

**Normas y Lineamientos Técnicos para las Instalaciones de Agua Potable, Agua  
Tratada, Alcantarillado Sanitario y Pluvial de los Fraccionamientos y Condominios de  
las Zonas Urbanas del Estado de Querétaro**

**ÍNDICE**

<b>1.</b>	<b>Agua Potable</b>	<b>Pag.</b>
<b>1.1</b>	<b>Datos para el proyecto</b>	<b>2</b>
1.1.1	Población	3
1.1.2	Dotación	4
1.1.3	Gastos de diseño	6
	Gasto medio diario	6
	Gasto máximo diario	6
	Gasto máximo horario	6
1.1.4	Definición esquemática de los principales componentes de un sistema de agua potable	7
<b>1.2</b>	<b>Línea de conducción</b>	<b>8</b>
1.2.1	Tipos de líneas de Conducción	8
	Conducción por bombeo	
	Conducción por gravedad	8
	Conducción mixta	8
1.2.2	Conceptos a considerar para el diseño	8
	Gasto de diseño	9
	Pérdidas de energía por fricción	9
	Pérdidas de energía por fricción en función de $n$	9
	Pérdidas secundarias	9
	Tabla 1.2.2.a. Valores de $k$ coeficiente de pérdidas secundarias	10
	Tabla 1.2.2.b. Coeficiente $n$ de fricción en las tuberías	10
	Velocidad del agua en las tuberías	10
	Tabla 1.2.2.c. Velocidad máxima y mínima permitida en tuberías	11
1.2.3	Cálculo del diámetro en las tuberías	11
1.2.4	Procedimiento para el cálculo de la línea de conducción por bombeo	12
<b>1.3</b>	<b>Tanque de regulación</b>	<b>13</b>
	Tabla 1.3.a. Variación del gasto horario en diferentes ciudades del país	13
	Tabla 1.3.b. Régimen de demandas	14
1.3.1	Volumen del tanque	14
	Tabla 1.3.1.b Valor de "F" para distintos horarios de bombeo	15
1.3.2	Cisterna y Tinaco	17
<b>1.4</b>	<b>Redes de distribución</b>	<b>18</b>
1.4.1	Formas de distribución	18
1.4.2	Criterio del cálculo hidráulico	19
1.4.3	Consideraciones adicionales para los proyectos de agua potable	21
<b>1.5</b>	<b>Válvulas</b>	<b>22</b>
<b>1.6</b>	<b>Sistema de bombeo secundario</b>	<b>25</b>



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



## 1. Agua Potable

### 1.1.- Datos para el proyecto

Para llevar a cabo los proyectos de Agua Potable de los fraccionamientos, condominios y unidades condominales, se deben de conocer los siguientes datos:

Tabla 1.1.a.-Datos a considerar en el diseño de proyectos de agua potable.

No	Dato	Característica
1	Tipo de desarrollo	Habitacional Fraccionamiento Comercial Condominio Industrial Unidad Condominal Mixto
2	Tabla de áreas de usos del suelo (m2)	Terreno Vendible (habitacional, comercial etc.) Vialidad Donaciones Verde Otros
3	Número de lotes	Cantidad (habitacional, comercial etc.)
4	Densidad de población autorizada	Hab. / Ha o hab. / lote
5	Población de proyecto	Habitantes (total para el desarrollo)
6	Gasto medio diario	l.p.s.
7	Gasto máximo diario	l.p.s.
8	Gasto máximo horario	l.p.s.
9	Coeficiente de variación diaria	1.2 a 1.5
10	Coeficiente de variación horaria	1.5 a 2.0
11	Tipo de tubería a emplear	Material, características
12	Coeficiente de rugosidad de la tubería	f (material de la tubería)
13	Punto de conexión definido por la C.E.A.	Ubicación del cruce de conexión
14	Presión disponible en el punto de conexión definido por la C.E.A.	Definir carga que proporcionará el punto de conexión
15	Tipo de conducción	Gravedad, bombeo, combinada
16	Regularización	Tanque superficial, tanque elevado
17	Capacidad de la regularización	m3
18	Rebombeo	Tanque superficial
19	Capacidad de rebombeo	m3
20	Tipo de Distribución	Gravedad, bombeo, combinada
21	Definir si habrá reúso de aguas negras o grises	Describir
22	Sistema de Distribución Celular	Nombre y número



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



### 1.1.1 Población

La población para el proyecto deberá ser la cantidad total que tendrá el desarrollo al 100% de su capacidad, aunque el desarrollo se realice por etapas.

Para el caso de los desarrollos habitacionales el número total de habitantes por servir, será el producto de multiplicar el número de viviendas por la cantidad de habitantes por lote, en la ciudad de Querétaro y zonas urbanas del estado se deberán de considerar 5 habitantes por lote.

Para el caso de desarrollos comerciales e industriales, se deberá de presentar un estudio con las siguientes consideraciones:

Tabla 1.1.1.a.- consideraciones de diseño.

No	Concepto	Característica
1	Número de lotes	Industrial, comercial
1	Densidad autorizada	Habitante / Ha.
2	Número estimado de obreros y empleados	Habitante / turno
3	Numero de turnos que se permitirá trabajar	Uno, dos, tres
4	Dotación de la población	Ver tabla 1.1.2.a

Cálculo de la población:

Desarrollo habitacional:

$$\text{No. de viviendas} \times 5 \text{ habitantes por vivienda} = \text{número total de habitantes}$$

Desarrollo Industrial o comercial:

$$\text{No. de lotes} \times (\text{No. obreros y empleados por lote}) \times \text{No. de turnos} = \text{número total de habitantes}$$

Tanto para el desarrollo habitacional como para el desarrollo industrial o comercial, la población de proyecto no deberá de ser mayor a la densidad de población autorizada en el uso de suelo correspondiente.

**Población de proyecto < o = Densidad de población autorizada para el desarrollo de acuerdo al uso de suelo**



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



## 1.1.2 Dotación

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas que existen en cualquier sistema de distribución, su unidad es en lts / hab. / día.

Para el caso de la ciudad de Querétaro y zonas urbanas del estado de Querétaro la C.E.A. ha definido los siguientes valores. Para la dotación de desarrollos habitacionales, condominios, comercios, industrias y otros giros, sin considerar el reúso y tratamiento del agua residual, deben contemplarse los siguientes:

Tabla 1.1.2.a.- Parámetros en el cálculo del gasto para el cobro de los derechos de infraestructura en el Estado de Querétaro:

Giros	Tipos	Dotación
Habitacional**	Doméstico	200 lts/hab/día
	Doméstico (Administraciones)	150 lts/hab/día
<b>**Esta Dotación la determina la Dirección comercial</b>		
Oficinas	Cualquier género	6 lts/m2/día
Comercios	Comercios secos	
	Si cuentan con baño en cada local (cualquier superficie)	6 lts/m2/día
	Con superficie menor a 500m2	6 lts/m2/día
	De 501m2 a 1,000m2	3 lts/m2/día
	De 1,001m2 a 1,500m2	1.5 lts/m2/día
	De 1,501m2 o más	1 lts/m2/día
	Restaurante	12 lts/persona/día
	Cocina económica	12 lts/m2/día
	Lavado de autos	60 lts/auto
	Lavanderías	40 lts/Kg/ropa
	Mercados	100 lts/puesto/día
	Baños públicos	300 lts/uso/reg/día
Salud	<b>Hospitales y clínicas con hospitalización</b>	<b>500-800 lts/cama/día</b>
	Centros de Salud	350 lts/cama/día
	Orfanatos y asilos	150 lts/cama/día
Educación Cultural	Guarderías Incl. personal	60 lts/persona/día
	Educación elemental	20 lts/alumno/turno
	Personal docente	20 lts/personal/turno
	Media superior	25 lts/alumno/turno
	Exposición temporal	10 lts/asistente/día
Recreación	Alimentos y bebidas	12 lts/comida/día
	Entretenimiento	6 lts/asiento/día
	Recreación social	25 lts/asistente/día
	Deporte/Aire libre/Baños /Vestidor	150 lts/asiento/día
	Estadios, Circos y Ferias	10 lts/asiento/día
	Dotación animales	25 lts/animales/día



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



Tabla 1.1.2.a.- Parámetros en el cálculo del gasto para el cobro de los derechos de infraestructura en el Estado de Querétaro (continuación):

Giros	Tipos	Dotación
Seguridad	Reclusorios	150 lts/interno/día
	Cuarteles	150 lts/persona/día
Industria	Con regaderas + Sup. adicional	100 lts/trabajador/día
	Industrias secas	
	Con superficie menos a 500m <sup>2</sup>	6 lts/m <sup>2</sup> /día
	De 501m <sup>2</sup> a 1,000m <sup>2</sup>	3 lts/m <sup>2</sup> /día
	De 1,001m <sup>2</sup> a 1,500m <sup>2</sup>	1.5 lts/m <sup>2</sup> /día
	De 1,501m <sup>2</sup> o mas	1 lts/m <sup>2</sup> /día
	Otras industrias	30 lts/trabajador/día
Comunicación y transporte	Estación de transporte	10 lts/pasajero/día
	Estacionamiento:	
	Con superficie menor a 500m <sup>2</sup>	2 lts/m <sup>2</sup> /día
	De 501m <sup>2</sup> a 1,000m <sup>2</sup>	1 lts/m <sup>2</sup> /día
	De 1,001m <sup>2</sup> a 1,500m <sup>2</sup>	0.5 lts/m <sup>2</sup> /día
Espacios abiertos	Jardines	5 lts/m <sup>2</sup> /día
	Parques	5 lts/m <sup>2</sup> /día
Ganadero	Caprino y ovino	20 lts/cabeza/día
	Bovino y equino	40 lts/cabeza/día
	Avícola	0.4 lts/cabeza/día
Gasolinero	Gasolinera	6 lts/m <sup>2</sup> /día
Hoteles	Moteles, casa de huéspedes	200 lts/cuarto/día
	Gran turismo	1,000 lts/cuarto/día
	4 y 5 estrellas	750 lts/cuarto/día
	1 a 3 estrellas	400 lts/cuarto/día
Otros	Baños públicos	20 lts/uso/sanitario/día
	Tortillería (Procesa harina)	40 lts/bulto/día
	Tortillería (Procesa maíz)	60 lts/bulto/día
	Molino de nixtamal	0.5 lts/Kg/día
	Hidrante para riego	5 lts/m <sup>2</sup> /día
	Tabiquería	0.8 lts/pza
	Panteón con área verde	6 lts/m <sup>2</sup> /día
	Panteón comunitario seco:	
	Con superficie menor a 500m <sup>2</sup>	2 lts/m <sup>2</sup> /día
	De 501m <sup>2</sup> a 1,000m <sup>2</sup>	1 lts/m <sup>2</sup> /día
	De 1,001m <sup>2</sup> a 1,500m <sup>2</sup>	0.5 lts/m <sup>2</sup> /día
	Iglesia	2 lts/m <sup>2</sup> /día
Industrias, centros comerciales, hoteles y otros de usos múltiples	En base a la memoria de diseño hidráulico presentado por el cliente, previa aprobación por la C.E.A.	



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



### 1.1.3 Gastos de Diseño.

#### Gasto medio diario

El gasto medio es la cantidad de agua requerida, para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

$$Q_{med} = P \times D / 86400$$

donde:

$Q_{med}$	Gasto medio diario en lts. / seg.
P	Número de habitantes
D	Dotación en lts / hab / día
86400	segundos / día

#### Gasto máximo diario

Es el caudal que debe de proporcionar la fuente de abastecimiento y, se utiliza para diseñar:

- La obra de captación
- Los equipos de bombeo
- La línea de conducción antes del tanque de regularización
- El tanque de regularización y almacenamiento

$$Q_{md} = C_{vd} \times Q_{med}$$

donde:

$Q_{md}$	Gasto máximo diario en lts / seg.	
$C_{vd}$	Coeficiente de variación diaria (de 1.2 a 1.5)	<b>La CEA acepta 1.2</b>
$Q_{med}$	Gasto medio diario en lts. / seg.	

#### Gasto máximo horario

El gasto máximo horario, es el requerido para satisfacer las necesidades de la población en el día y a la hora de máximo consumo. Se utiliza para diseñar:

- La línea de alimentación a la red (después del tanque de regularización)
- Las redes de distribución

$$Q_{mh} = C_{vh} \times Q_{md}$$

donde:

$Q_{mh}$	Gasto máximo horario en lts / seg.	
$C_{vh}$	Coeficiente de variación horaria (de 1.5 a 2.0)	<b>La CEA acepta 1.5</b>
$Q_{md}$	Gasto máximo diario en lts. / seg.	

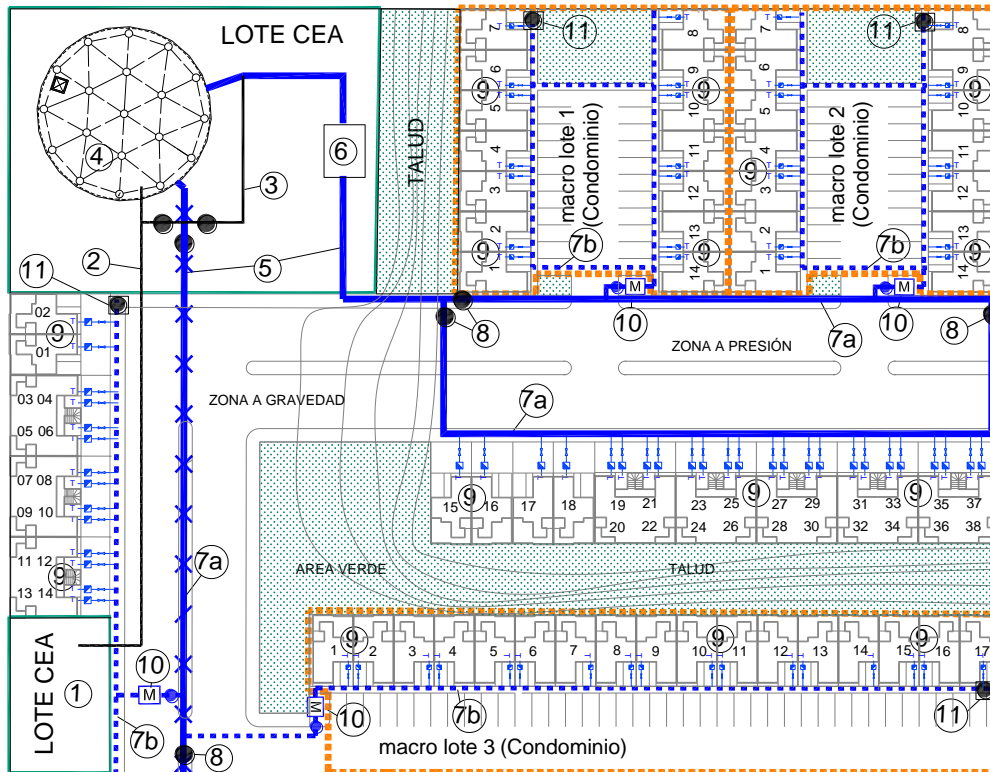


GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



### 1.1.4 Definición esquemática de los principales componentes de un sistema de agua potable

Tabla 1.1.4.a.-Principales componentes de un sistema de agua potable.



No	Componente	No	Componente
1	Fuente de abastecimiento (Estación de bombeo primario), Ver arreglo de fontanería en Cap. 5.	4	Tanque de Regulación y/o Almacenamiento, (Superficial o Elevado) Ver arreglo de tanque en Cap. 5.
2	Línea de Conducción*	5	Línea de Alimentación
3	By-pass (Ver arreglo de fontanería en Cap. 5.)	6	Sistema de Bombeo Secundario (Ver. inciso 1.6 del presente capítulo)
7	Red de Distribución *	9	Toma Domiciliaria
7a	Primaria *	10	<b>Macromedidor</b> (en caja de válvulas en fraccionamiento ó en zona de banquetta fuera de área de condominio) *
7b	Secundaria *		
8	Válvula de Seccionamiento (en caja de válvulas o registro telescópico según diámetro y diseño; ver Cap.5)	11	Válvula de Desfogue (en caja de válvulas, con desfogue a dren pluvial o vialidad)
* Diámetros conforme a cálculo hidráulico; Materiales: ver Cap. 5 (Lineamientos Técnicos).		Simbología: conforme a tabla 4.6.1;	



GOBIERNO DE SOLUCIONES



## 1.2 Línea de conducción.

Se llama línea de conducción, al conjunto de: tuberías, estaciones de bombeo y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua desde una fuente de abastecimiento, hasta el sitio donde será regulada y posteriormente distribuida.

Si existen dos o más fuentes de abastecimiento se denominan redes de conducción.

### 1.2.1 Tipos de Líneas de Conducción

#### Conducción por bombeo.

La conducción por bombeo se requiere cuando la fuente de abastecimiento tiene una altura piezométrica menor a la requerida en el punto de entrega, es decir se encuentra en un nivel inferior al del tanque de regulación ó la red de distribución.

#### Conducción por gravedad.

La conducción por gravedad se requiere cuando la fuente de abastecimiento tiene una altura piezométrica mayor a la requerida en el punto de entrega, es decir se encuentra en un nivel superior al del tanque de regulación ó la red de distribución.

#### Conducción mixta.

Es una combinación de conducción por bombeo en una primera parte y una conducción por gravedad en una segunda parte.

### 1.2.2.-Conceptos a considerar para el diseño.

En este capítulo veremos únicamente el caso de la línea de conducción a presión, entre la fuente de abastecimiento y el tanque de regulación del propio desarrollo. Las tuberías de conducción deberán de cumplir con los aspectos mencionados a continuación:

- Contar con el perfil y el trazo del terreno donde se ubicará la línea.
- No cruzar terrenos particulares.
- Dejar pasillos de servicio entre terrenos para ubicar la línea de conducción. Estos pasillos de servicio deberán ser de 4.00 m de ancho mínimo (2.00 m a cada lado), con acceso libre de construcciones y obstáculos, no se permitirá ningún tipo de construcción
- Buscar el recorrido más corto entre la fuente de abastecimiento y el tanque de regulación.
- Siendo una instalación urbana se instalará en zanjas de acuerdo a las secciones de excavación definidas en capítulo de Lineamientos Técnicos del presente documento.
- Deberá de ubicarse la línea de conducción en zanjas separadas de las redes de distribución.
- En la conducción nunca deberán de conectarse tomas domiciliarias.
- Deberá de contar con válvulas de admisión y expulsión de aire (combinadas) en los sitios más elevados del perfil, en las zonas sensiblemente planas a distancias entre 400 y 800 m Lo anterior es para eliminar el aire presente en el agua y permitir la correcta operación de la línea durante el llenado y vaciado de la misma.
- En los puntos bajos del perfil deberán de colocarse válvulas de desagüe.
- Contar con un tren de descarga que une la fuente de abastecimiento con la línea de conducción



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**





### Gasto de diseño.

El gasto de diseño está en función del gasto que se debe entregar al tanque y del gasto que proporciona la fuente de abastecimiento.

$$Q_e = Q_d / \text{No. horas bombeo por día}$$

### Pérdidas de energía por fricción en la conducción.

Para el cálculo de las pérdidas de carga por fricción, se utiliza la fórmula de Darcy-Weisback:

$$h_f = f \frac{L \times V^2}{D \ 2g}$$

donde:

- $h_f$  Pérdida de energía por fricción, en metros de columna de agua.
- $f$  Coeficiente de pérdidas por rozamiento
- $L$  longitud de tubería en m.
- $V$  Velocidad media del flujo en m/seg.
- $D$  Diámetro interior de la tubería en m.
- $g$  Aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg.<sup>2</sup>

### Pérdidas de energía por fricción en la conducción en función de $n$

La formula anterior de pérdida de energía se puede expresar de manera más práctica, en función de  $n$  (coeficiente de rugosidad de la tubería) con la fórmula de Manning

$$h_f = K \times L \times Q^2 = \frac{10.3 \times n^2 \times L \times Q^2}{D^{16/3}}$$

donde:

- $h_f$  Pérdida por fricción en metros de columna de agua.
- $L$  Longitud de la tubería en m.
- $Q$  Gasto en m<sup>3</sup> / seg.
- $n$  Coeficiente de rugosidad (ver Tabla 1.2.2.b. en este capítulo)
- $D$  Diámetro de la tubería en m.

### Pérdidas secundarias o menores

Se entiende por pérdidas secundarias las producidas por ensanchamientos, contracciones, cambios de dirección, entradas, salidas, válvulas y, demás accesorios de las tuberías. Estas pérdidas en algunos casos no son significativas y normalmente se ignoran, salvo que el proyectista considere necesario calcularlas, se emplea la siguiente formula.

$$h = k \frac{V^2}{2g}$$

donde:

- $h$  pérdida secundaria en metros de columna de agua.
- $k$  Coeficiente de pérdida que depende del accesorio que lo genera (ver tabla 1.2.2.a.)
- $V$  Velocidad del flujo en m/seg.
- $g$  Aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg.<sup>2</sup>



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



**Tabla 1.2.2.a.-Valores de  $k$  coeficiente de pérdida**

No	Accesorio	Valor de $k$	No	Accesorio	Valor de $k$		
1	Pérdida a la entrada de un depósito: -Conexión de tubería a ras de la pared -Tubería entrante -Conexión de tubería abocinada	0.50	8	Contracción brusca de la tubería para distintos valores de $D1/D2$ :	0.08		
		1.00					
		0.05					
2	Pérdida a la salida de un depósito	1.00				1.20	0.17
3	Ensanchamiento brusco	$(v_1 - v_2)^2 / 2g$				1.40	0.26
4	Codos de 45°	0.35 a 0.45				1.60	0.34
5	Codos de 90°	0.50 a 0.75				1.80	0.37
6	Tes	1.50 a 2.00				2.00	0.41
7	Válvulas de compuerta (abierta)	0.25				2.50	0.43
						3.00	0.45
			4.00	0.46			
			5.00				

**Tabla 1.2.2.b.-Coeficiente de fricción  $n$  para las fórmulas de Manning.**

Material	$n$
PVC, Polietileno de alta densidad y Polyester reforzado con fibra de vidrio	0.009
Asbesto Cemento	0.010
Hierro fundido dúctil (nuevo)	0.013
Hierro fundido dúctil (usado)	0.017
Concreto liso	0.012
Concreto rugoso	0.016
Mampostería con mortero de cemento	0.020
Acero soldado con revestimiento interior basado en epoxy / hierro fundido dúctil con recubrimiento interno de mortero acabado fino	0.011
Acero sin revestimiento	0.014
Acero galvanizado nuevo o usado	0.014

### Velocidad del agua en las tuberías

Se emplea la siguiente fórmula de Manning para el cálculo de la velocidad en tuberías llenas.

$$V = (0.397 D^{2/3} S^{1/2}) / n$$

donde:

- V Velocidad del flujo en el tubo en, m/seg.
- D Diámetro interior de la tubería en m.
- S Pérdida de carga unitaria  $h/L$  (m/m)
- n Coeficiente de fricción (ver tabla 1.2.2.b.)



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



**Tabla 1.2.2.c.-Velocidades máxima y mínima permisibles en tuberías.**

Material de la tubería	Velocidad (m/seg.)	
	Máxima	Mínima
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	3.00	0.30
Concreto reforzado a partir de 60 cm de diámetro	3.50	0.30
Acero con revestimiento	5.00	0.30
Acero sin revestimiento		
Acero galvanizado		
Asbesto cemento		
Hierro fundido		
Hierro dúctil		
PEAD (Polietileno de Alta Densidad)		
PVC (Policloruro de Vinilo)		
PRFV (Polyester Reforzado con Fibra de Vidrio)		

### 1.2.3.- Cálculo del diámetro de la tubería.

Las diferentes formulas para calcular el diámetro dan un valor teórico, que deberá de revisarse con los diámetros comerciales más cercanos por encima a éste valor.

El diámetro se encontrará entre los valores obtenidos por las siguientes fórmulas:

Análisis del diámetro más económico, de la Formula de Bresse

$$D_0 = 1.2 Q^{1/2}$$

donde:

- $D_0$  Diámetro interior del tubo, en m.  
 $Q$  Gasto requerido en m<sup>3</sup> / seg.

Para la obtención del diámetro en cm. de la fórmula de Manning

$$D_{cm} = (691,000 \times Q \times n / S^{1/2})^{3/8}$$

donde:

- $D_{cm}$  Diámetro interior del tubo, en cm  
 $Q$  Gasto requerido en m<sup>3</sup> / seg.  
 $n$  Coeficiente de fricción (ver tabla 1.2.2.b.)  
 $S$  Pérdida de energía por metro h/L

Para la obtención del diámetro en metros de la fórmula de Manning

$$D = (3.208 \times Q \times n / S^{1/2})^{3/8}$$

donde:

- $D$  Diámetro interior del tubo, en m  
 $Q$  Gasto requerido en m<sup>3</sup> / seg.  
 $n$  Coeficiente de fricción (ver tabla 1.2.2.b.)  
 $S$  Pérdida de energía por metro h/L



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



### 1.2.3.- Procedimiento de cálculo de la línea de conducción por bombeo

Para el cálculo de la línea de conducción se deben de seguir los siguientes pasos:

- Partiendo del trazo y perfil de la línea de conducción, se deberán definir las longitudes de cada tramo y los desniveles de la línea, pudiendo determinar así la carga total a vencer.
- Determinar el gasto que aporta la fuente de abastecimiento.
- Determinar el Gasto Demandado por día que será igual al Gasto Máximo Diario por 24 hrs.

$$Q_d = Q_{md} \times 24 \text{ hrs.}$$

- Determinar el Gasto de entrada  $Q_e$  al tanque de regulación, que será igual al gasto demandado, entre el número de horas que se bombea al día.

$$Q_e = Q_d / \text{No. horas bombeo por día}$$

- Calcular el diámetro de la tubería de conducción, con el gasto de entrada  $Q_e$  con alguna de las fórmulas de Manning o de Bresse:

$$D_{cm} = (691,000 \times Q_e \times n / S^{1/2})^{3/8}$$

$$D = (3.208 \times Q_e \times n / S^{1/2})^{3/8}$$

$$D_0 = 1.2 Q_e^{1/2}$$

- Calcular las pérdidas por fricción y si se considera necesario las pérdidas secundarias, con las fórmulas:

$$hf = f \frac{L \times V^2}{D \times 2g}$$

$$hf = K \times L \times Q^2 = \frac{10.3 \times n^2 \times L \times Q^2}{D^{16/3}}$$

- Hacer varias alternativas con diámetros comerciales menores y mayores al calculado volviendo a calcular las pérdidas por fricción y elegir el diámetro más conveniente.
- Revisar la velocidad de la línea que este dentro de los parámetros permitidos (ver tabla 1.6.c).

$$V = \frac{0.397}{n} D^{2/3} S^{1/2}$$



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



### 1.3 Tanque de regulación.

La regularización tiene por objeto lograr la transformación de un régimen de aportaciones (de la conducción) que normalmente es constante, en un régimen de consumos o demandas (de la red de distribución) que siempre es variable. El tanque de regularización debe de proporcionar un servicio eficiente bajo normas estrictas de higiene y seguridad, procurando que su costo de inversión y mantenimiento sea mínimo.

Adicionalmente a la capacidad de regulación se puede contar con un volumen para alimentar la red de distribución en condiciones de emergencia (incendios, desperfectos en la captación o en la conducción). Este volumen adicional debe de justificarse en aspectos técnicos y financieros, y se define como el volumen de almacenamiento.

La capacidad del tanque está en función del gasto máximo diario **Qmd** y la ley de demandas de la localidad. Para el caso del presente documento se adoptarán los valores de variación de gasto horario en (%) determinados por el IMTA, para diferentes ciudades de la república, (ver tabla 1.3.a).

El cálculo de la capacidad de los tanques debe de considerar tanto el número de horas de alimentación o bombeo, como su horario.

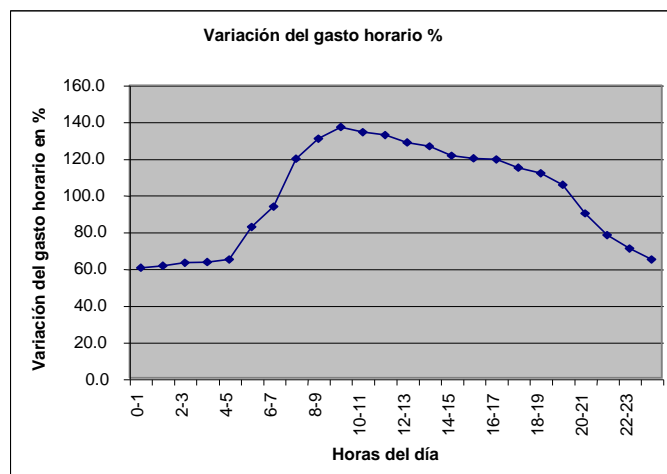
Cuando se modifique el horario de bombeo a un periodo menor de 24 horas / día, se debe de cambiar el gasto de diseño de la fuente de abastecimiento y conducción, incrementándolo proporcionalmente a la reducción del tiempo de bombeo, según la siguiente expresión:

$$Q_e = Q_d / t_b = 24\text{hrs.} \times Q_{md} / t_b$$

donde:

$Q_e$	Gasto de entrada al tanque en lts. / seg.
$Q_d$	Gasto demandado en lts. / seg.
$Q_{md}$	Gasto máximo diario en lts / seg.
$t_b$	Tiempo de bombeo en h/día

**Tabla 1.3.a.- Variación del gasto horario para diferentes ciudades del país (IMTA)(Régimen de demandas)**



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



**Tabla 1.3.b.- Régimen de demandas**

Hora	Variación del gasto horario %	Hora	Variación del gasto horario %
0-1	60.6	12-13	128.8
1-2	61.6	13-14	126.6
2-3	63.3	14-15	121.6
3-4	63.7	15-16	120.1
4-5	65.1	16-17	119.6
5-6	82.8	17-18	115.1
6-7	93.8	18-19	112.1
7-8	119.9	19-20	105.6
8-9	130.7	20-21	90.1
9-10	137.2	21-22	78.4
10-11	134.3	22-23	71.0
11-12	132.9	23-24	65.1

### 1.3.1.-Volumen del tanque.

Con el régimen de demandas anterior podemos establecer el volumen útil del tanque, haciendo varios ejercicios de entradas al tanque, con diferentes horarios de bombeo y aplicando la siguiente fórmula:

$$V_{\text{tanque}} = Q_{\text{md}} \times 3600 \times F$$

donde:

$V_{\text{tanque}}$	Volumen útil del tanque en m <sup>3</sup>
$Q_{\text{md}}$	Gasto máximo diario en m <sup>3</sup> / seg.
3600	Valor para convertir de m <sup>3</sup> / seg. a m <sup>3</sup>
F	Valor obtenido de calcular [Máximo déficit] + Máximo superávit dividido entre 100 para convertirlo de porcentaje a unidad

Tabla 1.3.1.a.- Procedimiento de cálculo y explicación de las columnas:  
(ver tablas 1.3.1.b y 1.3.1.c)

Columna	Explicación	Cálculo
1	Horario del bombeo	
2	Gasto suministrado o gasto de entrada expresado en %	
3	Gasto demandado o gasto de salida expresado en %	Ver Régimen de demandas (tabla 1.3.b)
4	Diferencias entre el gasto de entrada – gasto de salida	(2 – 3)
5	Diferencias acumuladas	

Se obtiene la suma del [Máximo déficit] y el Máximo superávit. en valor absoluto de los valores anteriores convertido de porcentaje a unidad, aplicando este factor al gasto máximo diario convertido a m<sup>3</sup>, se obtiene el volumen útil del tanque de regulación en m<sup>3</sup>.

En caso de considerar un volumen adicional, este tanque también será de almacenamiento Se presenta el ejemplo de cálculo para un periodo de bombeo de 24 hrs. y de 12 hrs.



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



### Valor de "F" para distintos horarios de bombeo

1.3.1.b.- Obtención del valor de "F" para un suministro de 24 horas / día				
1	2	3	4	5
Horas	Suministro (entradas) Q bombeo en %	Demandas (salidas)		
		Demanda	Diferencias	Diferencias
		Horaria en %	%	acumuladas %
0-1	100	60.60	39.40	39.40
1-2	100	61.60	38.40	77.80
2-3	100	63.30	36.70	114.50
3-4	100	63.70	36.30	150.80
4-5	100	65.10	34.90	185.70
5-6	100	82.80	17.20	202.90
6-7	100	93.80	6.20	209.10
7-8	100	119.90	-19.90	189.20
8-9	100	130.70	-30.70	158.50
9-10	100	137.20	-37.20	121.30
10-11	100	134.30	-34.30	87.00
11-12	100	132.90	-32.90	54.10
12-13	100	128.80	-28.80	25.30
13-14	100	126.60	-26.60	-1.30
14-15	100	121.60	-21.60	-22.90
15-16	100	120.10	-20.10	-43.00
16-17	100	119.60	-19.60	-62.60
17-18	100	115.10	-15.10	-77.70
18-19	100	112.10	-12.10	-89.80
19-20	100	105.60	-5.60	-95.40
20-21	100	90.10	9.90	-85.50
21-22	100	78.40	21.60	-63.90
22-23	100	71.00	29.00	-34.90
23-24	100	65.10	34.90	0.00
Total	2400	2400.00		

El volumen útil del tanque será:  
 [Máximo déficit] + Máximo superávit = [-95.40]+209.1 = 304.50% = 3.045  
**Valor de F = 3.00**

$$V_{\text{tanque}} (\text{m}^3) = 3.0 \times Q_{\text{md}} (\text{m}^3/\text{seg.}) \times 3600 (\text{seg.})$$



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



1.3.1.b.- Obtención del valor de "F" para un suministro de 12 horas / día				
1	2	3	4	5
Horas	Suministro (entradas)	Demandas (salidas)		
	Q bombeo en %	Demanda Horaria en %	Diferencias	Diferencias acumuladas
0-1	0	60.60	-60.60	-60.60
1-2	0	61.60	-61.60	-122.20
2-3	0	63.30	-63.30	-185.50
3-4	0	63.70	-63.70	-249.20
4-5	0	65.10	-65.10	-314.30
5-6	0	82.80	-82.80	-397.10
6-7	0	93.80	-93.80	-490.90
7-8	200	119.90	80.10	-410.80
8-9	200	130.70	69.30	-341.50
9-10	200	137.20	62.80	-278.70
10-11	200	134.30	65.70	-213.00
11-12	200	132.90	67.10	-145.90
12-13	200	128.80	71.20	-74.70
13-14	200	126.60	73.40	-1.30
14-15	200	121.60	78.40	77.10
15-16	200	120.10	79.90	157.00
16-17	200	119.60	80.40	237.40
17-18	200	115.10	84.90	322.30
18-19	200	112.10	87.90	410.20
19-20	0	105.60	-105.60	304.60
20-21	0	90.10	-90.10	214.50
21-22	0	78.40	-78.40	136.10
22-23	0	71.00	-71.00	65.10
23-24	0	65.10	-65.10	0.00
Total	2400	2400.00		

El volumen útil del tanque será:  
 [Máximo déficit] + Máximo superávit = [-490.90]+410.20 = 901.10% = 9.01  
**Valor de F = 9.00**

$$V_{\text{tanque}} (\text{m}^3) = 9.0 \times Q_{\text{md}} (\text{m}^3/\text{seg.}) \times 3600 (\text{seg.})$$

Con similar criterio se calcularon los valores de "F" para 20, 16, 8 y 6 horas. (Obteniéndose los valores de la tabla 1.3.1.c. valor de "F").



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**





**Tabla 1.3.1.c- Valor de “F” para distintos horarios de bombeo.**

Cantidad de horas de bombeo al día	Horario de bombeo	Valor de F
24	0 - 24	3.0
20	4 a 24	2.5
16	16 a 20	5.5
12	6 a 18	9.0
8	9 a 17	14.0
6	10 a 16	16.0

Determinando el periodo de bombeo que abastecerá al tanque de regulación, se podrá conocer el valor del Máximo déficit y del Máximo superávit y hacer ejercicios para determinar el volumen más conveniente del tanque, siendo el óptimo, la suma en valor absoluto de los dos valores anteriores y el mínimo el valor del Máximo déficit.

### 1.3.2.-Cisterna y tinaco.

Como complemento del tanque de regulación, se define la regulación del suministro del consumo del agua en forma particular para cada vivienda, con el uso de la cisterna y el tinaco.

El uso de la cisterna y el tinaco será necesario analizar conjuntamente con la C.E.A. para cada desarrollo en particular y, dependerá de:

- las condiciones de la fuente de abastecimiento
- la presión en el punto de conexión definido por la C.E.A.
- que se cuente o no con un tanque de regulación específico para el desarrollo o Sector de Distribución.
- el horario que se tenga de disponibilidad del servicio en la red de distribución.

**La cisterna** será necesaria para el caso de que no se logre hacer llegar el agua a un segundo nivel como mínimo. Este puede ser el caso de las partes altas de los desarrollos, o para construcciones de alturas mayores a dos niveles.

**El tinaco** será necesario cuando se tenga presión suficiente para que el agua de la red llegue a un segundo nivel, pero el horario de suministro no sea continuo.



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



## 1.4 Redes de distribución.

La red de distribución, es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua potable desde los tanques de regulación (y almacenamiento), o desde el punto de conexión con alguna red ya existente indicado por la C.E.A., hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos.

De acuerdo a su función, la red de distribución puede dividirse en: red primaria y red secundaria. A la tubería que conduce el agua desde el tanque de regulación, hasta el punto donde se inicia la red de distribución se le denomina línea de alimentación y se le considera como parte de la red primaria, sujetándose a los mismos criterios de diseño que la red de distribución en general.

### 1.4.1.-Formas de distribución.

#### Por gravedad.

El agua de la fuente de abastecimiento se bombea hasta un tanque de regulación localizado en algún punto elevado del terreno, que nos pueda proporcionar la suficiente presión, para de ahí ser distribuida por gravedad a través de la línea de alimentación, la cual se diseña con el Gasto Máximo Horario **Q<sub>mh</sub>**.

Éste es el método más conveniente de operación, debiéndose de utilizar siempre que se disponga de cotas de terreno elevadas con un tanque superficial o, en terrenos planos con un tanque elevado que nos proporcione la carga hidráulica requerida.

El Sistema de Distribución de Sectorización que se está conformando por la C.E.A. en la ciudad de Querétaro, considera tanques elevados con una altura disponible de 15.00 m

#### Por bombeo directo a la red a partir de un tanque central de almacenamiento.

Éste sistema de operación consiste en el abastecimiento directo a la red a través de un equipo de bombeo que garantice la carga hidráulica adecuada para el suministro de los puntos cercanos al tanque que no presenten desnivel con respecto a la ubicación del mismo, considerando equipos de bombeo con variadores de velocidad para generar parámetros de presión constante en la red y gasto de acuerdo a la demanda que se presenta durante el día.



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



#### 1.4.2.- Criterio del cálculo hidráulico.

Cuando la operación de la red es a presión y los gastos que circulan en sus tuberías no cambian con el tiempo, se tiene el caso de flujo permanente y, corresponde a una red estática, que es el caso que consideraremos para el cálculo de las redes de distribución de los desarrollos.

Las siguientes reglas se deben de considerar en el cálculo de redes:

- La pérdida de carga en un conducto varía como una potencia del gasto.
- La suma algebraica de todos los gastos de entrada y salida en cualquier unión de los tubos es igual a cero.
- La suma algebraica de todas las pérdidas de carga entre dos puntos cualesquiera, es la misma por cualquier ruta y la suma algebraica de todas las pérdidas de carga alrededor de un circuito, es igual a cero.

Existen diferentes procedimientos de cálculo, en el presente documento presentaremos es método de Hardy Cross, por ser el más práctico para la solución de las redes de los fraccionamientos, los pasos a seguir son:

- 1.- Definir el material a emplear para la tubería y sus características.
- 2.- Determinar el coeficiente de fricción **n** (ver tabla 1.2.2.b) de la tubería de acuerdo al tipo de material.
- 3.- Definir el tipo de la red: primaria o secundaria.
- 4.- Identificar todos los cruceros de la red, numerándolos en forma consecutiva.
- 5.- Calcular la longitud propia, tributaria y acumulada de la línea de distribución, así como la longitud total.
- 6.- Calcular el gasto **Q1** (inicial o de primer tanteo) para la longitud acumulada de la línea, en cada tramo.

Proporcional a la longitud de tubería: 
$$Q1 = \frac{Q_{mh} \times \text{longitud acumulada}}{\text{longitud total de la línea}}$$

- 7.- Determinar el sentido del flujo del agua, dándole por costumbre el signo **+** a los flujos en el sentido del reloj y **-** a los de sentido opuesto.
- 8.- Corregir el gasto inicial afectándolo con el signo correspondiente al flujo.

$$\curvearrowright + Q1 \quad \curvearrowleft - Q1$$

- 9.- Suponer un diámetro para cada tramo de la línea preferentemente un diámetro comercial.
- 10.- Los gastos en cada conexión es igual que la suma de las salidas de ella, normalmente esto no se logra en la primera aproximación, debiéndose proceder a hacer nuevos tanteos.



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



11.- Calcular las pérdidas por fricción **hf** de la tubería correspondientes a la longitud propia de la misma, las cuales tendrán el mismo signo del gasto inicial **Q1** ya afectado por el signo del flujo, con la fórmula de Manning.

$$hf = K \times L \times Q_1^2 = \frac{10.3 \times n^2 \times L \times Q_1^2}{D^{16/3}}$$

12.- Hacer la suma algebraica de todas las pérdidas por fricción y determinando así con un valor igual pero de signo contrario la carga necesaria para vencer las pérdidas por fricción.

$$-\Sigma hf_1$$

13.- Obtener la relación entre las pérdidas de cada tramo con el gasto inicial ya afectado del signo del flujo. Este valor es absoluto y por lo tanto deberá ser siempre positivo, haciendo la suma total correspondiente.

$$Hf_1 / +-Q_1$$

14.- Se calcula la corrección del gasto haciendo la siguiente relación:

$$\Delta Q_{i1} = -\Sigma hf_1 / [2 \Sigma (hf / Q_1)]$$

Esta corrección debe ser la misma para la misma red en análisis

15.- Se calcula un nuevo gasto Q2:  $Q_2 = +-Q_1 + \Delta Q_1$

16.- Con el nuevo Q2 se calculan las nuevas pérdidas: **hf2**

17.- Se realiza la suma la suma de las pérdidas con signo – y con signo +, debiendo ser próxima a cero, en caso de no serlo, el proyectista deberá de determinar si es necesario repetir el procedimiento calculando un nuevo ajuste de gasto, repitiendo desde el punto No. 13.

18.- Partiendo de la cota del terreno y la cota piezométrica en el punto inicial de la red de distribución, se calculan las siguientes cotas piezométricas, restándole a la cota piezométrica anterior, la perdida por fricción del tramo en análisis.

$$\text{Cota piezométrica}_2 = \text{Cota piezométrica}_1 - hf (1-2)$$

19.- La carga disponible en cada nodo o cruce se obtiene restando a la cota piezométrica la cota del terreno.

$$1 \quad \text{Carga disponible} = \text{Cota piezométrica} - \text{Cota terreno}$$

20.- Por último deberán de verificarse las velocidades en cada tramo y compararlas con las máximas permisibles (ver tabla 1.2.2.c), si están excedidas, deberá de modificarse el diámetro.

$$v = \frac{0.397}{n} D^{2/3} S^{1/2}$$

Se presenta como ejemplo una tabla de cálculo de una red de distribución en el capítulo *Presentación de Proyectos* para explicar cada uno de los puntos anteriores.



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



#### 1.4.3.- Consideraciones adicionales para los proyectos de Agua Potable.

- El diámetro mínimo para una red de distribución es de 3”.
- La carga hidráulica mínima disponible a considerar en cualquier cruce de una red de distribución es de 10.00 mca Para cargas menores se deberá de obtener la autorización de la C.E.A.
- Se deberá de indicar la ubicación de las tomas domiciliarias, considerando una sola toma para cada lote, ya sea unifamiliar o condominal. Cualquier condición diferente a la definida la deberá autorizar la C.E.A.
- Deberá de hacerse un análisis de los niveles entre las diferentes instalaciones subterráneas, respetándose lo siguiente:
  - La separación horizontal y vertical entre las diferentes instalaciones (ver Ubicación de Instalaciones y Dimensionamiento de Zanjas en el capítulo Lineamientos Técnicos).
  - **No se permitirá el paso o cruce del alcantarillado sanitario o del agua tratada sobre la red de agua potable.**
  - En las cajas de válvulas no se permitirá ninguna instalación que no sea la red de agua potable.
- La tubería a emplearse en las redes de distribución se sugiere sea de:
  - Tuberías de PEAD (Polietileno de Alta Densidad)
  - Tuberías de PVC
  - Tuberías de Polyester Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV)
  - Tuberías de Acero
  - Tubería flexible de Polietileno con Alma de Aluminio

Definidos en Capítulo Lineamientos técnicos materiales. Cualquier sistema diferente al AWWA e inglés o material diferente al especificado deberá de ser autorizado por la C.E.A. previo a la realización del proyecto.

- El material sugerido a emplearse en la toma domiciliaria está definido en el capítulo de Lineamientos Técnicos.
- Deberá de proyectarse primeramente el alcantarillado sanitario, definiendo sus niveles de colocación tanto de atarjeas, colectores, y descargas, como de albañales, profundizándolos lo necesario para respetar los colchones, profundidades y separaciones con la red de agua potable.
- Deberá de cumplirse con todo lo definido en el presente documento.



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



## 1.5 Válvulas

Las válvulas son dispositivos mecánicos empleados para detener, iniciar o controlar las características del flujo en conductos a presión. Pueden ser accionadas manualmente o por medios automáticos o semiautomáticos. En redes de distribución son más frecuentes las válvulas que se operan manualmente, debido a que los cierres y aperturas son ocasionales.

Las válvulas permiten el aislamiento de ciertos tramos de tubería para realizar reparaciones o mantenimientos. O simplemente evitar el flujo o cambiarlo de dirección. También permiten drenar o vaciar una línea, controlar el gasto, regular los niveles en los tanques de almacenamiento, evitar o disminuir los efectos del golpe de ariete (cambios de presión que pueden colapsar una tubería), la salida o entrada del aire, así como evitar contraflujos, es decir no permitir el flujo en dirección contraria a la de diseño.

Las válvulas se dividen en dos clases según su función:

- |                   |   |  |
|-------------------|---|--|
| 1) Seccionamiento | { | - Compuerta<br>- Mariposa  |
| 2) Control        | { | - Nivel de tanque<br>- Admisión y expulsión de aire<br>- Reguladora de presión<br>- De retención (check)<br>- Contra golpe de ariete ó anticipadora de onda<br>- Reguladora de gasto, entre otras. |

En redes de distribución las válvulas de compuerta son las más empleadas para seccionar tramos de tubería, ya sea para su revisión o reparación. Estando completamente abiertas tienen bajas pérdidas por fricción.

- **Válvulas de compuerta**

Este tipo de válvula funciona con una placa que se mueve verticalmente a través del cuerpo de la válvula perpendicular al flujo. El tipo más empleado es el de vástago fijo para aplicaciones enterradas y el de vástago saliente para aplicaciones sobre superficie, teniendo la ventaja de que el operador puede saber si está abierta o cerrada.

La válvula de compuerta debe ser empleada cuando se requiera un cierre o apertura total, no se recomienda para ser usada como reguladora del gasto, debido a las altas pérdidas de carga que provoca y porque puede cavitarse. Los diámetros recomendados son de 2" a 10". Para diámetros mayores se deberá utilizar válvulas de mariposa.

- **Válvulas de mariposa**

Estas válvulas se operan por medio de una flecha que acciona un disco y lo hace girar centrado en el cuerpo de la válvula. Se puede usar como reguladora de gasto en presiones bajas, así como para estrangular la descarga de una bomba. Las válvulas de mariposa pueden sustituir a las de compuerta cuando se tienen diámetros grandes y presiones bajas en la línea.



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



Para diámetros mayores a 16", se recomienda el uso de una válvula de paso (bypass), para igualar las presiones a ambos lados de la válvula, haciéndola más fácil de abrir y cerrar.

- **Válvulas de admisión y expulsión de aire**

Este tipo de válvulas se instalan para permitir la entrada o salida de aire a la línea. Lo anterior puede presentarse durante las operaciones de llenado y vaciado de la línea. La ubicación de estas válvulas estará en función del análisis de transitorios de la línea, localizándose en forma general en los puntos altos que se presenten a lo largo del trazo (también se deberán emplear en tramos de pendientes suaves largos de tuberías a una separación no mayor de 500 m entre cada válvula), así como en los puntos altos de las líneas, donde suele acumularse el aire, el cual bloquea o reduce la capacidad de conducción. También evitan la formación de vacíos parciales en la línea durante su vaciado, que pudiera causar el colapso o aplastamiento de la tubería. Son más empleadas en las líneas de conducción y alimentación colocándose en los puntos altos. Poseen orificios de diámetro pequeño para conexión con la atmósfera.

La apertura del orificio a la atmósfera se produce por medio de un dispositivo activado mediante un flotador. El cual se abre cuando se acumula el aire o se genera el vacío.

- **Válvulas de control de nivel**

Se emplean para controlar el nivel del agua en un tanque en sistemas de distribución con excedencias a tanques. Existen de dos tipos: de una sola acción (en un solo sentido del flujo) y de doble acción (en dos sentidos del flujo).

La válvula de una sola acción permite el llenado del tanque hasta un nivel determinado. El tanque abastece a la red por medio de una tubería de paso con una válvula de retención, la cual se abre cuando la presión de la red es menor a la prevista por el tanque.

La válvula de doble acción realiza el proceso anterior sin tener una válvula de paso (bypass). También se les llama válvulas de altitud a aquellas que están previstas con un piloto, el cual actúa para el cierre o apertura de la cámara de la válvula, dependiendo de la carga hidráulica a la cual se haya calibrado previamente para llenar los tanques hasta un nivel determinado, modulando la apertura para mantener el nivel del agua constante, ajustando el gasto del suministro.

- **Válvulas de control**

Existe una gran variedad de válvulas de este tipo: controladoras de gasto, reductoras de presión, sostenedoras de presión (de acuerdo a la función requerida), anticipadoras de onda, para el control de bombas, de admisión y expulsión de aire, etc. Algunas de estas funciones pueden combinarse entre sí y además puede añadirseles la función de válvulas de retención (unidireccional).

- **Válvula reductora de presión**

Mantiene un control de la presión aguas abajo a un valor establecido, independientemente de los cambios de presión, gastos o ambos aguas arriba. Se emplea generalmente para el abastecimiento de zonas bajas de servicio.



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



En lugar de una válvula reductora de presión se puede construir una caja rompedora de presión, la cual consiste en un depósito pequeño al cual se descarga la tubería mediante una válvula de flotador o de altitud. Esto permite establecer un nuevo nivel estático aguas abajo reduciendo la presión original a la atmosférica. Las válvulas reductoras de presión tienen la ventaja de ajustarse a las condiciones de la tubería, sean éstas variables o no. Esto las hace más aptas para instalarse en las tuberías dentro de la red de distribución, donde las presiones varían con la demanda.

Estas válvulas ocupan menos espacio que las cajas rompedoras de presión y se evita el contacto directo del agua con la atmósfera, lo que reduce el riesgo de contaminación del agua potable.

- **Válvula sostenedora de presión**

Mantiene una presión fija aguas arriba y se cierra gradualmente si la presión aguas abajo desciende del valor establecido. Ambas válvulas pueden combinarse en una sola añadiendo además las características de ser de retención (unidireccional).

- **Válvula anticipadora de golpe de aríete**

Protegen los equipos de bombeo de la onda de presión causada por el paro súbito de las bombas, generalmente provocada por una falla en energía eléctrica. Se abren inmediatamente al inicio de la onda de presión negativa y evacúan a la atmósfera el exceso de presión que provoca la onda de presión positiva. Existe además una válvula de seguridad de diferencial, la cual mantiene una presión diferencial entre dos puntos, usada por ejemplo para mantener el caudal constante en una bomba.

- **Válvula de control de bomba**

Se instalan en la impulsión de las bombas a fin de evitar las ondas de presión en el arranque y parada de las bombas. La bomba y la válvula se sincronizan para poner en marcha o parar el motor mientras la válvula está cerrada. En caso de avería o falla de energía actúa como válvula de retención.

- **Válvulas de retención**

Las válvulas de retención (check) son mecánicas y se emplean para evitar contraflujos (son unidireccionales), es decir flujos en dirección contraria a la de diseño. Se instalan en tuberías donde el agua contenida en la tubería puede revertir su dirección de flujo durante el paro de una bomba o el fallo de la energía eléctrica y daña las instalaciones hidráulicas tales como bombas y sus motores, además impiden el vaciado de la línea.

Aunque existen otros tipos de válvulas de control de bombas, las de retención son las más sencillas, pero pueden generar golpe de aríete en las tuberías (ondas de presión) que pueden dañar válvulas y tuberías. Por lo que se emplean las válvulas de retención con dispositivos adicionales para provocar cierre lento.

- **Válvula reguladora de gasto**

Es una válvula que mantiene un flujo constante al detectar el diferencial de presión a través de la placa de orificio limitando el flujo al máximo preestablecido.



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**

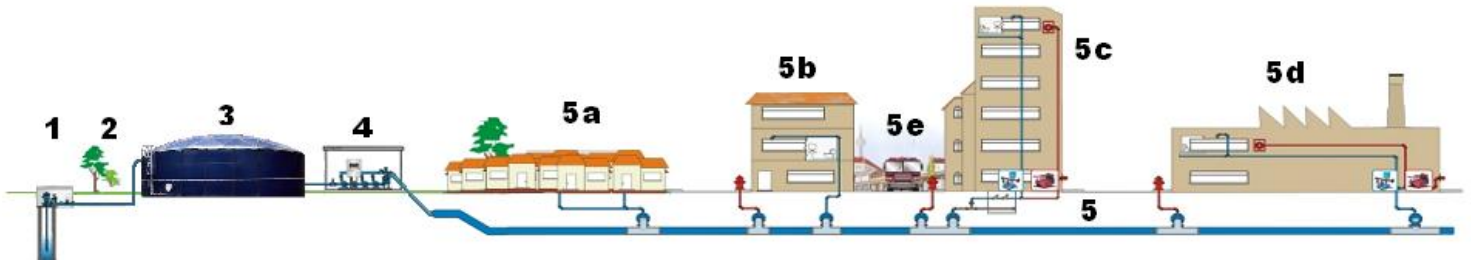




## 1.6 Sistema de bombeo secundario

### Criterios generales.

El sistema de abastecimiento secundario tiene como objetivo suministrar agua a presión constante de forma permanente a todo el desarrollo para el cual esté diseñado. Cubriendo desde pequeñas demandas hasta un alto flujo que pudiera requerirse para satisfacer el consumo máximo instantáneo que llegue a presentarse; el agua se toma de un tanque de regulación y almacenamiento el cual absorberá los picos de consumo.



Esquema de Distribución por bombeo central:

- |   |   |
|---|---|
| 1.- Bombeo Primario                       | 5a.- Desarrollo popular                               |
| 2.- Conducción Primaria                   | 5b.- Desarrollo Residencial                           |
| 3.- Tanque de regulación y almacenamiento | 5c.- Desarrollos verticales, comerciales o turísticos |
| 4.- Bombeo Secundario                     | 5d.- Parques Industriales                             |
| 5.- Red Secundaria.                       | 5e.- Hidrante de banquetta para bomberos.             |

El diámetro mínimo en las redes de distribución será de 3", y en los casos de condominios se podrá considerar un diámetro mínimo de 2" dependiendo del gasto; respetando la normatividad vigente para tuberías.

Para la determinación de la capacidad del tanque de regulación y almacenamiento deberán tomarse las siguientes consideraciones:

$$\text{Capacidad de almacenamiento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Población} \times \text{Dotación} \times \text{Factor Simultaneidad}}{1000}$$

Donde:

Dotación: 200 lts/hab/día.

Población: No. de viviendas X 5 habitantes por vivienda.

Factor de simultaneidad: De acuerdo al número de fuentes de abastecimiento que alimenten de forma directa el tanque de regulación y almacenamiento de acuerdo a la siguiente tabla:

No. de Fuentes de abastecimiento	Factor de simultaneidad
1	2.0
2	1.5
3	1.0



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



El factor de simultaneidad está en consideración del número de salidas por vivienda contemplando un estándar de 7 salidas por casa, lo anterior en función de que se eliminarán los tinacos en viviendas y que la red interna y los accesorios hidráulicos estarán conectados en forma directa de la red de distribución secundaria.

La presión de diseño en las redes de distribución se considerará en un rango de operación de 2.0 a 3.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

Las tomas domiciliarias deberán garantizar un adecuado suministro a cada uno de los muebles hidráulicos de la vivienda, por lo que será necesario contar con los siguientes diámetros mínimos:

- a) Para vivienda de interés social el diámetro mínimo interior será de ½”.
- b) Para vivienda tipo residencial (3 o más baños) será de ¾”.
- c) Para tomas tipo comercial (centros comerciales, locales comerciales, gasolineras, restaurantes, etc.), se determinará el diámetro de la toma para cada caso específico dependiendo del gasto requerido para cada inmueble.

La selección y diseño del equipo de bombeo tomará como base el Gasto Máximo Horario, con capacidad adecuada para atender la zona de influencia del tanque a saturación total de la red secundaria, debiendo considerar los equipos necesarios para cada sistema al 100% y un equipo adicional de reserva para garantizar el suministro por falla de alguno de los equipos instalados (se considerarán equipos de combustión interna dentro del diseño de la estación de bombeo).

Deberá considerarse un cuarto de máquinas adecuado al dimensionamiento de los equipos para facilidad de instalación de los equipos de bombeo, tableros de control y demás instrumentos de medición, así como para facilidad de maniobras de mantenimiento futuro, quedando debidamente protegidos de la intemperie.

En la programación de operación de los equipos de bombeo deberá considerar ciclos rotacionales, de tal forma que trabajen todos los equipos de forma secuencial coordinada para que su trabajo sea continuo y alternado a lo largo de su vida útil.

El sistema de la estación de bombeo deberá contar con automatización para control y telemando remoto apropiado al software wonder-ware utilizado por esta Comisión.

Los costos que se generen en estos nuevos sistemas de presión a partir del tanque central, equipo de bombeo y arreglo de conjunto en general no se considerarán a cuenta de derechos de los desarrolladores.



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**



VENTAJAS
Regulación de presión en la distribución, de acuerdo a la demanda.
Agua limpia a presión de nivel mundial.
Disminución en pago de tarifas de agua y energía.
Menor costo de mantenimiento.
Menor costo de las viviendas.
Disminución de enfermedades gastrointestinales.
Entorno no contaminado visualmente.
Funcionamiento adecuado de filtros, lavadoras, etc.
Funcionamiento adecuado de ahorradores de agua.

**Consideraciones a contemplar en el diseño de distribución por bombeo central.**

- A. Separación de bombeo primario de secundario.
- B. Bombeo primario directo a la cisterna central.
- C. Sectorización de las redes para permitir un control y regularización de los volúmenes.
- D. Tanque Central para almacenamiento y regulación del sistema.
- E. Bombeo secundario directo a la red.
- F. Bombeo con equipo Booster en escalera para áreas irregulares.
- G. Sistema de censado a distancia ajustándose a la demanda en tiempo real sin alterar la presión de trabajo.



GOBIERNO DE  
**SOLUCIONES**

