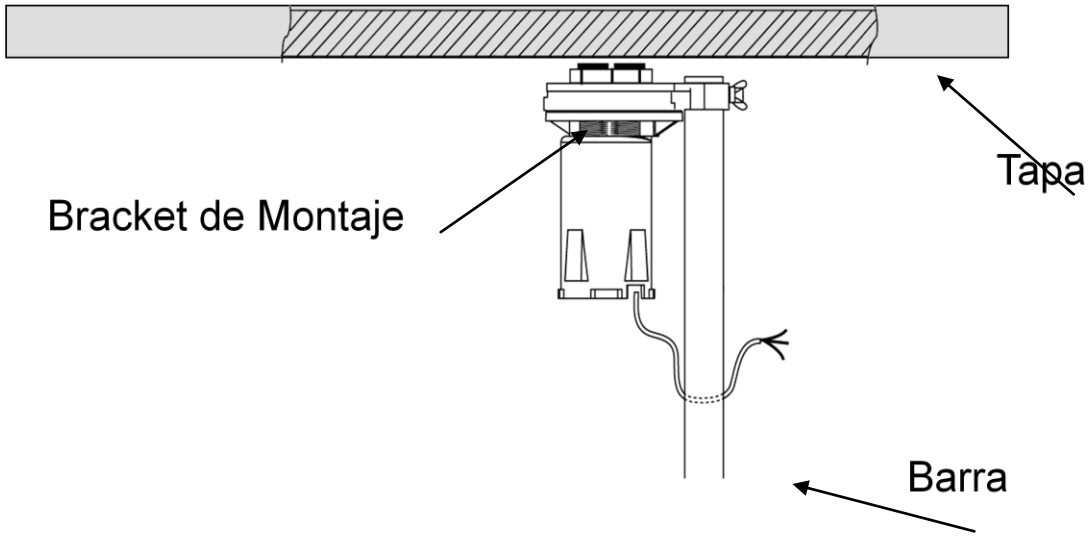


Figura 18. Instalación del medidor en modo remoto.

2.4 Materiales

Las piezas de cada uno de los arreglos se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 5. Lista de materiales para medidor M25 15 mm de diámetro interior y 19 mm de diámetro exterior. Arreglo Horizontal.

ESPECIFICACIONES PUMAGUA:	**Material para instalación de medidor de consumo de agua Modelo M25 (15mm)** **Diámetro Exterior (19 mm)**	
Material requerido para arreglo		
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Conector de cobre cuerda exterior de 3/4"	Pza.	6
Válvula de esfera roscable mca. IUSA de 3/4"	Pza.	2
Tuerca unión de cobre de 3/4"	Pza.	2
Conector de cobre cuerda interior de 3/4"	Pza.	2
Tee de cobre de 3/4" x 3/4" x 1/2"	Pza.	1
Tapón macho de 1/2"	Pza.	1
Conector de cobre cuerda interior de 1/2"	Pza.	1
Tubo de cobre de 3/4"	m	1

Tabla 6. Lista de materiales para medidor M25 19 mm de diámetro interior y 25 mm de diámetro exterior. Arreglo Horizontal.

ESPECIFICACIONES PUMAGUA:	**Material para instalación de medidor de consumo de agua Modelo M25 (19mm)** **Diámetro exterior (25 mm)**	
Material requerido para arreglo		
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Conector de cobre cuerda exterior de 1"	Pza.	6
Válvula de esfera roscable mca. IUSA de 1"	Pza.	2
Tuerca unión de cobre de 1"	Pza.	2
Conector de cobre cuerda interior de 1"	Pza.	2
Tee de cobre de 1" x 1" x 1/2"	Pza.	1
Tapón macho de 1/2"	Pza.	1
Conector de cobre cuerda interior de 1/2"	Pza.	1
Tubo de cobre de 1"	m	1

Tabla 7. Lista de materiales para medidor M25 25 mm de diámetro interior y 30 mm de diámetro exterior. Arreglo Horizontal.

ESPECIFICACIONES PUMAGUA:	**Material para instalación de medidor de consumo de agua de 1 1/4"** **Diámetro exterior (30 mm)**	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Conector de cobre cuerda exterior de 1 1/4"	Pza.	6
Válvula de esfera roscable mca. IUSA de 1 1/4"	Pza.	1
Tuerca unión de cobre de 1 1/4"	Pza.	2
Conector de cobre cuerda interior de 1 1/4"	Pza.	2
Tee de cobre de 1 1/4" x 1 1/4" x 1/2"	Pza.	1
Tapón macho de 1/2"	Pza.	1
Conector de cobre cuerda interior de 1/2"	Pza.	1
Tubo de cobre de 1 1/4"	m	1

Tabla 8. Lista de materiales para medidor M25 15 mm de diámetro interior y 19 mm de diámetro exterior. Arreglo en U.

ESPECIFICACIONES PUMAGUA:	**Material para instalación de medidor de consumo de agua Modelo M25 (15mm)** **Diámetro Exterior (19 mm)**	
Material requerido para arreglo		
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Conector de cobre cuerda exterior de 3/4"	Pza.	6
Válvula de esfera roscable mca. IUSA de 3/4"	Pza.	2
Tuerca unión de cobre de 3/4"	Pza.	2
Conector de cobre cuerda interior de 3/4"	Pza.	2
Tee de cobre de 3/4" x 3/4" x 1/2"	Pza.	1
Tapón macho de 1/2"	Pza.	1
Conector de cobre cuerda interior de 1/2"	Pza.	1
Tubo de cobre de 3/4"	m	1
Material misceláneo	Lote	
Codo de cobre soldable de ¾”	Pza.	4

Tabla 9. Lista de materiales para medidor M25 19 mm de diámetro interior y 25 mm de diámetro exterior. Arreglo en U.

ESPECIFICACIONES PUMAGUA:	**Material para instalación de medidor de consumo de agua Modelo M25 (19mm)** **Diámetro exterior (25 mm)**	
Material requerido para arreglo		
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Conector de cobre cuerda exterior de 1"	Pza.	6
Válvula de esfera roscable mca. IUSA de 1"	Pza.	2
Tuerca unión de cobre de 1"	Pza.	2
Conector de cobre cuerda interior de 1"	Pza.	2
Tee de cobre de 1" x 1" x 1/2"	Pza.	1
Tapón macho de 1/2"	Pza.	1
Conector de cobre cuerda interior de 1/2"	Pza.	1
Tubo de cobre de 1"	m	1
Codo de cobre soldable 1”	Pza.	4

Tabla 10. Lista de materiales para medidor M25 25 mm de diámetro interior y 30 mm de diámetro exterior. Arreglo en U.

ESPECIFICACIONES PUMAGUA:	**Material para instalación de medidor de consumo de agua de 1 1/4"** **Diámetro exterior (30 mm)**	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Conector de cobre cuerda exterior de 1 1/4"	Pza.	6
Válvula de esfera roscable mca. IUSA de 1 1/4"	Pza.	1
Tuerca unión de cobre de 1 1/4"	Pza.	2
Conector de cobre cuerda interior de 1 1/4"	Pza.	2
Tee de cobre de 1 1/4" x 1 1/4" x 1/2"	Pza.	1
Tapón macho de 1/2"	Pza.	1
Conector de cobre cuerda interior de 1/2"	Pza.	1
Tubo de cobre de 1 1/4"	m	1
Codo de cobre soldable 1 ¼”	Pza.	4

Tabla 11. Lista de materiales para medidor M25 25 mm de diámetro interior y 30 mm de diámetro exterior. Arreglo en U.

ESPECIFICACIONES PUMAGUA:	Material para instalación de medidor de consumo de agua de 2" Diámetro exterior (50 mm)	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Conector de cobre cuerda exterior de 2"	Pza.	6
Válvula de esfera roscable mca. IUSA de 2"	Pza.	1
Tuerca unión de cobre de 2"	Pza.	2
Conector de cobre cuerda interior de 2"	Pza.	2
Tee de cobre de 2" x 2" x 1"	Pza.	1
Tapón macho de 1"	Pza.	1
Conector de cobre cuerda interior de 1"	Pza.	1
Tubo de cobre de 2"	m	1
Codo de cobre soldable 2”	Pza.	4

2.5 Reducciones

Las listas de material corresponden sólo a los accesorios del arreglo del medidor, no se incluyen los accesorios que son necesarios para la reducción de diámetros. Al respecto, PUMAGUA ha emitido las siguientes especificaciones de reducción de diámetros en los siguientes dos casos:

- ✓ Cuando se trate de **reducir diámetros** en tuberías de distintos materiales.
- ✓ Cuando se trate de reducir diámetros en **tuberías de cobre**.

Estas especificaciones no deben considerarse en el caso de que no sea necesario reducir diámetros.

El arreglo general para reducciones sigue los esquemas mostrados en la figuras 19 y 20. Este arreglo debe usarse en aquellas tuberías que no sean de cobre, cuando este último sea el caso, debe procurarse seguir el arreglo mostrado en las figuras 21 y 22, procurando colocar reducciones tipo bushing.

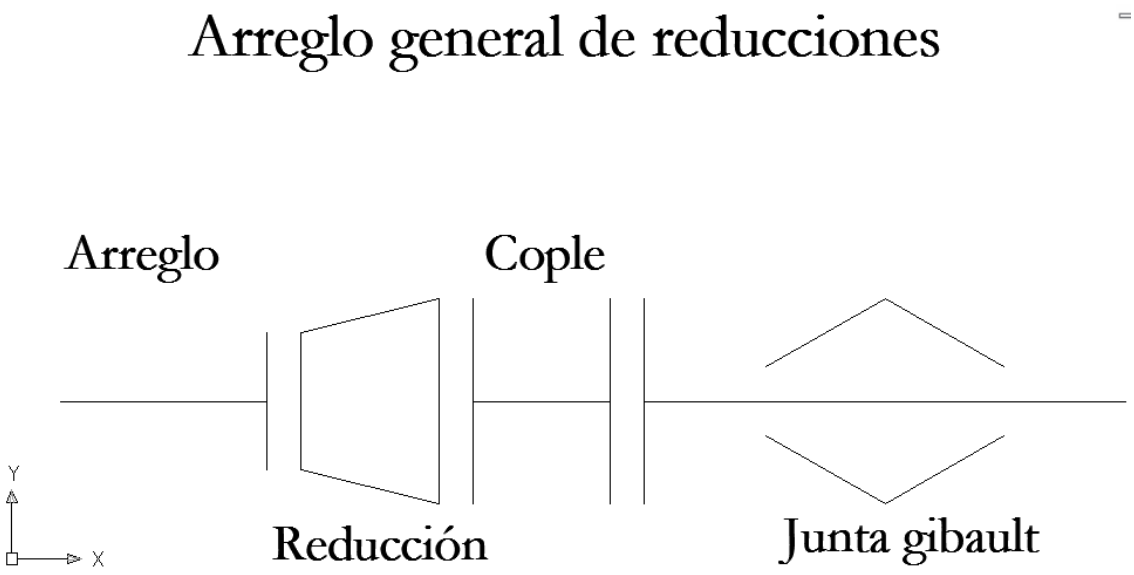


Figura 19. Reducción tipo campana recomendada para tuberías de hasta 2 pulgadas de diámetro.

Figura 20. Reducción.

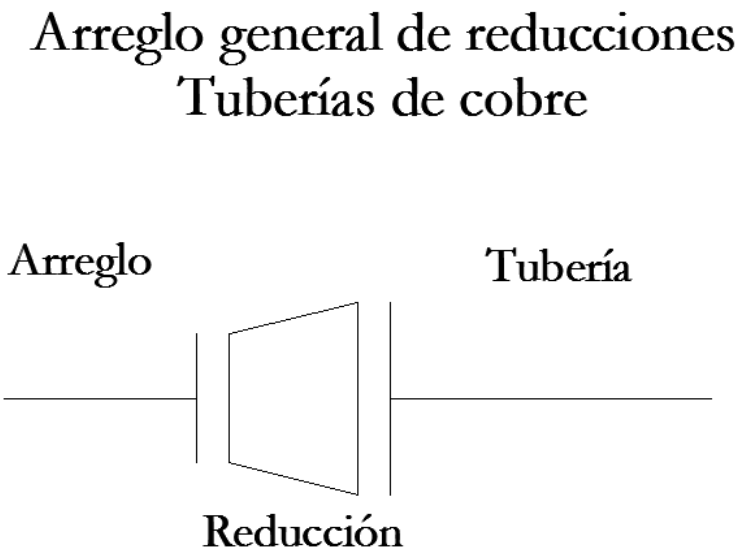


Figura 21. Arreglo de reducción para tuberías de cobre.

Figura 22. Reducción tipo Bushing para tuberías de cobre.

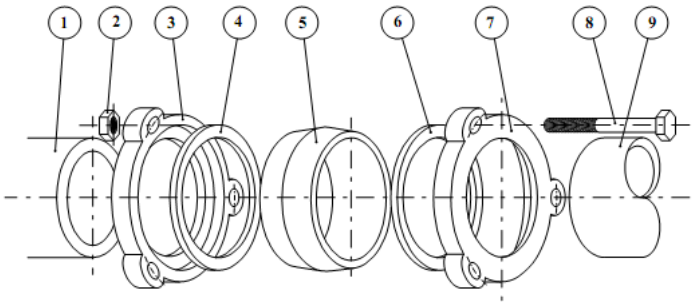
2.6 Instalación.

En cuanto a la instalación de los medidores, estos se pueden instalar en posición horizontal, vertical o inclinada hasta medidores de 50 mm (2”). La instalación no requiere tramos rectos de tubería aguas arriba y aguas abajo del medidor. La única restricción en cuanto a la posición se refiere, es que el medidor se instale en dirección al flujo.

El procedimiento para colocar el medidor consiste en los siguientes pasos:

A. Armar previamente el arreglo sin el medidor, en cuyo lugar deberá instalarse un tubo de cobre de manera provisional.
B. En el sitio, se corta el tramo de tubería (ya descubierta) del mismo tamaño del arreglo del medidor armado previamente.
C. Se colocan las ligas de goma y bridas en ambos extremos. Se debe procurar que estos en todo momento se mantengan perpendiculares al eje longitudinal de la tubería.
D. Se alinean el arreglo con el anillo de la junta, posteriormente se ajustan los tornillos.
E. Una vez ajustados tanto el arreglo como la junta, se abre el suministro de agua a la línea revisando en todo el momento la existencia de fugas en cualquier parte del arreglo o la unión.
F. Cuando se ha revisado que no existe fugas en el arreglo, se procede a colocar el medidor. Para ello, se recomienda antes de su instalación, cerrar la válvula aguas abajo del medidor y abrir la válvula de nariz colocada después de la tee a manera de dejar pasar agua y con ello permitir la salida de objetos sólidos. Posteriormente, se cierra la válvula aguas arriba del medidor y la llave de nariz de manera que se tenga la tubería del arreglo vacía. La colocación del medidor se hace al retirar el tramo de tubo de cobre instalado de manera provisional y colocar la cámara del mismo. Una de las recomendaciones al momento de colocar la cámara es no ajustarla demasiado.
G. Finalmente, se vuelve a cerrar la válvula aguas arriba del medidor de manera y se deja pasar agua por arreglo, con esto se verifican fugas en la instalación de la cámara del medidor.
H. Finalmente se coloca la carátula del medidor, para ello se retira el tornillo que esta tiene en la parte inferior y posteriormente se instala volviendo a colocar y ajustar el tornillo. Esto último debe hacerse de manera que no se descabece el tornillo.
I. Cuando se ha verificado la no existencia de fugas en el arreglo y se ha colocado la carátula, se da por terminado la instalación del medidor.

Otra opción es armar el arreglo en sitio. Cuando la tubería es de cobre, se cortan ambos extremos y se suelda la reducción; posteriormente se coloca el arreglo del medidor. En este caso lo más recomendable es armar el arreglo en sitio que hacerlo previamente. La siguiente figura muestra las piezas de una junta gibault.



No.	Pieza	Material
1,9	Tubo	
2	Tuerca	Acero
3,7	Brida	Hierro gris
4,6	Empaque	Neopreno
5	Anillo	Hierro gris
8	Tornillo	Acero

Figura 23. Piezas que conforman una junta gibault. FUENTE. MAPAS 2007. CONAGUA

El medidor una vez instalado proporcionará información referente a las fugas y consumos dentro de cada institución, con lo cual se podrán implementar políticas para un mejor manejo y administración del recurso.

Capítulo 3
Mantenimiento.

En este capítulo se presentan las recomendaciones en cuanto al mantenimiento preventivo y correctivo del medidor. Las recomendaciones aquí descritas siguen los lineamientos establecidos por Badger Meter para el mantenimiento de los equipos de medición.

3.1 Consideraciones importantes

El mantenimiento del medidor no sólo incluye al equipo como tal, si no también a su arreglo y el registro que lo alberca. Se comienza dando algunas recomendaciones respecto al mantenimiento del arreglo y el registro para dar pié a las recomendaciones en cuanto al medidor como tal.

3.2 Mantenimiento al arreglo y registro del medidor.

Como se ha mencionado en algunas ocasiones, existen dos tipos de arreglo para instalar el medidor en las tomas de agua potable. El mantenimiento de tipo preventivo a las piezas que integran a cada uno de los arreglos del medidor debe hacerse de manera periódica, generalmente cada seis meses a partir de la fecha de instalación. Este consiste en revisar el estado de cada uno de los accesorios, constatar que no existan fugas en estos, sobre todo en las reducciones. Cuando existe alguna fuga en una pieza del arreglo del medidor, es necesario sustituirla. El Medidor cuenta con un elemento detector de flujo bajo que registra el más mínimo goteo.

En cuanto al mantenimiento de tipo preventivo al registro del medidor, éste debe limpiarse continuamente, evitando en todo momento el crecimiento de yerbas alrededor, ya que esto definitivamente influirá en la intensidad de la señal que envía el medidor a la unidad concentradora de datos. Es preferible evitar que el registro se llene de tierra o bien, de basura. Continuamente se habrá de revisar la tapa del registro y pintarla al menos una vez por año.

3.3 Mantenimiento al medidor.

Los medidores Badger tipo Recordall® están diseñados y fabricados para proveer servicio a largo plazo con un mantenimiento mínimo. Cuando se requiere éste, se puede realizar fácilmente en el sitio de instalación del medidor o en cualquier sitio conveniente, desinstalándolo.

El tipo de mantenimiento que debe brindarse a los medidores (Cámara y carátula) es de tipo preventivo y correctivo. Se inician con las recomendaciones de la cámara y finalmente de la carátula.

Antes de iniciar con la descripción del mantenimiento se mostrarán las partes que componen a los equipos de medición.

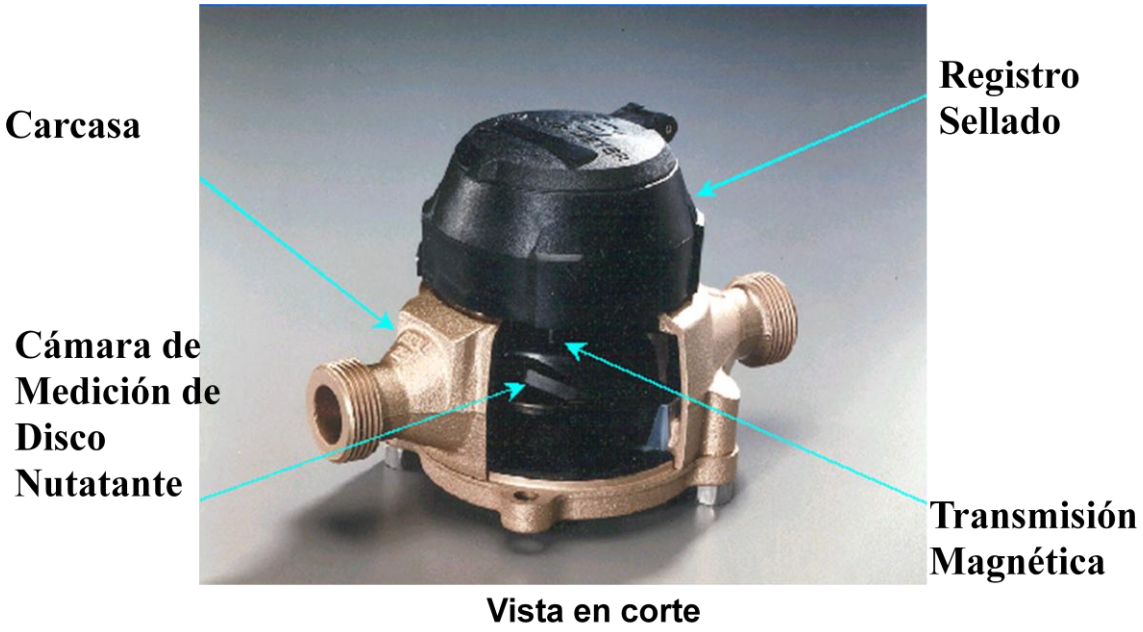


Figura 24. Vista en corte de un medidor volumétrico marca Badger Meter. FUENTE: Badger Meter de las Américas SA de CV.

Tornillos.

Tanto la cámara como la carátula del medidor se unen a través de un tornillo en tres diferentes presentaciones:

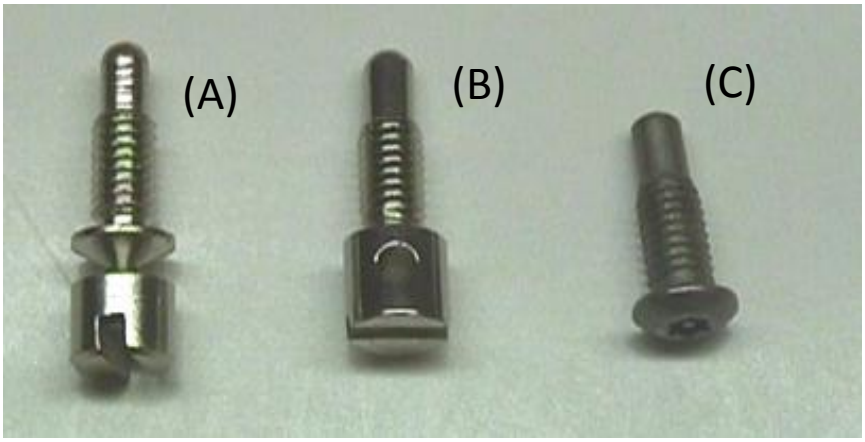


Figura 25. A) Tornillo Auto rompible (Remache), B) Estandar, para sello de alambr y C) Tipo Torx (Requiere herramienta especial)

De la figura anterior, es importante mencionar que tanto el primero como el tercer tornillo no requieren uso de alambre o sellos de plomo que prevengan algún intento de robo o manipulación del medidor; en el primer caso basta con descabezar al tornillo para que tanto la carátula como la cámara queden fijas, mientras que en el segundo caso, es necesario herramienta especial para manipular a dicho tornillo.

Carátula.

El mantenimiento a la carátula del medidor es básicamente de tipo correctivo, debido a que cuando esta se daña es necesaria su sustitución. La carátula tiene una garantía por parte de la empresa de hasta 25 años.

Cuando el que está dañado es el plástico que protege a la carátula, es posible remover y sustituir este con el empleo de una llave Tomahawk.

Figura 26. Carátula del medidor. Cuenta con un grado de protección IP68.

Partes del medidor.

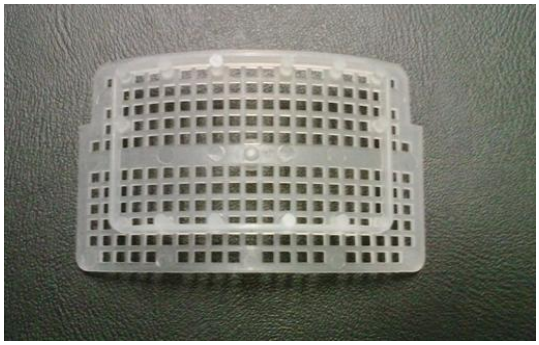
CUERPO O CARCASA DEL MEDIDOR

TAPAS DEL MEDIDOR

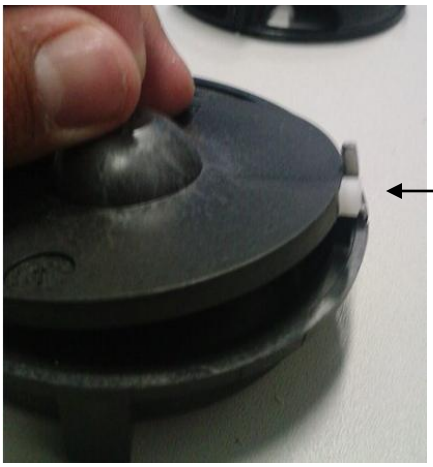
EMPAQUES

SEGURO

CÁMARA DE MEDICIÓN



FILTRO O REJILLA DEL MEDIDOR



PERNO

Figura 27. Partes de un medidor volumétrico

Conjunto de la cámara de medición.

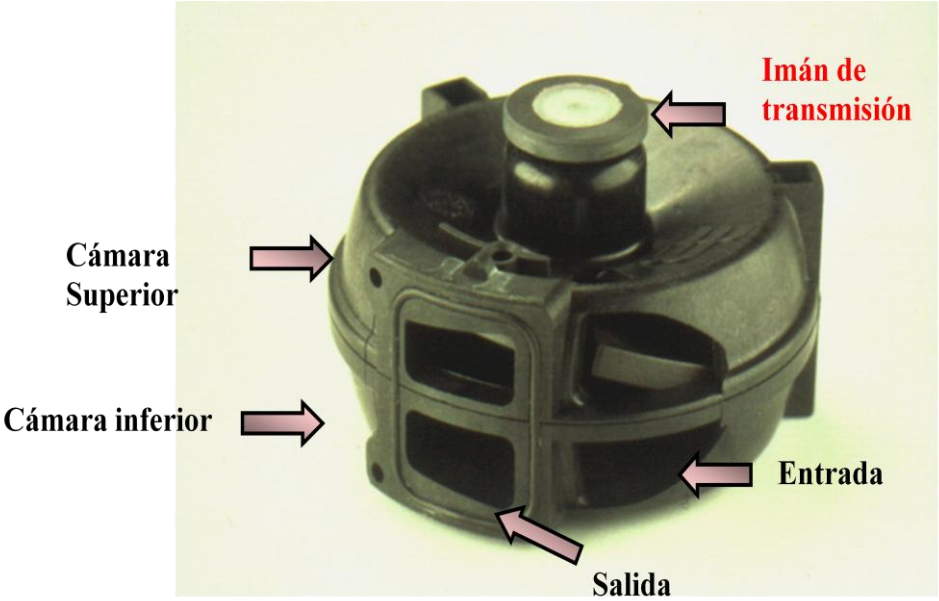


Figura 28. Partes de la cámara de medición.

3.4 Mantenimiento de la cámara del medidor.

Para darle mantenimiento al medidor en los modelos M25 y M40 se necesita de una llave Tomahawk.

LLAVE TOMAHAWK

Figura 29. Partes de la cámara de medición.

El mantenimiento a la cámara del medidor se hace básicamente en sitio, y consiste en la limpieza o cambio de alguna pieza interna según sea el caso. Debe procurarse hacerse cuando menos cada seis meses a partir de la fecha de instalación o por lo menos una vez al año. El procedimiento es el siguiente:

1. Se desmonta el medidor del arreglo. Esto se hace quitando las tuercas unión que tiene el medidor en cada extremo.
2. Con la llave Tomahawk se **desarma** el medidor.
3. Se limpian las piezas y se observan los principales problemas de cada una de ellas.
4. Se sustituyen las piezas que estén dañadas y se vuelve a armar el medidor.
5. Se monta nuevamente el medidor sobre el arreglo y se vuelve a dejar pasar agua por el mismo.
6. No es necesaria una re calibración del equipo.

El procedimiento descrito anteriormente está pensado para llevarse a cabo en aproximadamente 60 minutos dependiendo esto último de los problemas que cada sitio en particular imponga.

Figura 30. Desarmado de la cámara de un medidor.

Al desarmar el medidor, puede encontrarse los problemas mostrados en las siguientes figuras. La solución más recomendable en cada caso es la sustitución de cada pieza por una nueva.

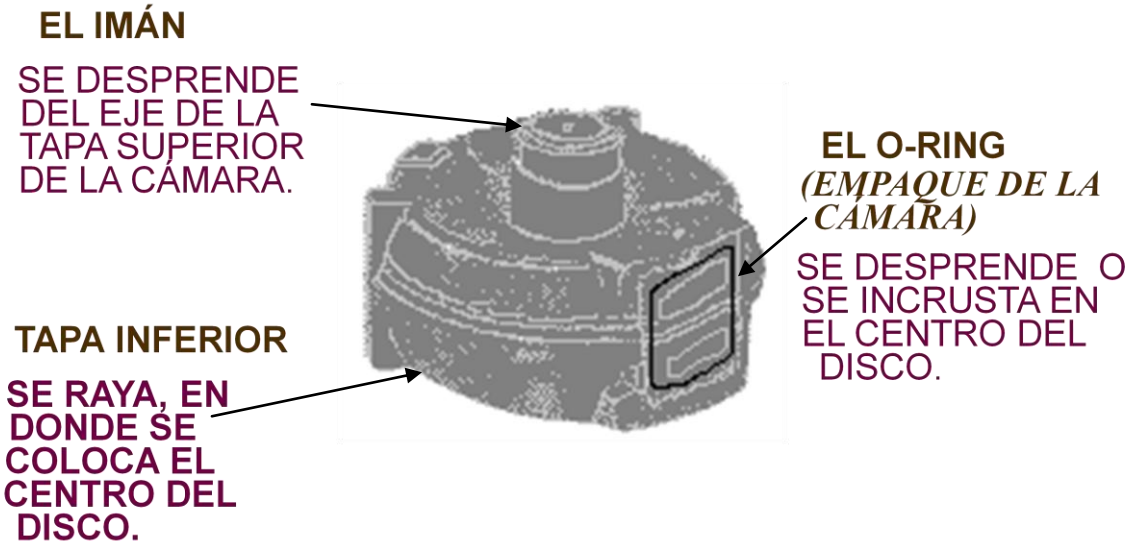


Figura 31. Principales problemas en la cámara de medición.

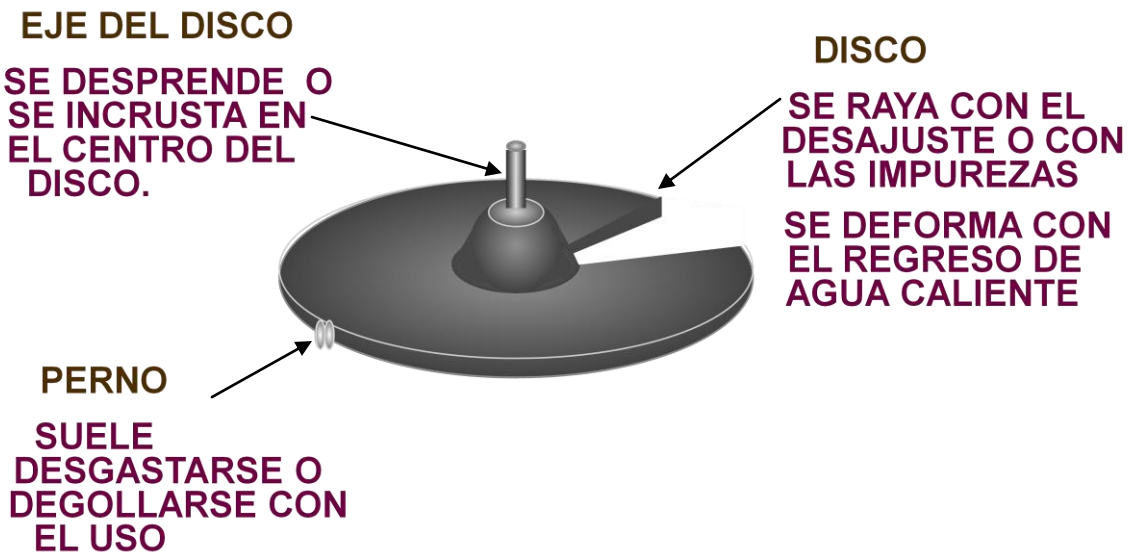


Figura 32. Principales problemas en el disco.

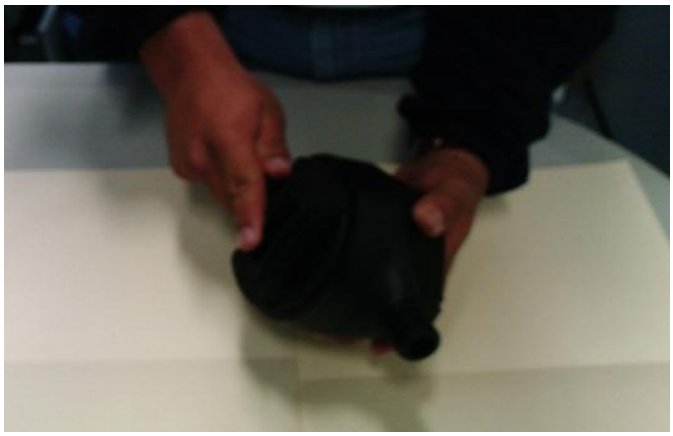
Puede llegar a presentarse el caso de que en algunos sitios los medidores tengan problemas con los sedimentos de las aguas, tal como lo muestran las siguientes figuras:

Figura 33. Incrustaciones en la cámara del medidor.

El mantenimiento a los equipos de medición garantiza contar con información en tiempo y forma. Las recomendaciones aquí descritas han procurado seguir las recomendaciones de Badger Meter, empresa que fabrica los medidores de agua que PUMAGUA ha creído conveniente instalar.

Desarmado del medidor.

1. **TOMAHAWK Y CÁMARA.**



2. **SE GIRA LA TAPA DE LA CÁMARA CON LA LLAVE TOMAHAWK.**

3. **SE QUITAN LA TAPAS DE LA CÁMARA.**

4. **SE QUITAN LA TAPAS DE LA CÁMARA.**

5. **SE QUITAN LOS EMPAQUES DEL MEDIDOR.**

6. **SE QUITA EL SEGURO DE LA CÁMARA DE MEDICIÓN.**

7. SE SACA LA CÁMARA DE MEDICIÓN Y EL FILTRO O REJILLA.

Anexo A

Especificaciones técnicas de medidores volumétricos.

PUMAGUA.

Badger Meter de las Américas SA de CV.

Especificación técnica LP. Medidor volumétrico de disco nutante de 5/8" de Plástico (15 mm)

Tabla 1. Especificaciones de medidor de 5/8" (15 mm).

Clase metrológica:	***B.***
Norma oficial mexicana:	**NOM-012-SCFI-1994.**
Rango de operación (100% +- 1.5%):	**0.057 – 4.5 m3/h.**
Flujo bajo (precisión mínima 95%):	**0.028 m3/h.**
Flujo máximo de operación continua:	**2.3 m3/h.**
Pérdidas de presión a flujo máximo de operación continua:	**0.14 bar a .23 m3/h.**
Temperatura máxima de operación:	**26º C.**
Presión máxima de operación:	**150 PSI- 10 bar- 10.2 kg/cm2.**
Elemento de medición:	**Volumétrico. Desplazamiento positivo por disco nutante.**
Tipo de registro:	**Lectura directa, en m3, sellado hermético, transmisión magnética estándar. Unidades de lectura remotas o automáticas por radiofrecuencia al paso (toque), radiofrecuencia o teléfono <opcionales>.**
Capacidad de registro:	**Seis dígitos.**
Conexiones:	**Disponibles en bronce y termoplástico con conexión a tubo roscado de 5/8" (15 mm).**
Filtro colador:	**Área efectiva de filtrado mayor a dos veces el área de la sección de entrada de 5/8" (15 mm).**

Tabla 2. Materiales de un medidor de 5/8" (15 mm).

Cuerpo del medidor:	**Bronce.**
Tapa inferior del cuerpo:	**Bronce, Hierro, Termoplástico.**
Cámara de medición:	**Termoplástico.**
Disco:	**Termoplástico.**
Coladera (filtro):	**Termoplástico.**
Eje del disco:	**Acero inoxidable.**
Magneto:	**Cerámica.**

Eje del magneto:	**Acero inoxidable.**
Cubierta del registro:	**Termoplástico, bronce.**
Cuerpo del generador:	**Termoplástico.**

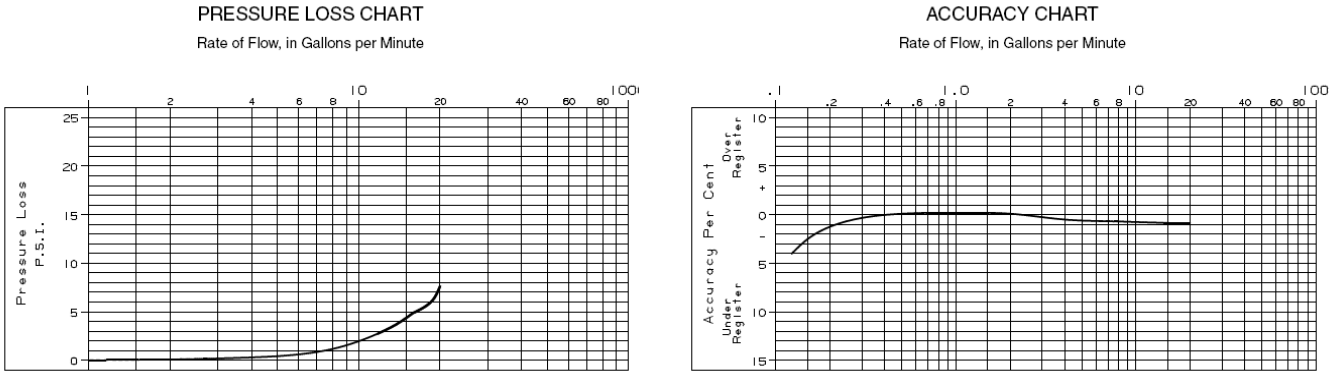
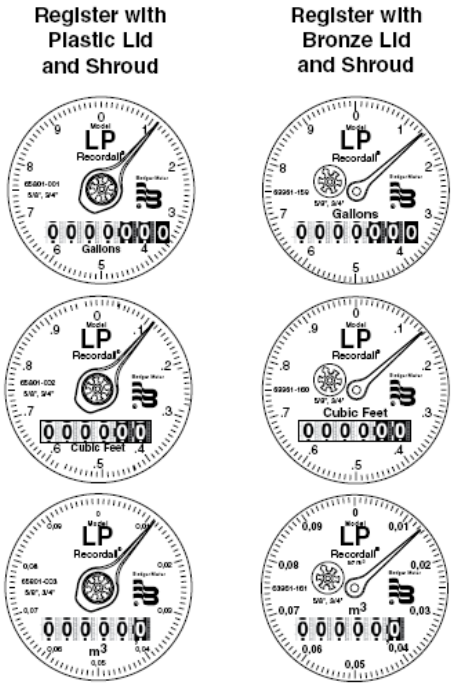


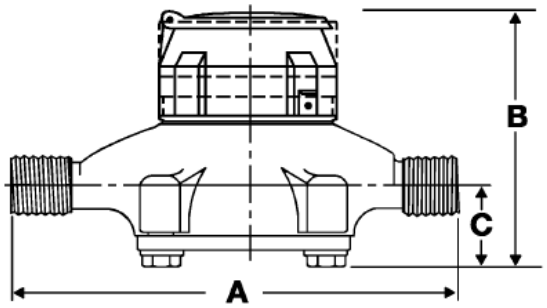
Figura 5.0.- Pérdidas de carga en un medidor de 5/8" de bronce.

METER SIZE	METER MODEL	A LAYING LENGTH	B HEIGHT REG./RTR®	B HEIGHT ADE®	C CENTERLINE BASE	WIDTH	APPROX. SHIPPING WEIGHT
5/8" (15mm)	LP	7½" (190mm)	3.70"/4.12"	4.62"	1.26"	3.75"	3 lbs.

Sweep Hand Registration

MODEL	GALLON	CU.FT.	CU. METER
MLP	10	1	.1





Badger®, RTR®, ADE®, and Recordall® are registered trademarks of Badger Meter, Inc.
TORX® is a registered trademark of Camcar, Division of Textron, Inc.

Figura 6.0.- Dimensiones de un medidor de 5/8" de bronce.

Especificación técnica LP. Medidor volumétrico de disco nutante de 5/8" de Bronce (15 mm)

Tabla 3. Especificaciones de medidor de 5/8" (15 mm) de plástico.

Clase metrológica:	***B.***
Norma oficial mexicana:	**NOM-012-SCFI-1994.**
Rango de operación (100% +- 1.5%):	**0.11 – 5.7 m3/h.**
Flujo bajo (precisión mínima 95%):	**0.057 m3/h.**
Flujo máximo de operación continua:	**3.4 m3/h.**
Pérdidas de presión a flujo máximo de operación continua:	**0.29 bar a 3.4 m3/h.**
Temperatura máxima de operación:	**26º C.**
Presión máxima de operación:	**150 PSI- 10 bar- 10.2 kg/cm2.**
Elemento de medición:	**Volumétrico. Desplazamiento positivo por disco nutante.**
Tipo de registro:	**Lectura directa, en m3, sellado hermético, transmisión magnética estándar. Unidades de lectura remotas o automáticas por radiofrecuencia al paso (toque), radiofrecuencia o teléfono <opcionales>.**
Capacidad de registro:	**Seis dígitos.**
Conexiones:	**Disponibles en bronce y termoplástico con conexión a tubo roscado de 5/8" (15 mm).**
Filtro colador:	**Área efectiva de filtrado mayor a dos veces el área de la sección de entrada de 5/8" (15 mm).**

Tabla 4. Materiales de un medidor de 5/8" (15 mm) de plático.

Cuerpo del medidor:	**Termoplástico.**
Tapa inferior del cuerpo:	**Bronce, Hierro, Termoplástico.**
Cámara de medición:	**Termoplástico.**
Disco:	**Termoplástico.**
Coladera (filtro):	**Termoplástico.**
Eje del disco:	**Acero inoxidable.**
Magneto:	**Cerámica.**
Eje del magneto:	**Acero inoxidable.**

Cubierta del registro:	**Termoplástico, bronce.**
Cuerpo del generador:	**Termoplástico.**

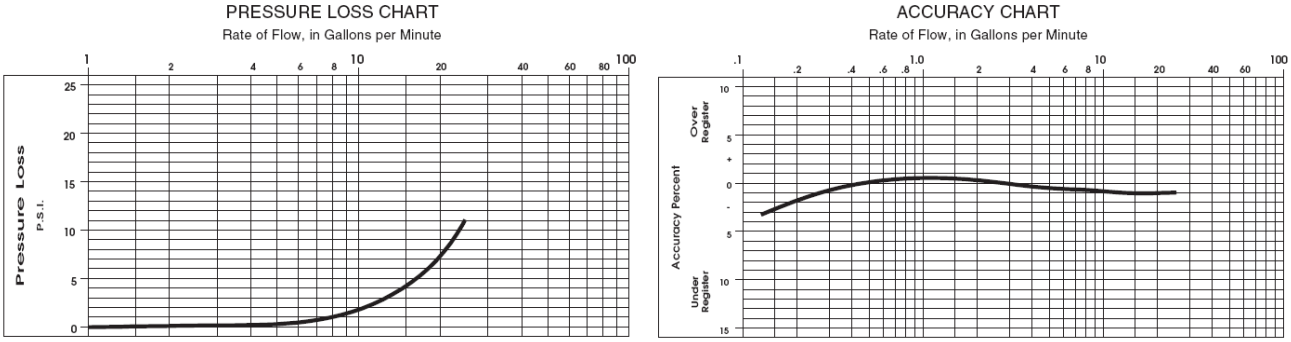


Figura 7.0.- Pérdidas de carga en un medidor de 5/8" de plástico.

METER SIZE	METER MODEL	A LAYING LENGTH	B HEIGHT REG./RTR®	C HEIGHT GEN.	D CENTERLINE BASE	WIDTH	APPROX. SHIPPING WEIGHT
5/8" (15mm)	25PN	7½" (190mm)	5 1/16" (128mm)	6 7/16" (163mm)	1¾" (44mm)	4 13/16" (122mm)	2½lb. (1.0kg)

Sweep Hand Registration

MODEL	GALLON	CU.FT.	CU. METER
M25	10	1	.1/.01

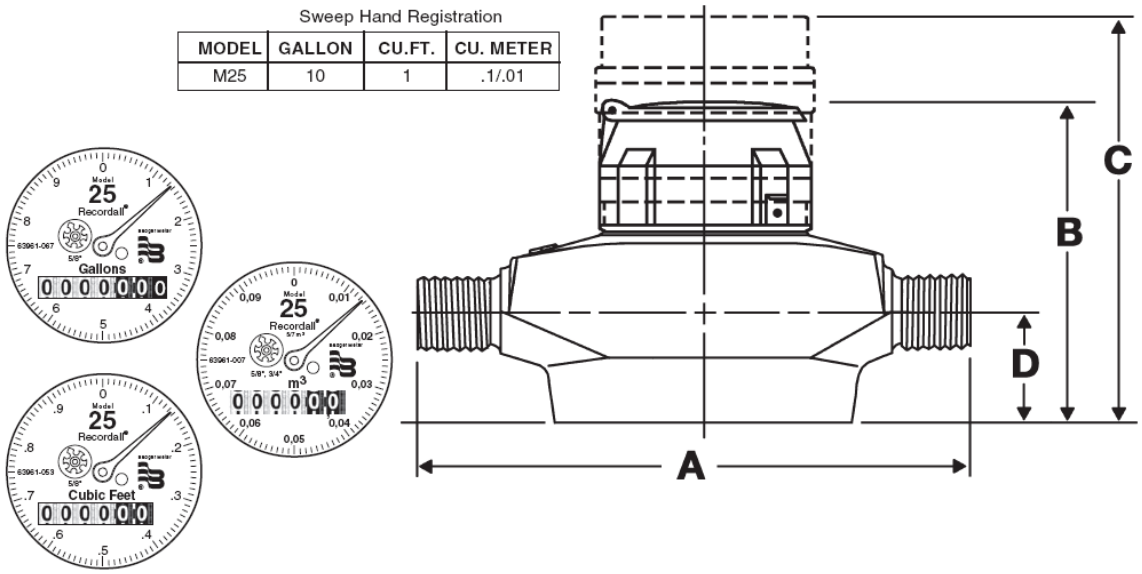


Figura 8.0.- Dimensiones de un medidor de 5/8" de plástico.

Especificación técnica LP. Medidor volumétrico de disco nutante de 3/4" de Plástico (20 mm)

Tabla 5. Especificaciones de medidor de 3/4" (20 mm).

Clase metrológica:	***B.***
Norma oficial mexicana:	**NOM-012-SCFI-1994.**
Rango de operación (100% +- 1.5%):	**1.0 – 6.8 m3/h.**
Flujo bajo (precisión mínima 95%):	**0.057 m3/h.**
Flujo máximo de operación continua:	**3.4 m3/h.**
Pérdidas de presión a flujo máximo de operación continua:	**0.14 bar a .23 m3/h.**
Temperatura máxima de operación:	**26º C.**
Presión máxima de operación:	**150 PSI- 10 bar- 10.2 kg/cm2.**
Elemento de medición:	**Volumétrico. Desplazamiento positivo por disco nutante.**
Tipo de registro:	**Lectura directa, en m3, sellado hermético, transmisión magnética estándar. Unidades de lectura remotas o automáticas por radiofrecuencia al paso (toque), radiofrecuencia o teléfono <opcionales>.**
Capacidad de registro:	**Seis dígitos.**
Conexiones:	**Disponibles en bronce y termoplástico con conexión a tubo roscado de 1" (25 mm).**
Filtro colador:	**Área efectiva de filtrado mayor a dos veces el área de la sección de entrada de 1" (25 mm).**

Tabla 6. Materiales de un medidor de 3/4" (20 mm). Plástico.

Cuerpo del medidor:	**Termoplástico.**
Tapa inferior del cuerpo:	**Bronce, Hierro, Termoplástico.**
Cámara de medición:	**Termoplástico.**
Disco:	**Termoplástico.**
Coladera (filtro):	**Termoplástico.**
Eje del disco:	**Acero inoxidable.**
Magneto:	**Cerámica.**
Eje del magneto:	**Acero inoxidable.**

Cubierta del registro:	**Termoplástico, bronce.**
Cuerpo del generador:	**Termoplástico.**

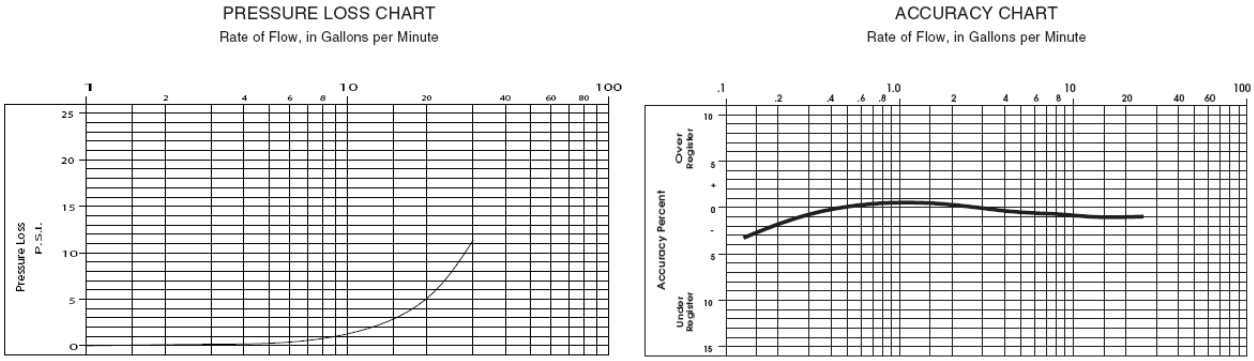


Figura 9.0.- Pérdidas de carga en un medidor de 3/4" de plástico.

METER SIZE	METER MODEL	A LAYING LENGTH	B HEIGHT REG. / RTR	C HEIGHT GEN.	D CENTERLINE BASE	WIDTH	APPROX. SHIPPING WEIGHT
3/4" (20mm)	25PN	9" (229mm)	5 1/16" (128mm)	6 7/16" (163mm)	1 3/4" (44mm)	4 13/16" (122mm)	3 lb. (1.4kg)

Sweep Hand Registration

MODEL	GALLON	CU.FT.	CU. METER
M25	10	1	.1/.01

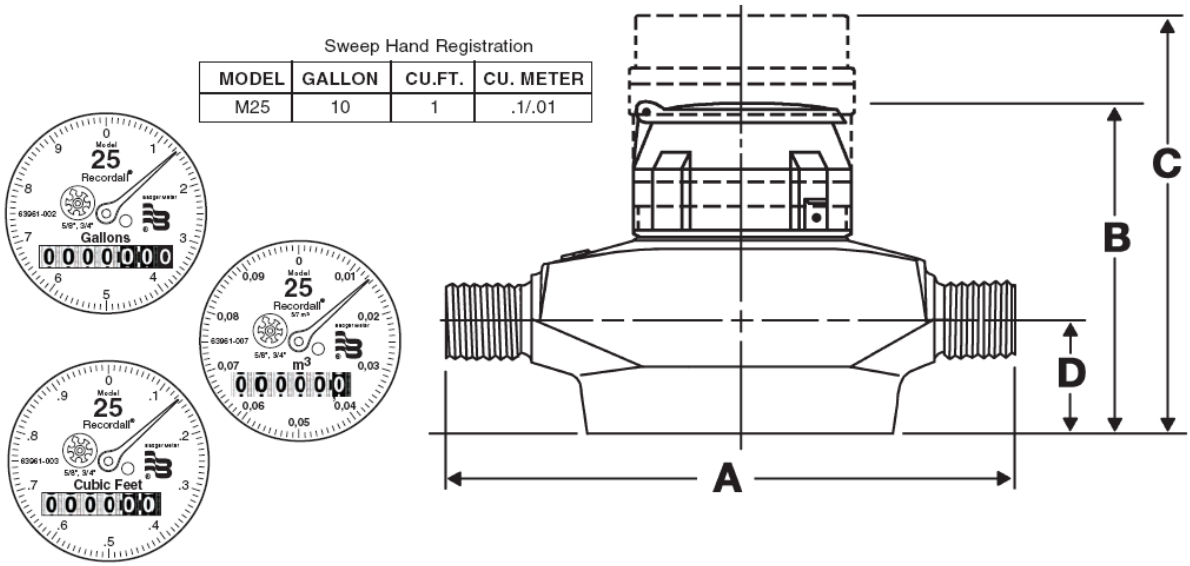


Figura 10.0.- Dimensiones de un medidor de 3/4" de plástico.

Especificación técnica LP. Medidor volumétrico de disco nutante de 3/4" de Bronce (20 mm)

Tabla 7. Especificaciones de medidor de 3/4" (20 mm) de bronce

Clase metrológica:	***B.***
Norma oficial mexicana:	**NOM-012-SCFI-1994.**
Rango de operación (100% +- 1.5%):	**0.17 – 7.9 m3/h.**
Flujo bajo (precisión mínima 95%):	**0.085 m3/h.**
Flujo máximo de operación continua:	**5.7 m3/h.**
Pérdidas de presión a flujo máximo de operación continua:	**0.37 bar a 5.7 m3/h.**
Temperatura máxima de operación:	**26º C.**
Presión máxima de operación:	**150 PSI- 10 bar- 10.2 kg/cm2.**
Elemento de medición:	**Volumétrico. Desplazamiento positivo por disco nutante.**
Tipo de registro:	**Lectura directa, en m3, sellado hermético, transmisión magnética estándar. Unidades de lectura remotas o automáticas por radiofrecuencia al paso (toque), radiofrecuencia o teléfono <opcionales>.**
Capacidad de registro:	**Seis dígitos.**
Conexiones:	**Disponibles en bronce y termoplástico con conexión a tubo roscado de 3/4" (20 mm).**
Filtro colador:	**Área efectiva de filtrado mayor a dos veces el área de la sección de entrada de 3/4" (20 mm).**

Tabla 8. Materiales de un medidor de 3/4" (20 mm). Bronce

Cuerpo del medidor:	**Bronce**
Tapa inferior del cuerpo:	**Bronce, Hierro, Termoplástico.**
Cámara de medición:	**Termoplástico.**
Disco:	**Termoplástico.**
Coladera (filtro):	**Termoplástico.**
Eje del disco:	**Acero inoxidable.**
Magneto:	**Cerámica.**
Eje del magneto:	**Acero inoxidable.**

Cubierta del registro:	**Termoplástico, bronce.**
Cuerpo del generador:	**Termoplástico.**

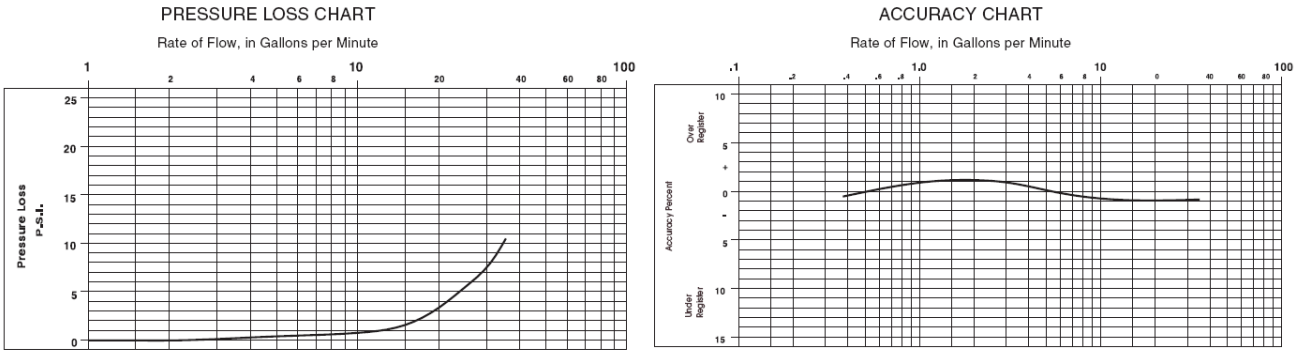


Figura 11.0.- Pérdidas de carga en un medidor de 3/4" de plástico.

METER SIZE	METER MODEL	A LAYING LENGTH	B HEIGHT REG. / RTR	C HEIGHT GEN.	D CENTERLINE BASE	WIDTH	APPROX. SHIPPING WEIGHT
3/4" (20mm)	35	7 1/2" (190mm)	5 1/4" (133mm)	6 5/8" (168mm)	1 5/8" (41mm)	5" (127mm)	5 1/2 lb. (2.5kg)
3/4" (20mm)	35	9" (229mm)	5 1/4" (133mm)	6 5/8" (168mm)	1 5/8" (41mm)	5" (127mm)	5 3/4 lb. (2.6kg)
3/4" x 1" (20mm)	35	9" (229mm)	5 1/4" (133mm)	6 5/8" (168mm)	1 5/8" (41mm)	5" (127mm)	6 lb. (2.7kg)

Sweep Hand Registration

MODEL	GALLON	CU.FT.	CU. METER
M35	10	1	.1

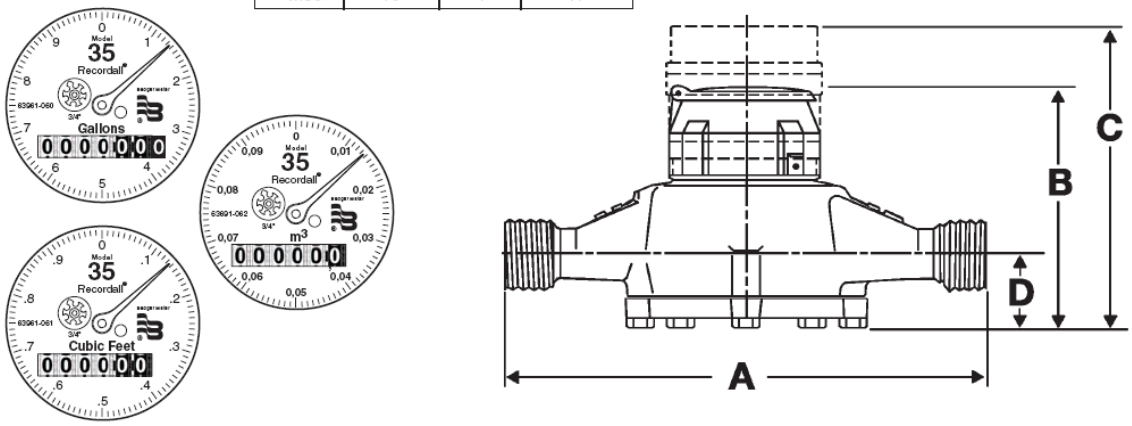


Figura 12.0.- Dimensiones de en medidor de 3/4" de bronce.

Especificación técnica RD-T-1 12-01. Medidor volumétrico de disco nutante de 1" (25 mm). Plástico.

Tabla 9. Especificaciones de medida 1" (25 mm).

Clase metrológica:	***B.***
Norma oficial mexicana:	**NOM-012-SCFI-1994.**
Rango de operación (100% +- 1.5%):	**0.28 –16.00 m3/h.**
Flujo bajo (precisión mínima 95%):	**0.17 m3/h.**
Flujo máximo de operación continua:	**11.30 m3/h.**
Pérdidas de presión a flujo máximo de operación continua:	**0.45 bar a 11.30 m3/h.**
Temperatura máxima de operación:	**45º C.**
Presión máxima de operación:	**150 PSI- 10 bar- 10.2 kg/cm2.**
Elemento de medición:	**Volumétrico. Desplazamiento positivo por disco nutante.**
Tipo de registro:	**Lectura directa, en m3, sellado hermético, transmisión magnética estándar. Unidades de lectura remotas o automáticas por radiofrecuencia al paso (toque), radiofrecuencia o teléfono <opcionales>.**
Capacidad de registro:	**Seis dígitos.**
Conexiones:	**Disponibles en bronce y termoplástico con conexión a tubo roscado de 1" (25 mm).**
Filtro colador:	**Área efectiva de filtrado mayor a dos veces el área de la sección de entrada de 1" (25 mm).**

Tabla 10. Tamaños de las conexiones y de las salidas del medidor.

Tamaño designación	x	Longitud "L"	Diámetro de barreno "B"	Tuerca de conexión a tubo	Cuerda para tubo NPT
1" (25 mm)	**x**	**10 3/4" (273 mm)**	**1" (25 mm)**	**1 1/4" (1") 31 mm (25 mm)**	**1" (25 mm)**

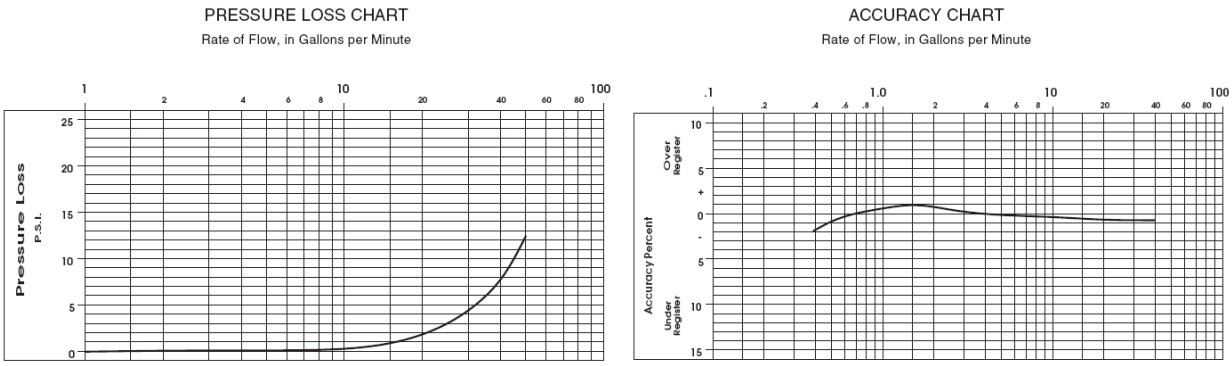


Figura 13.0.- Pérdidas de carga en un medidor de 1”

METER SIZE	METER MODEL	A LAYING LENGTH	B HEIGHT REG./RTR®	C HEIGHT GEN.	D CENTERLINE BASE	WIDTH	APPROX. SHIPPING WEIGHT
5/8" (15mm)	25PN	7 1/2" (190mm)	5 1/16" (128mm)	6 7/16" (163mm)	1 3/4" (44mm)	4 13/16" (122mm)	2 1/2 lb. (1.0kg)

Sweep Hand Registration

MODEL	GALLON	CU.FT.	CU. METER
M25	10	1	.1/.01

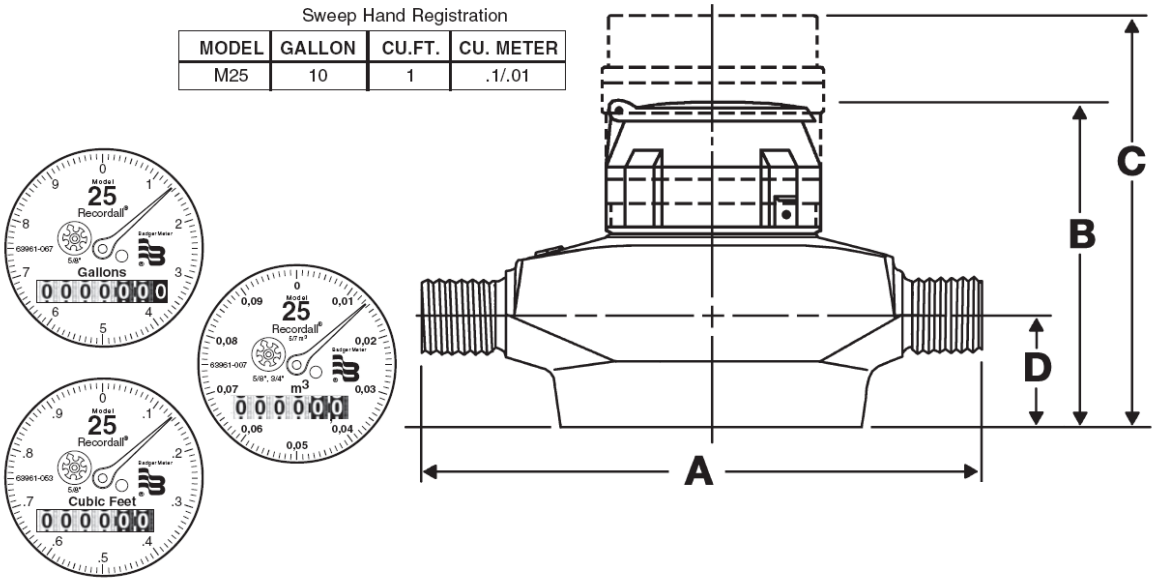


Figura 14.0.- Dimensiones de un medidor de 1”.

Especificación técnica RD-T-1 1/2 12-01. Medidor volumétrico de disco nutante de 1 1/2" (DN 40 mm). Bronce

Tabla 11. Especificaciones de medida 1 1/2" (40 mm).

Clase metrológica:	***B.***
Norma oficial mexicana:	**NOM-012-SCFI-1994.**
Rango de operación (100% +- 1.5%):	**0.57 –27.00 m3/h.**
Flujo bajo (precisión mínima 95%):	**0.28 m3/h.**
Flujo máximo de operación continua:	**18.00 m3/h.**
Pérdidas de presión a flujo máximo de operación continua:	**0.33 bar a 18.00 m3/h.**
Temperatura máxima de operación:	**45º C.**
Presión máxima de operación:	**150 PSI- 10 bar- 10.2 kg/cm2.**
Elemento de medición:	**Volumétrico. Desplazamiento positivo por disco nutante.**
Tipo de registro:	**Lectura directa, unidades m3, sellado hermético, transmisión magnética estándar. Unidades de lectura remotas o automáticas por radiofrecuencia al paso (toque), radiofrecuencia o teléfono <opcionales>.**
Capacidad de registro:	**Seis dígitos.**
Conexiones:	**Bridas elípticas de dos orificios tipo AWWA o salida roscada hembra NPT con conexión a tubo roscado de 1 1/2" (40 mm).**
Filtro colador:	**Área efectiva de filtrado mayor a dos veces el área de la sección de entrada de 1 1/2" (40 mm).**

Tabla 12. Materiales del medidor de 1 ½"

Cuerpo del medidor:	**Bronce.**
Tapa inferior del cuerpo:	**Bronce, Hierro, Termoplástico.**
Cámara de medición:	**Termoplástico.**
Disco:	**Termoplástico.**
Coladera (filtro):	**Termoplástico.**
Eje del disco:	**Acero inoxidable.**
Magneto:	**Cerámica.**
Eje del magneto:	**Acero inoxidable.**

Cubierta del registro:	**Termoplástico, bronce.**
Cuerpo del generador:	**Termoplástico.**

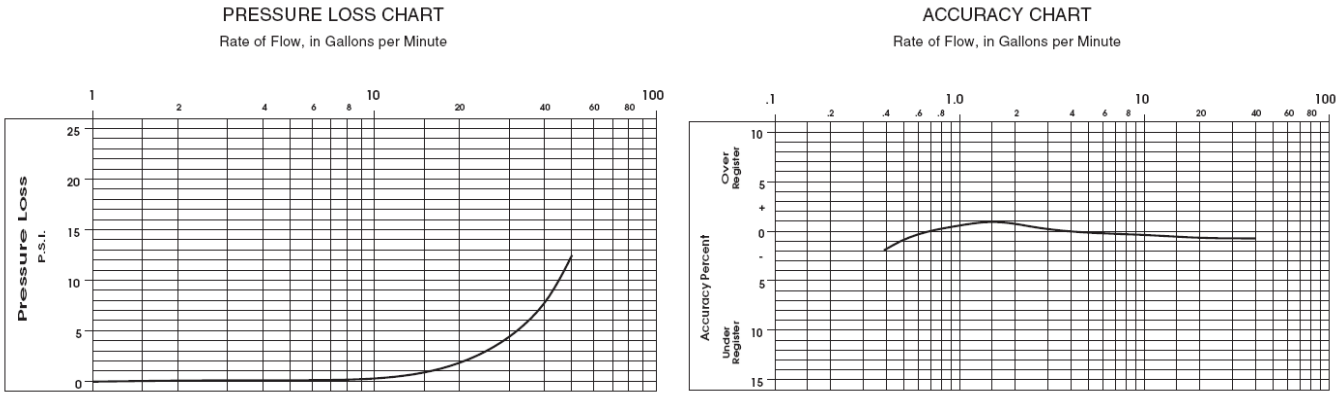


Figura 15.0.- Pérdidas de carga en un medidor de 1 1/2”

METER SIZE	METER MODEL	A LAYING LENGTH	B HEIGHT REG. / RTR	C HEIGHT GEN.	D CENTERLINE BASE	WIDTH	APPROX. SHIPPING WEIGHT
1" (25mm)	40PN	10¾" (273mm)	5¾" (146mm)	7 3/16" (183mm)	1 15/16" (49mm)	5 15/16" (151mm)	5 lb. (2.3kg)

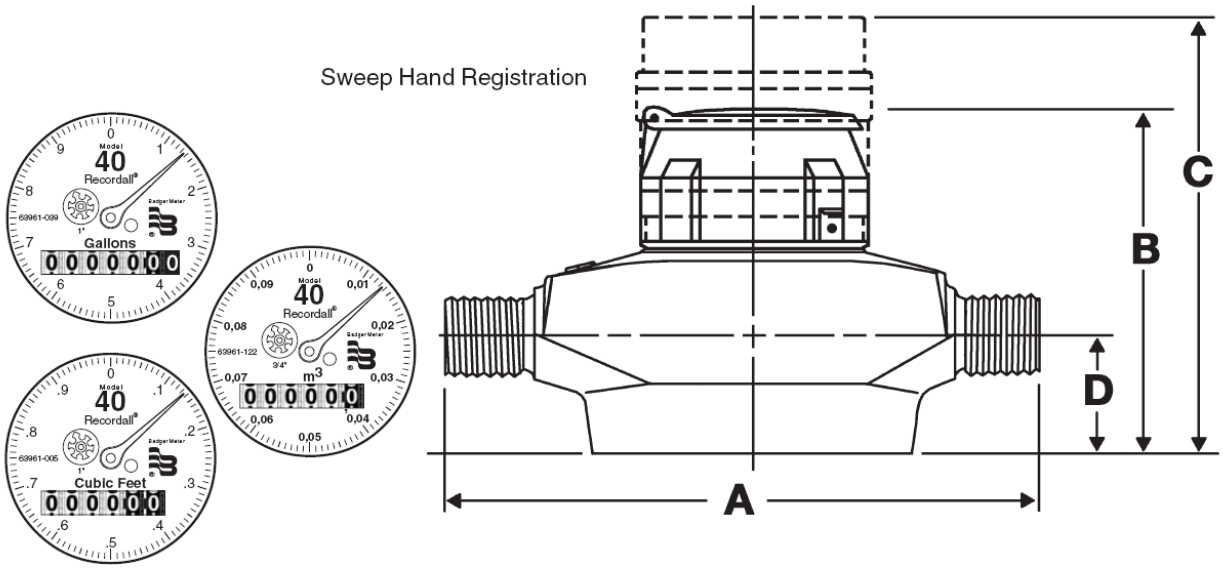


Figura 16.0.- Dimensiones de un medidor de 1 1/2”

Especificación técnica RD-T-2 12-01 Medidor volumétrico de disco nutante de 2” (DN 50 mm). Bronce.

Tabla 13. Especificaciones de medida 2” (50 mm).

Clase metrológica:	***B.***
Norma oficial mexicana:	**NOM-012-SCFI-1994.**
Rango de operación (100% +- 1.5%):	**0.57 –39.00 m3/h.**
Flujo bajo (precisión mínima 95%):	**0.34 m3/h.**
Flujo máximo de operación continua:	**23.00 m3/h.**
Pérdidas de presión a flujo máximo de operación continua:	**0.23 bar a 23.00 m3/h.**
Temperatura máxima de operación:	**45º C.**
Presión máxima de operación:	**150 PSI- 10 bar- 10.2 kg/cm2.**
Elemento de medición:	**Volumétrico. Desplazamiento positivo por disco nutante.**
Tipo de registro:	**Lectura directa, unidades m3, sellado hermético, transmisión magnética estándar. Unidades de lectura remotas o automáticas por radiofrecuencia al paso (toque), radiofrecuencia o teléfono <opcionales>.**
Capacidad de registro:	**Seis dígitos.**
Conexiones:	**Bridas elípticas de dos orificios tipo AWWA o salida roscada hembra NPT con conexión a tubo roscado de 2 ” (50 mm).**
Filtro colador:	**Área efectiva de filtrado mayor a dos veces el área de la sección de entrada de 2” (50 mm).**

Tabla 14. Materiales de un medidor de 2” (50 mm).

Cuerpo del medidor:	**Bronce.**
Tapa inferior del cuerpo:	**Bronce, Hierro, Termoplástico.**
Cámara de medición:	**Termoplástico.**
Disco:	**Termoplástico.**
Coladera (filtro):	**Termoplástico.**
Eje del disco:	**Acero inoxidable.**
Magneto:	**Cerámica.**

Eje del magneto:	**Acero inoxidable.**
Cubierta del registro:	**Termoplástico, bronce.**
Cuerpo del generador:	**Termoplástico.**

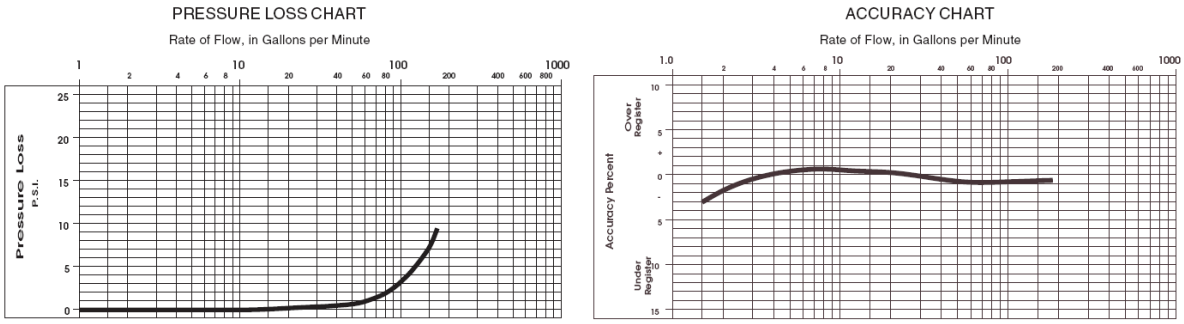


Figura 17.0.- Pérdidas de carga en un medidor de 2”

METER SIZE	METER MODEL	A LAYING LENGTH	B HEIGHT REG./RTR	C HEIGHT GEN.	D CENTERLINE BASE	WIDTH	APPROX. SHIPPING WEIGHT
2" (50mm)	170 EL, Hex. 170 EL, TP	15¼" (387mm)	8" (203mm)	9⅜" (238mm)	2⅞" (73mm)	9½" (241mm)	30 lb. (13.6kg)
2" (50mm)	170 ELL, 170 ELL, TP	17" (432mm)	8" (203mm)	9⅜" (238mm)	2⅞" (73mm)	9½" (241mm)	30 lb. (13.6kg)

EL = Elliptical ELL = Elliptical Long Hex = Hexagon, 2" - 11½ NPT Thread TP=Test Plug 1"

Sweep Hand Registration

MODEL	GALLON	CU.FT.	CU. METER
M170	100	10	1

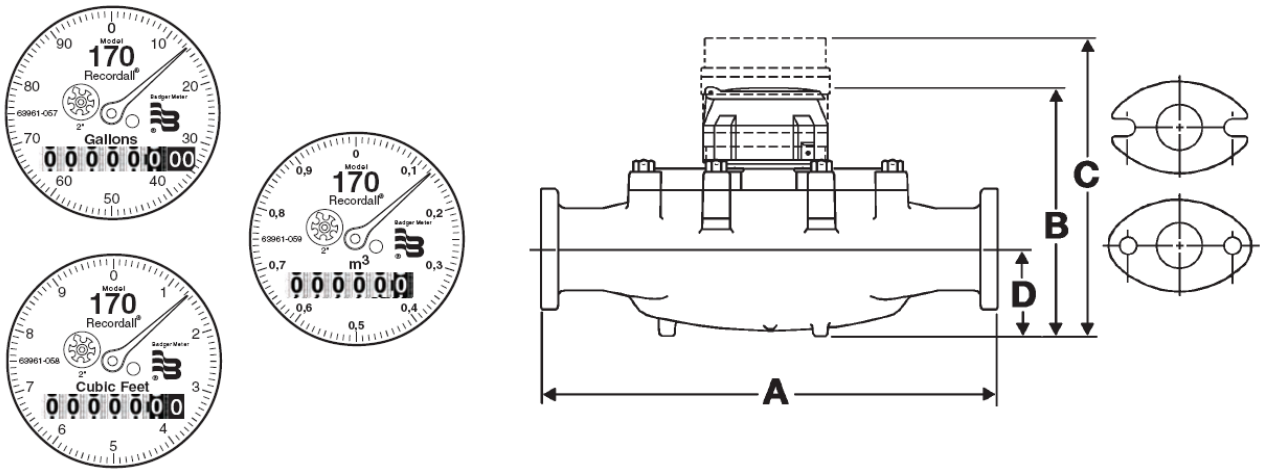


Figura 18.0.- Dimensiones de un medidor de 2”

Bibliografía

- Guaycochea, Darío. "Flujo en tubos a presión". Universidad Autónoma Metropolitana. Edición de libros de texto. 1992.
- Manual de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) 2007. CONAGUA.
- http://www.badgermeter.com/water.aspx

PUMAGUA

www.pumagua.unam.mx