



**Universidad Nacional Autónoma de México**

Facultad de Ingeniería

**CONSTRUCCION DE INSTALACIONES  
HIDRAULICAS EN EDIFICACION**



**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**INGENIERO CIVIL**

P r e s e n t a n :

**Angel Magluf Hernández**

**Manuel Medel Mondragón**

**Jorge Mejía Contreras**

**José Florencio Robles Alvarado**

**Ricardo Zamora Ruiz**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## C O N T E N I D O

TEMA	Pag
1. INTRODUCCION .....	2
1.1 OBJETIVO .....	2
1.2 GENERALIDADES .....	3
1.3 REGLAMENTACION .....	5
1.4 FUENTES DE ABASTECIMIENTO .....	6
1.5 ALGUNOS DATOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL D.F. ....	9
2. ANALISIS DE LA RED .....	11
2.1 INSTALACION HIDRAULICA .....	11
2.2 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA FRIA .....	11
2.2.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO DE LA RED MUNICIPAL .....	11
2.2.2 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD .....	12
2.2.3 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR PRESION .....	14
2.2.4 SISTEMA COMBINADO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA .....	15
2.3 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EMPLEADOS EN MEXICO .....	15
2.3.1 SISTEMA ABIERTO .....	16
2.3.2 SISTEMAS DOMESTICOS DE ABASTECIMIENTO A PRESION VARIABLE ....	16
2.3.3 SISTEMA PROGRAMADO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A PRESION CONS- TANTE .....	20
2.4 ELEMENTOS COMPONENTES DEL SISTEMA .....	21
2.4.1 TUBERIA DE SISTEMA DOMICILIARIO .....	21
2.4.2 MEDIDORES O CONTADORES DE AGUA .....	22
2.4.3 TUBERIAS .....	22
2.4.4 VALVULAS Y GRIFOS .....	22
2.4.5 CISTERNAS .....	23
2.4.6 EQUIPO DE BOMBEO .....	23
2.4.7 TANQUES NEUMATICOS Y DE GRAVEDAD (TINACOS) .....	23
2.4.8 JARROS DE AIRE .....	24
2.5 DISTRIBUCION DE AGUA EN EDIFICIOS DE MENOS DE 10 PISOS Y EDI- FICIOS DE GRAN ALTURA .....	24
2.5.1 DISTRIBUCION DE AGUA EN EDIFICIOS DE MENOS DE 10 PISOS .....	24
2.5.2 DISTRIBUCION EN EDIFICIOS DE GRAN ALTURA .....	25

2.5.2.1 DISTRIBUCION POR ZONAS .....	25
2.5.2.2 DISTRIBUCION POR GRAVEDAD .....	26
2.6 SISTEMAS DE AGUA CALIENTE EN EDIFICIOS .....	28
2.6.1 CONSUMO DE AGUA CALIENTE .....	29
2.6.2 CALENTADORES DE AGUA .....	29
2.6.3 SISTEMAS CENTRALES DE AGUA CALIENTE .....	30
3. MATERIALES Y ACCESORIOS UTILIZADOS .....	31
3.1 TUBERIAS UTILIZADAS EN LAS INSTALACIONES HIDRAULICAS .....	32
3.2 ACCESORIOS .....	40
3.3 VALVULAS .....	43
3.4 SIMBOLOGIA .....	44
4. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO .....	45
4.1 LA TOMA .....	46
4.2 TUBERIAS SUBTERRANEAS .....	48
4.3 TUBERIAS VERTICALES Y HORIZONTALES .....	49
4.4 TUBERIAS EMPOTRADAS .....	51
4.5 JUNTAS Y RECOMENDACIONES .....	53
5. CRITERIO DE CALCULO .....	72
5.1 EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO .....	73
5.2 DESTINO FINAL DE LA EDIFICACION .....	73
5.3 NUMERO ESTIMADO DE USUARIOS .....	74
5.4 FACTORES DE CALCULO .....	74
5.5 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA INSTALACION .....	76
5.5.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO .....	76
5.6 CONTENEDORES DEL VOLUMEN DE ALMACENAJE .....	77
5.6.1 TINACOS .....	77
5.6.2 CISTERNAS .....	77
5.7 TUBERIAS .....	79
5.7.1 GASTO ESTIMADO PARA CADA MUEBLE .....	80
5.7.2 SIMULTANEIDAD EN EL USO DE LOS SERVICIOS .....	81
5.8 DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE .....	82
5.8.1 CALENTADORES Y CALDERAS .....	82
5.8.2 TUBERIAS DEL SISTEMA DE RETORNO .....	84
6. CONCLUSIONES .....	85

6.1 RESUMEN .....	86
6.2 CONCLUSIONES GENERALES .....	87
6.2.1 FUNCIONALIDAD .....	87
6.2.2 ECONOMIA .....	88
BIBLIOGRAFIA .....	90

## I. INTRODUCCION

## I. INTRODUCCION

### 1.1 OBJETIVO

La presente tesis , pretende dar una idea de la construcción de una instalación hidráulica en un edificio, sin adentrarse demasiado en conocimientos de hidráulica, dinámica de fluidos, etc.; tampoco analiza que sucede antes en la red de agua potable, ni posteriormente lo que sucede en la instalación sanitaria.

## 1.2. GENERALIDADES

- ¿Se puede pensar en la vida sin el agua? Naturalmente que no; ya que ambos conceptos están intrínsecamente ligados, y no se puede concebir que exista la primera sin la segunda, pero, ¿Se puede emplear cualquier tipo de agua para uso de los humanos? No, el agua que es menester, tiene que ser potable, es decir, que debe cumplir con ciertos, requisitos de potabilización, cuya calidad la diferencian de otro tipo de aguas.
- Sin intentar demasiado hablar de la calidad del agua, se podría citar la frase de Píndaro "Ariston Men Hydor" ("La mejor de todas las cosas es el agua") de una oda escrita en el año 460 A.C.; para darnos cuenta del importantísimo papel que el agua juega en la vida de la humanidad.
- Actualmente las estadísticas reflejan que el 52% de los hogares mexicanos cuenta con servicio de agua potable. Los sorprendentes progresos de los sistemas de abastecimiento de agua, han contribuido a la comodidad personal mas que cualquier adelanto del presente siglo. No hay otra causa que ejerza mayor influencia sobre los hábitos de higiene de millones de personas.
- Las instalaciones hidráulicas, no solo han facilitado las labores de limpieza y cocina, sino además han aumentado el grado de higiene, elementos necesarios para la salud y combate de enfermedades.
- A nadie extraña, es más, se ve con mucha naturalidad; la existencia de sistemas de abastecimiento de agua potable, almacenamiento y dispositivos de suministro de agua, ¿Pero que hay detrás de todo esto? Esto es precisamente lo que se detallará en el siguiente capítulo.



- No es sino cuando se ve interrumpido el suministro de agua, cuando nos damos cuenta de la gran dependencia que tenemos de las instalaciones hidráulicas.
- Uno de los grandes beneficios de las instalaciones hidráulicas es que nos proporciona medios seguros y rápidos de obtener y distribuir agua pura para beber y para otros fines.

### 1.3. REGLAMENTACION.

- Ya que el suministro de agua potable afecta directamente a la higiene pública, es asunto justificado de interés público que las instalaciones hidráulicas deben conformarse a las normas establecidas. En este marco se puede citar el:

Artículo 70.- Instalaciones de agua  
(Del capítulo VIII.- Edificios para habitación, reglamento de construcciones, México 1987)

"Todos los edificios destinados a habitaciones estarán provistos de instalaciones de agua potable que puedan suministrar al día ciento cincuenta litros por cada habitante. Si se instalan tinacos, deberán ser de tal forma que se evite la sedimentación"

Entre otros artículos.

Por regla general el cumplimiento de estos artículos se asegura cuando se solicita el permiso de construcción, en los planos de instalaciones, donde también se incluyen especificaciones.

Generalmente la instalación corre a cargo de un plomero o de un especialista en la materia.

#### 1.4. FUENTES DE ABASTECIMIENTOS.

Generalmente en los predios urbanos (ciudades) se cuenta con los servicios municipales que proporcionan el servicio de abastecimiento de agua potable por redes de distribución, de la que se derivan las tomas domiciliarias que alimentan a cada lote.

Es de suponer que el servicio público debe tener la presión necesaria para alimentar en forma suficiente la demanda de la población y por lo tanto de todos y cada uno de los edificios que la forman, y que varía en el curso del día (figura 1 y 2), haciendo fluctuar las presiones en el sistema, por lo que pueden tenerse dos situaciones:

- a) La red pública tiene capacidad y presión para abastecer un edificio en forma continua.
- b) La red tiene fluctuaciones que permiten el abastecimiento en forma intermitente.

En el primer caso puede diseñarse la instalación con tomas directas a los servicios.

En el segundo caso hay que prever la instalación de tinacos en planta de azotea, como tanques de regularización y si es necesario, cisternas como tanques de almacenamiento en la planta inferior.

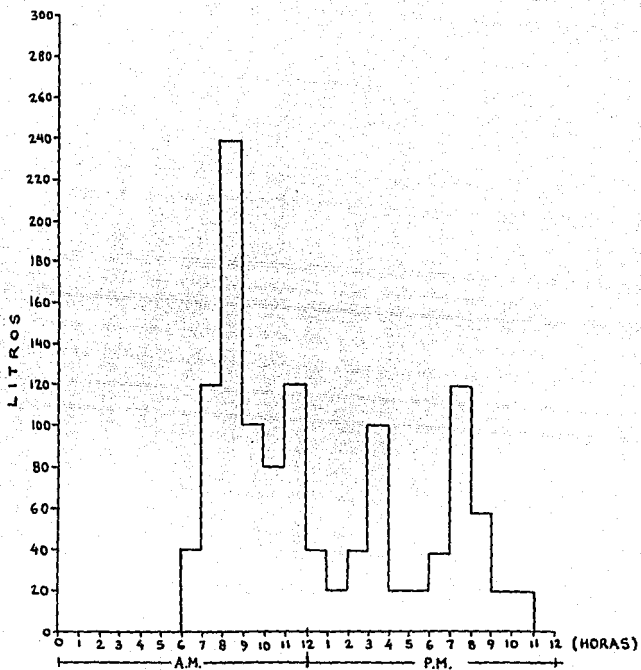


Figura 1.  
 Fluctuaciones de consumo en horarios estimados  
 casa habitación, cuatro habitantes (1200 litros)

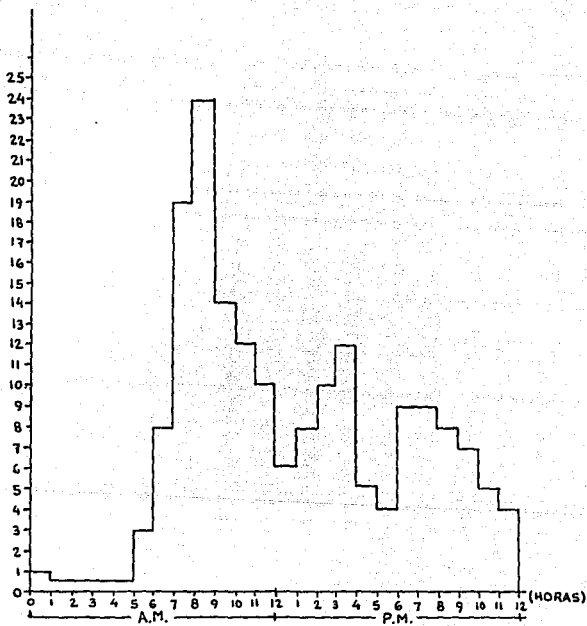


Figura 2  
 Fluctuaciones de consumos en horarios estimados  
 edificio habitantes, sesenta habitantes (18 000 litros)

## 1.5. ALGUNOS DATOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL D.F.

En el servicio de agua potable, la captación es de 33.9 metros cúbicos por segundo. Cuenta con 560 km en la red primaria y 12 mil en la secundaria, además de 1426 pozos. Pese a los esfuerzos para una mejor dotación del líquido, se registra un déficit debido al agotamiento de mantos acuíferos en el Distrito Federal, a la altura de la Ciudad y a su lejanía con las fuentes - proveedoras: el Lerma y el Cutzamala. El número de plantas potabilizadoras es de cuatro. El volumen de agua potabilizada es de 16 millones de metros cúbicos y los costos de operación son 205 millones de pesos. 1]

Un servicio fundamental es el de abastecimiento de agua potable. Para conocer la cobertura, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, llevó a cabo durante 1985 un inventario. Entre los resultados arrojados están los siguientes: se encuestaron 36,892 localidades, el 52% contaba con servicios de agua potable, el resto (48%) no lo tenía. 2]

1] Fuente: Elaborado por el Departamento de Estudios Sociales, BANAMEX, con datos de Miguel De La Madrid H., Cuarto Informe de Gobierno, anexo Estadístico, México 1986.

2] Fuente: Elaborado por el Departamento de Estudios Sociales, BANAMEX, con datos de: Secretaría de Programación y Presupuesto, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Información Estadística Asentamientos Humanos, Subsector: Agua Potable y Saneamiento, cuaderno No. 2, México 1986.

## II. ANALISIS DE LA RED

## 2. ANALISIS DE LA RED

Una vez visto lo anterior, podemos entrar en materia y analizar la red empezando con los diferentes tipos de instalación, de acuerdo con su forma de alimentación.

Se presentan dos enfoques de estos sistemas de abastecimiento; el primero de ellos presenta las formas usuales, y el segundo, las formas usuales en México.

### 2.1 INSTALACION HIDRAULICA

Es el conjunto de tinacos, tanques elevados, cisternas y tuberías de succión, descarga y distribución, válvulas de control, válvulas de servicio, bombas, equipos de bombeo, de suavización, generadores de agua caliente, vapor en casos específicos, hidrantes y demás servicios especiales de una edificación.

### 2.2 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA FRIA.

Los sistemas de abastecimiento de agua de acuerdo a reglamentos y disposiciones sanitarias en vigor, son los siguientes:

Sistema de abastecimiento	1. Directo de la red municipal
	2. Por gravedad
	3. Combinado
	4. Por presión

#### 2.2.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO DE LA RED MUNICIPAL

Este sistema solo se puede tener cuando la red tenga servicio continuo y que la presión sea suficiente para dotar de agua fría a los muebles sanitarios de las edificaciones [casas unifamiliares o edificios de un máximo de cuatro niveles, es decir, que el servicio tenga una presión mínima de  $2 \text{ kg/cm}^2$  (20m)] en el sitio más elevado y a la hora de máximo consumo.



Ya que en esta instalación no están de por medio ni tinacos de almacenamiento, ni tanques elevados; para efectuar el abastecimiento de agua en forma directa a todos los muebles de la edificación, es necesario que ésta sea de poca altura y que la red municipal disponga de una presión tal que el agua llegue a los muebles de los niveles más elevados con la presión necesaria para un óptimo servicio, aún considerando las pérdidas por fricción, obstrucción, cambios de dirección, ensanchamiento o reducción brusca de diámetros.

Para estar seguros de que el agua va a llegar a los muebles más elevados con la presión necesaria para que trabajen eficientemente (mínimo  $0.2 \text{ kg/cm}^2$ ) basta medir la presión manométrica en el punto más alto de la instalación (brazo de la regadera del último nivel) o abrir la válvula de agua fría de este mueble y que la columna de agua alcance a partir del brazo o en una tubería paralela libremente una altura de 2.00 m (figura 3).

## 2.2.2 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD

En este sistema, la distribución de agua fría se realiza generalmente a partir de tinacos o tanques elevados, localizados en las azoteas, en forma particular por edificación, o por medio de tinacos o tanques regularizadores construidos en terrenos elevados en forma general por población.

A partir de tinacos de almacenamiento o de tanques elevados cuando la presión del agua en la red municipal es suficiente para llegar hasta ellos y la continuidad del abastecimiento es efectiva durante un mínimo de 10 horas por día.

A partir de tinacos o tanques regularizadores, cuando de la captación no se tiene el suficiente volumen de agua, ni con

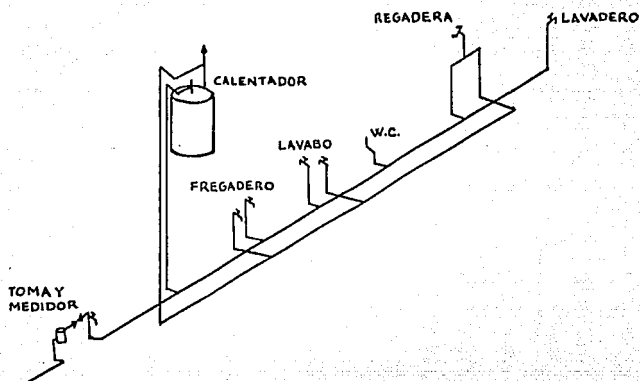


FIGURA 3.  
 ABASTECIMIENTO A PRESION DIRECTA DE LA RED MUNICIPAL

tinuidad en el mismo para poder abastecer directamente a la red de distribución y de esta a todas y cada una de las edificaciones, pero si se tiene por diferencia de altura de los tinacos o tanques regularizadores con respecto a las edificaciones, la suficiente presión para que el agua llegue a una altura superior a la de las instalaciones por abastecer.

A dichos tinacos o tanques regularizadores se le permite llegar el agua por distribuir durante las 24 horas, para que en las horas en que no se tenga demanda del fluido, esta se acumule para suministrarse en las horas pico. A dichos tanques se conecta la red general con el fin de que la distribución del agua a partir de ellos se realice 100% por gravedad (figura 4).

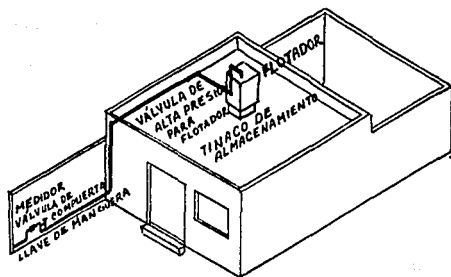


FIGURA 4

#### ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD

##### 2.2.3 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR PRESION

El sistema de abastecimiento por presión, es mas complejo, y dependiendo de las características de las edificaciones, tipo de servicio, volumen de agua requerido, presiones, simultaneidad de servicios, número de niveles, número de muebles, características de estos últimos, etc.

(Este sistema se detallará con mayor amplitud en el siguiente enfoque).

#### 2.2.4 SISTEMA COMBINADO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.

Se adopta un sistema combinado (por presión y por gravedad), cuando la presión que se tiene en la red general para el abastecimiento de agua, no es la suficiente para que llegue a los tinacos o tanques elevados, como consecuencia de las alturas de algunos inmuebles, por lo tanto hay necesidad de construir en forma particular cisternas o instalar tanques de almacenamiento en la parte baja de las construcciones.

A partir de las cisternas o tanques de almacenamiento, ubicados en la parte baja de las construcciones, por medio de un sistema (una o mas bombas) se eleva el agua hasta los tinacos para que a partir de estos se realice la distribución del agua por gravedad a los diferentes niveles y muebles en forma particular o general según el tipo de instalación y servicio lo requiera.

Cuando la distribución del agua frfa ya es por gravedad y para el correcto funcionamiento de los muebles, es necesario que el fondo del tinaco o tanque elevado, esté como mínimo a 2.00 m sobre la salida mas alta (brazo de la regadera del máximo nivel) ya que esta diferencia de altura proporciona una presión de  $0.2 \text{ kg/cm}^2$ , que es la mínima requerida para un eficiente funcionamiento de los muebles de uso doméstico.

#### 2.3 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EMPLEADOS EN MEXICO.

Los tres sistemas de agua utilizados en México son:

- 1º El mas generalizado, el sistema "Abierto", ya sea en que la presión del agua en la toma permita llegar el agua a un tanque elevado de almacenamiento o tinaco, o, a falta de presión suficiente para que el agua llegue a este tinaco, se recibe el agua en una cisterna y de ahí se bombea al tinaco.

- 2° Los sistemas a presión variable:
  - a) Los sistemas domésticos a presión
  - b) Los hidroneumáticos
  - c) Los sistemas programados a presión variable
- 3° Los sistemas a presión constante, que llevan poco tiempo de uso en México, totalmente diferentes a los usados en E.U.A. y que han demostrado ser los mejores de estos sistemas de abastecimiento de agua a presión antes enumerados y aún con ventajas sobre algunos de los usados en E.U.A.

### 2.3.1 SISTEMA ABIERTO

Es muy similar al tratado en el punto 2.2.2 con la modalidad de que se cuente con cisternas de almacenamiento y de las cuales se bombea al tanque de regularización.

La capacidad de la cisterna debe calcularse de acuerdo con la dotación estimada en un mínimo de dos tercios del consumo diario.

La capacidad del tanque elevado, en este caso debe ser de un mínimo de un cuarto del consumo diario.

La capacidad de la bomba de un octavo por hora, debiendo instalarse dos bombas en previsión de la falla de una de ellas o para cubrir los excesos de demanda. Las bombas deben tener un control alternador-simultaneador. (figura 5)

### 2.3.2 SISTEMAS DOMESTICOS DE ABASTECIMIENTO A PRESION VARIABLE

#### a) Sistema domésticos a presión:

Los sistemas domésticos a presión toman succión, como todo sistema de abastecimiento de agua usado en México, de una cisterna o tanque de almacenamiento o regularización generalmente subterráneo.

Como todos los sistemas a presión, la bomba, es la que suminis-

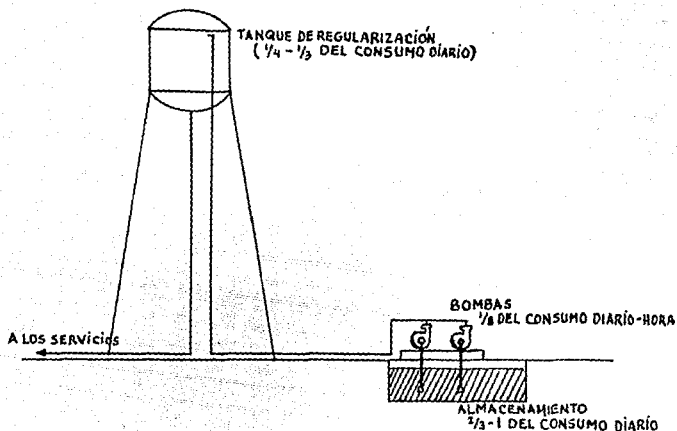


FIGURA 5  
SISTEMA ABIERTO DE ABASTECIMIENTO

tra el agua a presión, y para poder obtener una operación intermitente se utiliza un flotador, colocado en el tinaco. Al bajar el nivel de agua en el tinaco, baja también el flotador accionando un interruptor que cierra el circuito eléctrico, haciendo funcionar la bomba; lo que permite almacenar cierta cantidad de agua y por consiguiente subir el flotador, que al alcanzar su nivel mas alto, automáticamente desconecta el circuito y detiene el funcionamiento de la bomba.

## b) Los Hidroneumáticos

Los sistemas hidroneumáticos de abastecimiento de agua a presión variable, reciben su nombre por la combinación de aire comprimido y agua, que se efectúa en un tanque metálico de presión, que de esta manera puede utilizar el aire comprimido por sus características de elasticidad y, el agua se almacena en esta forma en la parte inferior del tanque de presión, comprimida por el aire, para poder así abastecer la red de tubería con agua a presión para suplir las demandas de la instalación hidráulica en forma tal que la bomba no tenga que operar constantemente, sino que opera, arrancando la bomba al bajar el nivel del agua en el tanque de presión descomprimiendo así el aire y cerrando un interruptor de presión.

Al operar la bomba, parte del agua que bombea, es enviada a la red, y el excedente va al tanque hidroneumático, en el cual al subir el nivel del agua vuelve a comprimir el aire hasta llegar a una presión máxima predeterminada, la cual acciona el interruptor de presión, desconectándolo y parando la bomba.

Todo sistema hidroneumático trabaja con dos presiones: una, la baja presión, a la cual se hace operar la bomba, llamada carga manométrica, y la otra, llamada alta presión, que corresponde a la presión máxima de operación del sistema hidroneumático a la cual se hace parar la bomba y que consiste de la carga manométrica más la presión diferencial.

La presión diferencial se calcula basándose en el volumen de agua y aire más adecuado, para obtener la máxima extracción de agua posible, dejando siempre un nivel de agua no menor del 20% en el tanque hidroneumático, llamado sello de

agua, para poder mantener el aire comprimido siempre dentro del tanque sin que escape a la tubería.

La presión de diseño de un sistema hidroneumático, o carga manométrica consiste de la suma de los siguientes factores:

- a) Altura en metros de succión de la bomba
- b) Pérdidas por fricción en la tubería, conexiones y válvulas de succión
- c) Altura de descarga.
- d) Pérdidas por fricción en la tubería de descarga vertical y horizontal, válvulas y conexiones.
- e) Presión en metros de columna de agua que se desea en la descarga mas alta y mas alejada.

La presión máxima de la bomba y por consiguiente del sistema hidroneumático debe de consistir de esta carga manométrica mas la presión diferencial en metros.

La presión de cierre de la bomba es también importante, pues en el caso de que intencionalmente o por error, la bomba de un sistema hidroneumático sea operada en forma manual, esta presión de cierre de la bomba no debe exceder desde  $0.7 \text{ kg/cm}^2$  a un máximo absoluto de  $1.4 \text{ kg/cm}^2$ , para evitar daños al tanque hidroneumático escapando así el aire comprimido o llenándose el tanque de agua en su totalidad, lo que causa muchos transtornos.

El diseño de la capacidad máxima de la bomba se hace utilizando de preferencia el método de Hunter (que sirve también para calcular tubería).

El gasto mínimo de la bomba es de importancia, pues de ser muy pequeño, cualquier demanda por pequeña que sea, puede ser causa de que la bomba de un sistema hidroneumático trabaje en forma constante, sin parar, al no tener capacidad



la bomba para surtir dicha demanda.

Si el gasto mínimo de la bomba es demasiado grande, entonces esto podría causar arranques y paradas demasiado frecuentes de la bomba, pues el volumen del agua en el tanque hidroneumático, se recuperará rápidamente.

Lo ideal es que la bomba opere en forma semejante a las demandas de un sistema o sea: desde un gasto mínimo del 20 al 25%, hasta el gasto máximo de 100% predeterminado para su capacidad total.

La selección de un tanque hidroneumático se hace comunmente para 6 ciclos por hora. O sea: 5 minutos de operación de la bomba y 5 minutos, durante los cuales el tanque, exclusivamente está surtiendo a la red, total 10 minutos por ciclo que multiplicado por 6 ciclos, nos dan los 6 ciclos por hora de operación.

#### c) Sistemas programados de presión variable.

Los sistemas programados de presión variable no son mas que sistemas hidroneumáticos glorificados, pues al fin y al cabo tengan una, dos, tres, cuatro o más bombas, son sistemas de presión variable con todos los agravantes inherentes a las variaciones de presión en el abastecimiento con o sin tanque hidroneumático que se mencionan anteriormente.

### 2.3.3 SISTEMA PROGRAMADO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A PRESION CONSTANTE.

Este sistema consiste de 2 bombas equipadas con motor de velocidad constante que son alternadas en su operación manualmente.

Cada bomba tiene capacidad para surtir el 100% de gasto calculado para la edificación. En la tubería de descarga cercana a las bombas, se encuentra instalada una válvula que permite abastecer a la red, únicamente la cantidad de agua requerida para esta, y el excedente de agua no requerido por la red, es retornado a la cisterna.

## 2.4 ELEMENTOS COMPONENTES DEL SISTEMA

En esta sección, solo se mencionan las partes que integran el sistema, ya que en el capítulo denominado "materiales y accesorios utilizados", se detallarán más particularmente; y algunos de ellos se clasificarán en cuanto a tipo, uso, etc. como es el caso de tuberías, válvulas, etc.

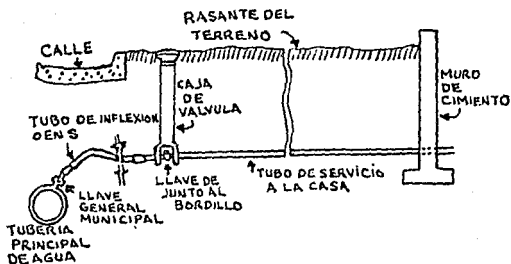


FIGURA 6

### TUBERÍA DEL SERVICIO DOMESTICO DEL AGUA

#### 2.4.1 TUBERIA DE SISTEMA DOMICILIARIO.

La toma de la tubería matriz o principal de la ciudad, corre normalmente a cargo del personal municipal. Una llave general

se mete a rosca en un agujero aterrajado, y una inflexión o "cuello de cisne" de tubo flexible, de 46 cms, o más de largo, se conecta a ella y a la tubería de servicio de la casa. La inflexión brinda flexibilidad para efectuar la conexión y además evita deformaciones en las conexiones (figura 6).

#### 2.4.2 MEDIDORES O CONTADORES DE AGUA.

En la mayoría de las ciudades, el agua consumida en una edificación es medida y se carga al propietario el importe del consumo. Por regla general, los medidores o contadores son propiedad del municipio y solo debe instalarlos y quitarlos el personal municipal. Los contadores de agua se fabrican en diversos tamaños, con límites de gasto adecuados a las capacidades de diversos sistemas. Las lecturas suelen ser en decímetros cúbicos o litros de consumo.

#### 2.4.3 TUBERIAS

En la red de distribución de un edificio, sin tomar en cuenta los elementos de abastecimiento, se destacan dos elementos básicos que son las columnas de alimentación y los ramaleos en los locales que requieren servicios.

Dichas columnas de alimentación y ramales están constituidas por tubos de diversos materiales, calibres y elementos que los unen y que se describen posteriormente, como ya fue dicho.

#### 2.4.4 VALVULAS Y GRIFOS

Se emplean válvulas de diversa clasificación, según las necesidades de las distribuciones de agua.

Los grifos más corrientes son los de llave, los de presión y los de cierre automático.

Las válvulas abren o cierran el paso del agua por las tuberías y los grifos sirven para dar salida a la misma.

#### 2.4.5 CISTERNAS

Son depósitos de almacenamiento de agua, que por lo general se hallan, colocadas bajo el nivel del suelo. Estos depósitos impermeables están hechos de concreto.

Por lo general las cisternas proporcionan una presión suficientemente constante que permite que las bombas llenen a los tanques de gravedad (tinacos) o neumáticos.

#### 2.4.6 EQUIPO DE BOMBEO

En los edificios que utilizan las aguas del suministro municipal, es necesario bombearlas hasta los depósitos, de presión o de gravedad, lo que se hace generalmente con bombas.

Para tomar agua de las cisternas hacia los tanques neumáticos o de gravedad se emplea la bomba centrífuga, que entre otras ventajas es silenciosa, uniforme en su mantenimiento, de más fácil conservación, ya que no tiene más que un elemento móvil; el rodete.

#### 2.4.7 TANQUES NEUMATICOS Y DE GRAVEDAD (TINACOS)

Los tanques neumáticos están colocados generalmente más abajo de los aparatos a los cuales suministran el agua. Cuando se abre un grifo, la presión del aire situado en la parte superior del tanque hace introducir agua en la red de distribución. Una válvula de flotador pone en marcha la bomba elevadora cuando el nivel ha bajado lo bastante, accionando un interruptor. Cuando el nivel ha llegado a una altura suficiente, el interruptor desconecta la corriente. El aire va siendo absorbido gradualmente por el agua bombeada de modo que el tanque tiende a quedar lleno de agua. Un compresor de funcionamiento manual o automático vuelve entonces a llenar la cámara de aire. Cuando se necesitan tanques de gran capacidad pueden colo-

carse hundidos en el suelo, con un extremo superior dentro de una casilla de bombas. Los tanques neumáticos son de acero y cuando están enterrados deben estar protegidos por una pintura asfáltica.

Los depósitos de gravedad de asbesto o tinacos son los más usuales, ya que además de ser los más económicos, requieren de menos cuidados. Colocados en la parte superior de las edificaciones, tienen un peso considerable, que debe ser sostenido por la armazón estructural.

Lo mismo que en los tanques neumáticos, en los tinacos se emplean válvulas de flotador para regular las operaciones de bombeo, poniendo en marcha y deteniendo las bombas, que generalmente están colocadas sobre las cisternas.

#### 2.4.8 JARROS DE AIRE

Tienen por objeto expulsar el aire contenido en las tuberías, las cuales sino están correctamente instaladas pueden aprisionar el aire que forma verdaderos tapones que impiden la circulación del agua o que al ser expulsado por las llaves, cuando esto es posible, ocasiona intermitencias molestas del flujo.

### 2.5 DISTRIBUCION DE AGUA EN EDIFICIOS DE MENOS DE 10 PISOS Y EDIFICIOS DE GRAN ALTURA.

#### 2.5.1 DISTRIBUCION EN EDIFICIOS MENORES DE 10 PISOS

El suministro de agua en una edificación de menos de 10 pisos, se concibe generalmente como una sola unidad, con un tanque de distribución, cuando sea preciso, y una sola red de tuberías. Cuando el servicio público, procedente de un depósito, dispone de suficiente presión para alcanzar satisfactoriamente la toma más elevada, la instalación se hace directa, (como el

sistema visto en la sección 2.2.1), disponiendo las canalizaciones interiores en forma de montates alimentados por impulsión y no se necesitan bombas ni tanques.

Cuando la presión en la red de alimentación no es suficiente, se requerirán tanques elevados y al mismo tiempo tendrán que preverse bombas para llenarlos y el sistema de distribución se llama entonces de alimentación por gravedad (como el visto en la sección 2.2.2).

## 2.5.2 DISTRIBUCION EN EDIFICIOS DE GRAN ALTURA

### 2.5.2.1 DISTRIBUCION POR ZONAS

Cuando se toma como una sola unidad, el suministro de agua de los edificios muy elevados, las capacidades necesarias para los tanques, bombas y canalizaciones resultan excesivas y dan lugar a presiones exageradas en la parte baja del sistema de alimentación por gravedad. Es costumbre en tales casos dividir la altura total del edificio en fajas horizontales o zonas y proyectar los servicios de agua fría y de agua caliente separadamente para cada una. El sistema de calefacción del edificio está habitualmente dividido en las mismas secciones, y se prevén falsos techos suspendidos para cubrir las entradas de las tuberías que alimentan el abastecimiento de agua y la calefacción.

Con la excepción de las bombas, que pueden estar todas en la planta inferior, cada zona está abastecida por su propio sistema de tuberías de alimentación, bajantes, depósitos y calentadores de agua.

La determinación del número de zonas se hace por consideraciones económicas, teniendo en cuenta que al incrementar este número se aumenta el número de tanques y de bombas y la longi-

tud de las canalizaciones, pero decrecen las capacidades de todos ellos y la presión en los tubos de alimentación. Además se requieren muchos techos suspendidos y armazones pesadas y se pierde espacio aprovechable para viviendas u oficinas. En general, se considera que, las zonas deben comprender 10 plantas como solución más práctica y los diámetros y presiones son, por lo tanto, los que resultan de alturas de zonas no mayores de 30 metros.

#### 2.5.2.2 DISTRIBUCION POR GRAVEDAD

En los edificios elevados con distribución por gravedad, el agua llega por su presión natural, a través del contador, hasta un depósito bajo, desde el cual es bombeada al depósito elevado de la parte superior de la casa o a los depósitos de las distintas zonas. Del depósito elevado parten las tuberías de distribución horizontal y de ellas las tuberías de bajada, que a su vez alimentan los ramales que sirven a los aparatos de las distintas plantas (figura 7). Los bajantes deben llevar los grifos necesarios para cuando sea necesario repararlos. Para que no sean necesarios tantos depósitos y bombas, muchas veces en los pisos bajos, hasta donde alcanza la presión del agua de la red exterior, se hace instalación directa. Las tuberías de las dos redes, la de agua directa y la de distribución por gravedad, se enlazan entre sí para que así los pisos bajos puedan tener agua en caso de interrupción en el suministro exterior y para que las bombas puedan actuar directamente desde las tuberías de la red de la calle cuando no pueda utilizarse el depósito inferior.

Cuando la distribución se hace por zonas, los depósitos que alimentan la zona superior deben colocarse a suficiente altura sobre los aparatos más altos para que en ellos el agua tenga suficiente presión. Cada uno de los otros depósitos se colocará, por lo menos, dos pisos por encima de la zona respectiva. Estos depósitos pueden llenarse con bombas individuales colocadas en los bajos o bien pueden serlo por gravedad desde el de-

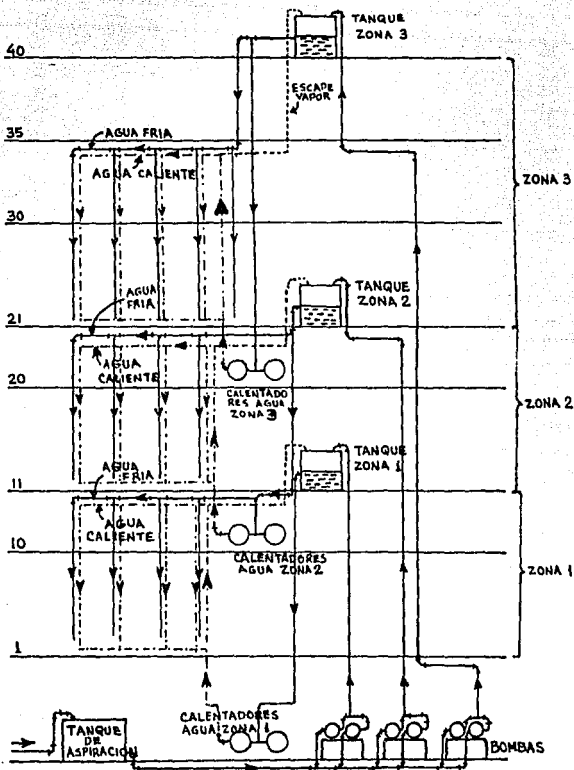


FIGURA 7  
DIVISION EN ZONAS. DISTRIBUCION POR GRAVEDAD



pósito superior o bien por medio de bombas intermedias formando un sistema en cadena. Las bombas se ponen en marcha y se detienen por medio de interruptores accionados por medio de flotadores.

Las tuberías de distribución de cada zona se disponen formando un circuito que se extiende por todo el edificio, oculto por cielos rasos. Las tuberías verticales, muchas veces se hacen pasar adosadas a columnas interiores. Se revisten con un material que las protege contra el fuego, independientemente de la protección que lleven las columnas. La posición y diámetro de las tuberías requiere un estudio cuidadoso para el ahorro de espacio en el uso combinado de las de agua, desagües y calefacción y para la facilidad en el mantenimiento y las reparaciones.

## 2.6 SISTEMAS DE AGUA CALIENTE EN EDIFICIOS

Los sistemas de abastecimiento de agua caliente están constituidos por un calentador, con o sin tanque acumulador, una canalización que transporta el agua caliente hasta la toma mas alejada y a continuación una canalización de retorno, que devuelve al calentador el agua no utilizada.

De esta manera se mantiene una circulación constante y el agua caliente sale enseguida, por el artefacto, sin necesidad de dar primero salida al agua enfriada que habria permanecido en la conducción si no existiera el escape del conducto de retorno. El principal obstáculo para la circulación es el rozamiento; por consiguiente las tuberías deben ser lisas en su parte interior, bien redondeadas en sus bordos cortados, de diámetro amplio y sin codos bruscos.

### 2.6.1 CONSUMO DE AGUA CALIENTE

Por el hecho de que no hay muchos elementos hidráulicos, y sanitarios que usen agua caliente, el consumo de esta puede estimarse en un tercio del consumo total de agua. En hoteles y edificios de departamentos, el consumo total de agua confirma esta proporción. Para oficinas, fábricas, restaurantes y otras clases de edificios, hay que hacer el cálculo teniendo en cuenta las circunstancias propias de cada caso.

### 2.6.2 CALENTADORES DE AGUA

Los calentadores de agua, están diseñados para consumir: electricidad, gas natural, gas licuado, aceites derivados de este o carbón. El costo de estos combustibles varía de un lugar a otro. Por consiguiente, se recomienda, si se desea un funcionamiento económico, verificar los costos respectivos antes de seleccionar un calentador.

Los calentadores de uso más común para servicio de agua caliente son de dos tipos:

1. Calentadores de Leña: Son también adaptables a utilizar petróleo como combustible y tienen dos características particulares:
  - a) Solamente se tienen de depósito o de almacenamiento
  - b) El diámetro de la entrada del agua fría y salida del agua caliente es de 13 mm
2. Calentadores de Gas: Se fabrican en dos presentaciones:
  - a) De depósito (automáticos y semiautomáticos) en ellos el diámetro mínimo de entrada del agua fría y salida del agua caliente es de 19 mm. Pasando por los diámetros de 25, 32, 38 mm etc, cuyos diámetros están de acuerdo al volumen de agua que pueden contener, convenientemente en proporción al número de muebles sanitarios al que se pretenda dar servicio en forma simultánea.

b) De paso (automáticos) consideran el proporcionar servicio de agua caliente como máximo a dos muebles en forma simultanea.

El diametro de la entrada de agua fría y salida de agua caliente es de 19 mm.

### 2.6.3 SISTEMAS CENTRALES DE AGUA CALIENTE

Los sistemas centrales de agua caliente pueden ser considerados también de paso o de almacenamiento, pero dado que los primeros requieren mayores elementos productores de calor y los segundos pueden tomar las grandes demandas, con mayor facilidad, estos son preferidos en el mayor número de los casos en grandes edificios (hoteles, fábricas, etc). Reciben el nombre de calderas y pueden considerarse como grandes calentadores con tanque de almacenamiento interior o exterior. Generalmente los de tanque exterior son los que corresponden a sistemas de grandes edificios.

### **III. MATERIALES Y ACCESORIOS UTILIZADOS**

### 3.1 TUBERIAS UTILIZADAS EN LAS INSTALACIONES HIDRAULICAS.

Los materiales de las tuberías utilizadas en las instalaciones hidráulicas en el interior de los edificios, son actualmente los siguientes:

Hierro galvanizado, cobre, bronce, fibrocemento, plástico, plomo y cloruro de polivinilo (PVC).

#### a) Hierro galvanizado

El hierro es el más conocido y utilizado de los metales.

En estado natural el hierro puro tiene pocas aplicaciones, principalmente se emplea aleado con el carbono en forma de aceros o con el carbono y el silicio en forma de fundiciones o hierro colado; por lo general estas formas comerciales con tienen en mayor o menor cantidad impurezas, principalmente manganeso, fósforo y azufre.

El hierro puro es un metal blando-grisáceo, muy maleable, dúctil y sumamente tenaz. Su color específico es 0.113, su peso  $7,675 \text{ kg/dm}^3$ , se funde a los  $1540^\circ$  aproximadamente.

Los tubos de hierro, de acero deben ser galvanizados o recubiertos con una capa de brea, alquitran o asfalto para su protección contra la corrosión exterior. La protección contra la corrosión producida por el agua puede hacerse por galvanización o bien empleando una aleación resistente a la corrosión. Sin embargo, la práctica moderna se inclina por un tratamiento alcalino de las aguas a fin de neutralizar los ácidos corrosivos. El oxígeno y el anhídrido carbónico son especialmente corrosivos, produciendo obstrucción en los tubos de hierro; el tratamiento dentro de los edificios es el silicato sódico, aplicado por personas expertas, es más eficiente. En general este método no es tan caro como el empleo de tuberías de aleaciones especiales. El sistema de unión utilizado es el roscado.

## b) Cobre

Se trata de un metal de color rojizo brillante, más blando y menos resistente que el hierro.

Como el hierro, el cobre puede adquirir dureza por trabajo mecánico de deformación en frío, esto es, por estirado, laminado, etc.

El cobre es un material dúctil maleable, muy buen conductor de la electricidad, del calor; de aquí su empleo para tubos, calderas y conductores eléctricos.

Se obtiene con grado alto de pureza hasta un 99.99% en el cobre electrolítico. Esta pureza del cobre es indispensable para su utilización como conductor eléctrico.

En el comercio se encuentra en forma de planchas, tubos, barras y perfiles, así como también en forma de lingotes para la preparación de aleaciones.

Se tienen dos tipos de fabricación de tuberías de cobre tipo normal, rígido y flexible.

La tubería de tipo flexible es para las instalaciones de gas, fundamentalmente; por lo que queda fuera de este tema.

En las tuberías rígidas de cobre se fabrican 4 tipos:

Tipo "M", tipo "L", tipo "K", tipo "DWV"

El tipo "DWV", no entra en las instalaciones hidráulicas, es apropiado para drenajes, desagües y ventilación. Por lo tanto la clasificación de la tubería de cobre para una instalación hidráulica sería la siguiente:

Tipo "M".- Fabricado en temple duro, con diámetros nominales de 1/4" (9.5 mm) hasta 4" (102 mm), con tramos rectos de 6.10 metros. Cubre las necesidades normales de una instalación de abastecimiento de agua de una casa ó edificio, soporta con gran margen de seguridad las presiones usuales.

El color de identificación para esta tubería es el rojo. A continuación mostramos una table con sus características mas importantes.

TIPO "M"

Medida Nominal Pulg milímetros	Diámetro Exterior Pulg milímetros	Diámetro Interior Pulg milímetros	Grueso Pared Pulg milímetros	Peso en: Lbs por Pie Kgs por M	Peso por tramo: Lbs Kgs	Presión máxima: Lbs Pulg <sup>2</sup> Kgs cm <sup>2</sup>	Presión constante Lbs Pulg <sup>2</sup> Kgs cm <sup>2</sup>	Flujo en: G P M L P M
1/4" 6.35 mm	0.375" 9.525	0.325" 8.255	0.025" 0.635	0.107 0.159	2.132 0.968	6133 431.15	1226 86.18	
3/8" 9.5 mm	0.500" 12.700	0.450" 11.430	0.025" 0.635	0.145 0.216	2.903 1.318	4500 316.35	900 63.27	2.247 8.507
1/2" 12.7 mm	0.625" 15.875	0.569" 14.453	0.028" 0.711	0.204 0.304	4.083 1.854	4032 283.45	806 56.66	4.064 15.382
3/4" 19 mm	0.875" 22.225	0.811" 20.599	0.032" 0.812	0.328 0.488	6.566 2.981	3291 231.35	658 46.25	10.656 40.333
1" 25 mm	1.125" 28.575	1.055" 26.797	0.035" 0.889	0.465 0.693	9.310 4.227	2800 196.84	560 39.36	21.970 83.180
1 1/4" 32 mm	1.375" 34.925	1.291" 32.791	0.042" 1.067	0.683 1.016	13.656 6.200	2749 193.25	550 38.66	39.255 148.580
1 1/2" 38 mm	1.625" 41.275	1.527" 38.785	0.049" 1.245	0.941 1.400	18.821 8.545	2713 190.72	542 38.10	62.335 235.940
2" 51 mm	2.125" 53.975	2.009" 51.029	0.058" 1.473	1.461 2.176	29.233 13.272	2470 173.65	491 34.51	131.000 495.860
2 1/2" 64 mm	2.625" 66.675	2.495" 63.373	0.065" 1.651	2.032 3.025	40.647 18.454	2228 156.62	445 31.28	231.461 876.010
3" 76 mm	3.125" 79.375	2.981" 75.718	0.072" 1.889	2.683 3.994	53.663 24.363	2073 145.73	414 29.10	375.189 1420.090
4" 102 mm	4.125" 104.775	3.935" 99.949	0.095" 2.413	4.665 6.945	93.310 42.363	2072 145.65	414 29.10	799.395 3025.710

Tipo "L".- Fabricado en temple duro, con diámetros nominales de 1/4" (6.35mm) hasta 6" (152 mm), con longitudes de 6.10 metros de pared un poco más gruesa que la anterior. Usos en instalaciones de gas domiciliario y servicios subterráneos, (tomas domiciliarias), calefacción, refrigeración, etc. Se identifica por el color azul. A continuación mostramos una tabla con sus características más importantes.

TIPO "L"

Medida Nominal Pulg milímetros	Diámetro Exterior Pulg milímetros	Diámetro Interior Pulg milímetros	Gruoso Pared Pulg milímetros	Peso en: Lbs por Pie Kgs por M	Peso por tramo: Lbs Kgs	Presión máxima Lbs Pulg <sup>2</sup> Kgs cm <sup>2</sup>	Presión constante Lbs Pulg <sup>2</sup> Kgs cm <sup>2</sup>	Flujo en: G P M L P M
1/4" 6.35 mm	0.375" 9.525	0.315" 8.001	0.030" 0.762	0.126 0.187	2.524 1.146	7200 506.16	1440 101.23	
3/8" 9.5 mm	0.500" 12.700	0.430" 10.922	0.035" 0.889	0.198 0.295	3.965 1.800	6300 442.89	1260 88.57	1.873 7.089
1/2" 12.7 mm	0.625" 15.875	0.545" 13.843	0.040" 1.016	0.285 0.424	5.705 2.590	5760 404.92	1152 80.98	3.565 13.493
3/4" 19 mm	0.875" 22.225	0.785" 19.939	0.045" 1.143	0.455 0.678	9.110 4.136	4632 325.62	926 65.09	9.600 36.336
1" 25 mm	1.125" 28.575	1.025" 26.035	0.050" 1.270	0.655 0.976	13.114 5.954	4000 281.20	800 56.24	19.799 74.940
1 1/4" 32 mm	1.375" 34.925	1.265" 32.131	0.055" 1.397	0.885 1.317	17.700 8.036	3600 253.08	720 50.61	35.048 132.660
1 1/2" 38 mm	1.625" 41.275	1.505" 38.227	0.060" 1.524	1.143 1.698	22.826 10.363	3323 233.60	664 46.67	56.158 212.560
2" 51 mm	2.125" 53.975	1.985" 50.419	0.070" 1.778	1.752 2.608	35.042 15.909	2965 208.43	593 41.68	119.099 450.790
2 1/2" 64 mm	2.625" 66.675	2.465" 62.611	0.080" 2.032	2.483 3.695	49.658 22.545	2742 192.76	548 36.52	214.298 811.120
3" 76 mm	3.125" 79.375	2.945" 74.803	0.090" 2.286	3.332 4.962	66.645 30.257	2592 182.21	518 36.41	347.397 1314.900
4" 102 mm	4.125" 104.775	3.905" 99.187	0.110" 2.794	5.386 8.017	107.729 48.909	2400 168.72	480 33.74	747.627 2829.770
6" 152 mm.	6.125" 152.575	5.845" 148.463	0.140" 3.556	10.218 15.209	204.357 92.778	2000 140.60	400 28.12	



Tipo "K".- Con un espesor mayor que el tipo "L", por sus características se recomienda usar en instalaciones de tipo industrial, conduciendo líquidos y gases en condiciones más severas de presión y temperatura.

El Color verde identifica a este tipo de tubería y se fabrica desde 3/8" hasta 6" de diámetro nominal.

### TÍPO "K"

Medida Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Grueso Pared	Peso Libras por Pie	Peso por Tramo Libras por Pie	Presión máxima Libras Pulg <sup>2</sup> Kgs Cm <sup>2</sup>	Presión correlativa Libras Pulg <sup>2</sup> Kgs Cm <sup>2</sup>	Flujo G P M G P M
3/8 - 9.5 mm	0.900 - 12.700 mm	0.402 - 10.210 mm	0.049 - 1.245 mm	0.269 - 0.400	5.385 - 2.445	8620 - 620.04	1764 - 124.00	8.640 - 1.754
1/2 - 12.7 mm	0.625 - 15.875 mm	0.527 - 13.385 mm	0.049 - 1.245 mm	0.344 - 0.512	6.930 - 3.126	7056 - 496.03	1411 - 99.19	12.507 - 3.304
3/4 - 19 mm	0.875 - 22.225 mm	0.745 - 18.923 mm	0.065 - 1.651 mm	0.640 - 0.954	12.613 - 5.817	8685 - 469.95	1337 - 93.90	32.594 - 8.611
1 - 25 mm	1.125 - 28.575 mm	0.995 - 25.273 mm	0.065 - 1.651 mm	0.840 - 1.250	16.799 - 7.627	5200 - 209.00	1040 - 73.11	75.042 - 18.826
1 1/4 - 32 mm	1.375 - 34.925 mm	1.245 - 31.623 mm	0.065 - 1.651 mm	1.041 - 1.549	20.824 - 9.454	4260 - 299.47	852 - 59.89	132.270 - 34.940
1 1/2 - 33 mm	1.625 - 40.640 mm	1.481 - 37.817 mm	0.072 - 1.829 mm	1.361 - 2.026	27.231 - 12.363	3968 - 260.35	797 - 56.02	212.240 - 56.074
2 - 51 mm	2.125 - 53.975 mm	1.959 - 49.759 mm	0.083 - 2.108 mm	2.062 - 3.070	41.249 - 18.727	3515 - 247.10	703 - 49.42	454.800 - 120.156

En resumen las tuberías de cobre resisten la corrosión en condiciones normales, tienen un período de vida alto y se pueden clasificar de acuerdo con el grueso de sus paredes y su dureza. Su alto uso se debe a su facilidad para su instalación, es lo suficientemente suave para doblarla alrededor de cualquier obstáculo.

Es bastante rígida para tenderla en trechos largos cuando son de temple duro.

En las tuberías de cobre de temple rígido, su sistema de unión es por medio de conexiones soldables.

### c) Bronce

Las aleaciones a base de cobre y estaño en proporciones variables toman el nombre de bronce.

Su empleo más general se hace en estado fundido, pero pueden utilizarse también en forma de piezas forjadas, barras, perfiles laminados o estruados.

De las aleaciones de cobre y estaño, solamente se emplean en la industria aquellas que tienen un contenido de estaño inferior a 32%; las que contienen un porcentaje mayor van siendo tan frágiles que prácticamente no pueden considerarse aleaciones equivalentes.

#### Propiedades:

Desde el punto de vista de su aplicación se clasifican los bronce en:

Bronces mecánicos con un contenido del 9% al 25% de estaño; estos bronce se trabajan con facilidad por deformación en frío y son blandos.

Bronces maleables con un contenido de estaño inferior al 9%.

Las tuberías de bronce tienen la ventaja de que no se corroenteniendo un periodo de vida muy alto, reduciendo el costo de mantenimiento de plomería, motivo por lo cual ha desplazado en gran parte al hierro galvanizado. Esta tubería soporta presiones de hasta  $100 \text{ lb/in}^2$  ( $70.45 \text{ kg/cm}^2$ ) y se fabrica en tramos de 12 ft (3.65 mts) y con un diámetro de esta 4 in (10.16 cm).

#### d) Fibrocemento

Es un material resultado de la mezcla de cemento y amianto (asbesto) el cual tiene una alta resistencia a las presiones tiene la ventaja de ser mas economico, facilidad de cortado con una sierra y se fabrican en longitudes de tres metros.

Las tuberías de fibrocemento o asbesto cemento se presentan en diferentes clases, dependiendo cada clase en las presiones requeridas.

A - 5	-----	5 Kg/cm <sup>2</sup>
A - 7	-----	7 kg/cm <sup>2</sup>
A -10	-----	10 kg/cm <sup>2</sup>
A -14	-----	14 kg/cm <sup>2</sup>

Esto para los diámetros siguientes:

Pulgadas	Ø Interior mm
2	51
2 1/2	64
3	76
4	102
6	152
8	203
10	254
12	305
14	356
16	406
18	457
20	508
24	610
30	762
36	914

e) Plástico

Este tipo de tubería es muy ligera ya que comparada con la de cobre, su densidad es la de un noveno, es flexible y resistente es inafectable por suelos o aguas consideradas corrosivas, para metales y resistente a los ácidos y álcalis tiene la desventaja de no ser adecuada para la conducción de agua caliente; la exposición prolongada al sol puede causarle deterioro, por lo cual se vende en color negro para contra restar esta posibilidad, se puede conseguir en diámetros de 1/2", 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2", y 2" pulgadas.

f) Plomo

Es un material que tiene alta resistencia a la corrosión, es fácilmente maleable para cualquier forma especial requiera.

Generalmente este tipo de tubería se usa en servicios bajo tierra, en derivaciones, en obturadores hidráulicos y conexiones de desagüe, se especifica por su diámetro interior, peso por unidad lineal, se vende en rollos con diámetro de hasta 2" (5.1 cm). Este tipo de tubería tiende a desaparecer, se deja atacar por el oxígeno del aire, formando-se óxido de plomo, el cual es venenoso.

g) Cloruro de Polivinilo (PVC)

En su estado natural es un polvo blanco fisiológicamente inocuo (no perjudicial al ser humano), prácticamente insensible al agua, al vapor de agua, a los aceites, ácidos, bases diluidas, así como a los alcoholes.

Combinado con diversos aditivos puede presentar aspectos muy diversos, que cabe concretar en dos variantes elementales:

El PVC duro ó rígido y el PVC blando.

El PVC duro, es el resultado de la fusión y moldeo de PVC y aditivos, con exclusión de plastificantes.

La tubería PVC hidráulica con campana (acoplamiento Auger) se fabrica en diferentes diámetros y diferentes espesores de pared para trabajar a diversos rangos de presión de acuerdo con la necesidad específica de conducción.

DIAMETROS NOMINALES mm.	PRESION DE TRABAJO A 23°C
38-50-60-150 y 200	11.2 kg/cm <sup>2</sup>
60 y 75	9.0 "
90-100-150 y 200	7.1 "

En líneas de conducción de agua potable y redes de distribución en cada tramo de tubería con campana, lo mismo que en sus conexiones, se suministran empaques de neopreno así como sus lubricantes para su ensamble.

El PVC en general es un material idóneo para tuberías sanitarias e instalaciones eléctricas de baja tensión.

En resumen el material más usado en las instalaciones hidráulicas en los edificios son las tuberías de hierro galvanizado y las tuberías de cobre, el resto de las tuberías mencionadas se utilizan en casos particulares que así lo requieran.

### 3.2 ACCESORIOS

Se refiere fundamentalmente a todas las disposiciones necesarias para realizar los empalmes entre tubos, como pueden ser los acoplamientos para conexión con la tubería principal, codos para empalmes de 90 o 45 grados, Tés para ramales con ángulo de 45 o de 90 grados y cruces con dos ramales opuestos

formando ángulo de 90 grados con la tubería principal.

Los accesorios con brida se usan pocas veces para los suministros de agua de los edificios. Consisten en unos rebordes o salientes que se unen por rosca a los extremos de los tubos que se requieren empalmar.

Las bridas se atornillan después, una con otra, introduciendo un arco de metal o de caucho.

Las uniones de estos accesorios pueden ser por rosca, brida, soldada o a presión.

En el mercado existen también juntas como son:

Campana y macho, mecánica la misma brida, gibault y cople.

A continuación mostramos juntas y los accesorios que pueden ser piezas especiales.

### PIEZAS ESPECIALES

estas piezas se usan en función del número de "bocas" necesarios para conducir el agua salvo en piezas de fabricación especial

### JUNTAS

son aditamentos de unión para dos elementos seccionados que conducen agua

#### "CRUZ"



generalmente los cuatro bocas son de igual diámetro, pero también se obtienen de dos diámetros distintos, situados por pares alineados.

#### CAMPANA Y MACHO

espacio para rellenar con estopa alquitranada y plomo-junta rígida usada en tuberías de hierro y asbesto cemento



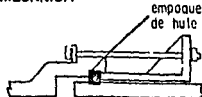
#### NOTA

los esquemas muestran piezas con junta de "campana" y de "brida"

#### "TE"

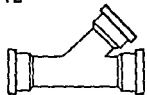


#### MECANICA



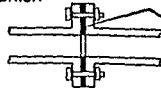
junta flexible usada en tuberías de acero

#### "YE"



"yes" y "yas" pueden encontrarse de tres bocas de igual diámetro, o bien la boca desviadora de diámetro distinto

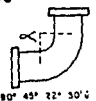
#### BRIDA



empaque de plomo cobre ó hule junta rígida para tuberías de hierro

las bocas también pueden ser iguales o diferentes, y se fabrican con diferentes ángulos, para poder dar curvaturas de radio obligada, o conveniente al proyecto

#### "CODO"

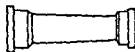


#### GIBALTA



junta flexible para tubo liso de hierro o asbesto cemento o mistos

#### "REDUCCION"



se utilizan para acoplar tuberías de menor diámetro, a piezas especiales de diámetro mayor, de acuerdo con los necesidades del proyecto también se usan como piezas de sujeción directa para tuberías de diámetros distintos

#### COPE



junta flexible para tubería de asbesto cemento se requieren "gatos" para colocarla ve también A C con 11 juntas coples especiales

### 3.3. VALVULAS

En función de las necesidades de la distribución de agua, elegiremos el tipo de válvula.

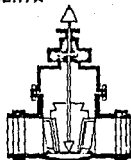
Para asegurarse del buen funcionamiento de las válvulas, estas deberán cerrarse y abrirse cuando menos dos veces al año.

Siempre que proceda una reparación en las válvulas, deberán sustituirse los empaques.

Todas las válvulas deben protegerse con cajas de registro, y ser fácilmente accesibles para su manejo y sustitución en caso necesario.

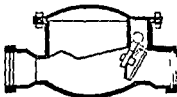
Las válvulas sirven para limitar o interrumpir la circulación del agua. Se pueden clasificar según su mecanismo:

#### COMPUERTA



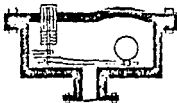
para regular el gasto, aislamiento de sectores en una red, y desfogue de instalaciones en general

#### RETENCION O "CHECK"



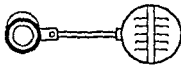
no dejan circular el agua mas que en un solo sentido. De mucha aplicación en instalaciones de bombas

#### DE AIRE



permiten el escape de aire en los puntos más altos de la conducción, evitando tapamientos de aire que impidan el flujo del agua.

#### DE FLOTADOR



regulan la entrada de agua, hasta que esta ha alcanzado un nivel deseado en un almacenamiento.
















### 3.4 SIMBOLOGIA

A continuación se muestra una simbología de los diferentes tipos de tuberías, así como de los diferentes tipos de accesorios; es importante recalcar que cada proyecto lleva su propia simbología; no hay una simbología universal.

#### simbolos

	válvula de compuerta
	válvula de "check"
	válvula de aire
	válvula de flotador
	llave de nariz
	llave de globo
	hidrante
	caja de válvula
	tubería de fierro fundido
	tubería de asbesto cemento
	tubería de fierro galvanizado
	cruz de asbesto cemento
	cruz de fierro galvanizado

	cruz de p.v.c.
	cruz de fierro fundido
	cruz de fierro galvanizado
	te de fierro galvanizado
	codo de 90° de f. g.
	codo de 45° de f. g.
	codo de 22° 30'
	extremidad con campana dep.v.c.
	extremidad con brida de fo. fo.
	tapón macho de f. g.
	tapa ciega de fierro fundido
	reducción con brida de fo. fo.
	junta gibault

#### IV. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

#### 4.1 LA TOMA

En todas las instalaciones conectadas con la red pública, deben seguirse los siguientes trámites:

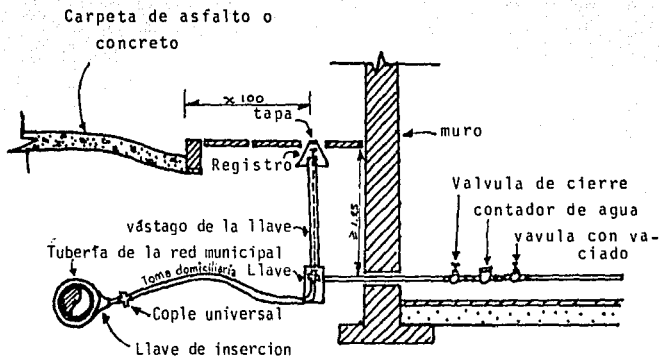
- a) El propietario debe firmar un contrato con el servicio público.
- b) Se obtiene un permiso de excavación de la calle facilitado por el Departamento Municipal correspondiente, o la Empresa privada concesionaria.
- c) El servicio público de aguas proporciona e instala generalmente, el sistema de llaves de latón que se coloca fuera del edificio y completa la instalación, hasta el límite de la construcción o hasta la llave que se coloca debajo de la banqueta.
- d) La llave que va debajo de la banqueta, es suministrada por la compañía o por el servicio público de aguas. Consiste en una caja de fundición que se pone junto al bordillo y que contiene un largo vástago que acciona una válvula que pone en comunicación la red de la calle con la del edificio. Por medio de ella se corta el agua cuando por alguna causa se prescinde del servicio.

La porción de la tubería que va hasta la válvula, se hace con un tubo de cobre (o bien de plomo) en curva flexible o en forma de cuello de ganso, para prever los asentamientos del edificio y las dilataciones de las tuberías.

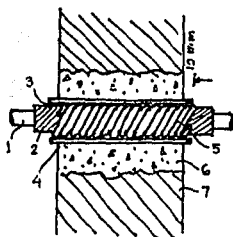
Todos los demás elementos necesarios para la instalación de la casa son colocados por la compañía constructora.

Después de atravesar el muro de la fachada, se instala una válvula de compuerta que gobierna todo el suministro.

de agua en el interior del edificio y en seguida de ella se instala el medidor.



#### PASO DE UNA TUBERIA ATRAVES DE UN MURO EXTERIOR



1. Tuberfa de agua
2. Encintado contra la corrosión
3. Masilla plástica
4. Tubo protector
5. Cuerda de junta
6. Abertura del muro cerrado con concreto
7. Muro

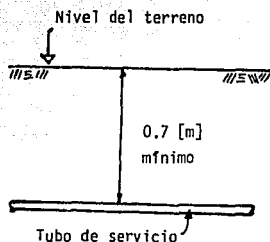
## 4.2 TUBERIAS SUBTERRANEAS

Las tuberías enterradas se deben de proteger contra la corrosión, rodeándolas por todas partes, con una capa de arena de 20 cm de espesor o con una venda asfaltada o de otra manera semejante.

Las tuberías de tubo de acero se proveen normalmente de un revestimiento de asfalto. Hoy día van siendo sustituidas por las de polietileno, por ser más resistentes a la corrosión, flexibles y fáciles de montar al suministrarse en piezas de gran longitud.

Los tubos de Fo. Fo. suelen emplearse en las redes exteriores de los edificios, colocados a una profundidad de 0.70 a 1.0 m, sobre el nivel del terreno; esto es como una protección contra las heladas y de la acción corrosiva de agentes químicos externos. Se usan también en lugares muy húmedos y en conductos que llevan agua mezclada con soluciones ácidas.

Para el relleno de la zanja que ocupa la tubería no se debe usar tierra con humus, ni derribos de obra, escorias o piedras.



### 4.3 TUBERIAS VERTICALES Y HORIZONTALES

En los edificios, las tuberías se tienden rectas, apoyadas directamente sobre la pared con grapas o collares para pared; sin embargo, es preferible tenderlas a una distancia mínima de 25 mm de la pared, mediante abrazaderas que se deben clavar, empotrar con yeso o cemento, o atornillar en la pared de modo que no pendan.

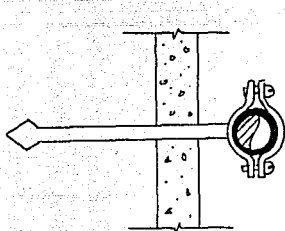
Sobre las distancias entre los apoyos de la tubería mostraremos el siguiente cuadro:

Material	Diámetro interior	Tubería vertical	Tubería horizontal
Tubo de acero	≤ 25	≤ 1.50	≤ 1.50
	> 25	≤ 2.00	≤ 2.00
Tubo de plomo	--	≤ 0.75	≤ 0.40
Tubo de cobre	≤ 12	≤ 1.50	≤ 1.50
	> 12	2.00 a 3.00	2.00 a 3.00
Tubo de PVC	--	1.50 a 2.00	0.80 a 1.50

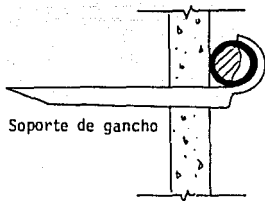
Si existen varios tendidos de tuberías, se recomienda una separación mínima de 40 mm entre ellas y 150 mm del agua caliente.

Las tuberías horizontales colocadas en los techos, son admisibles solo con autorización de la compañía abastecedora; se han de proteger de los ataques del concreto de escorias, revoques de xiolita y de otros materiales para la construcción que sean agresivos, mediante la envoltura con cintas protectoras asfaltadas con un mortero de cemento de 5 cm de espesor que lo cubra por completo, haciendo el tendido dentro de tubos protectores o con medidas semejantes.

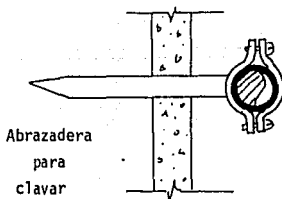
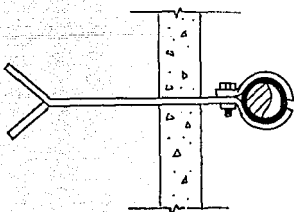
Las tuberías horizontales o verticales pueden estar visibles o cubiertas por plafones falsos o cajas protectoras, o entre muros especialmente hechos para las instalaciones hidráulicas.



Abrazaderas para empotrar



Soporte de gancho



Abrazadera para clavar

#### 4.4 TUBERIAS EMPOTRADAS

Las tuberías empotradas en la pared han de quedar cubiertas por un revestimiento de  $> 25$  a  $30$  mm, para evitar deformaciones o grietas a consecuencia de un secado desigual o de tensiones térmicas del revoque, precipitaciones de agua, de condensación, etc.

Para tuberías de grandes dimensiones se presupone un proyecto para dejar dispuestas las ranuras en las paredes y suelos al construirlas.

Para tuberías de pequeñas dimensiones se construyen las paredes y pisos, y después se ranuran para hacer la instalación.

Para cerrar la ranura de las paredes se debe hacer con mortero de cemento o concreto, con barro de paja o con espuma de materia plástica, aplicada con pistola, excelente aislante térmico, revocándolas sobre un soporte, como la tela metálica o láminas de metal.

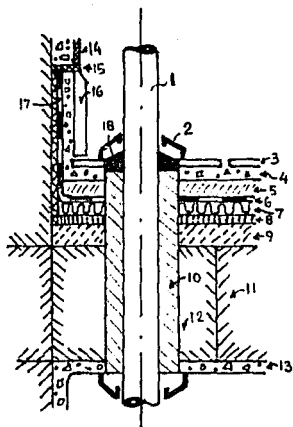
Las tuberías que trabajen en caliente se han de envolver ante todo con papel, cartón ondulado, etc. antes de cerrar las ranuras de las paredes, a fin de que mantengan una cierta movilidad. Los tubos de materia plástica y de cobre debajo del revoque se han de proteger siempre de esta manera del contacto con el mortero.

No es recomendable dejar vacías las ranuras de las paredes y solo taparlas.

Los pasos de paredes y techos han de situarse siempre perpendicularmente a la pared o bien verticales. Los tubos se han de envolver por lo menos con papel, cartón ondulado, etc., siendo preferible emplear un manguito con roseton o conchas chas de esterilla de fibra de vidrio.



Para atravesar techos de piezas húmedas, las tuberías montadas al aire se han de conducir por dentro de un tubo protector estanco al agua, que se unirá cuidadosamente a la capa impermeable horizontal del techo.



1. Tubo de acero
2. Roseta
3. Baldosa del suelo
4. Lecho de mortero, 15 mm
5. Solado de 20 a 30 mm
6. Capa estanca
7. Placa ligera de madera, 15 mm
8. Estera aislante, 10 mm
9. Concreto vertido
10. Concha de esterilla de vidrio
11. Techo bruto
12. Relleno
13. Enlucido del techo
14. Azulejo de la pared
15. Filete de goma blanda (plástico)
16. Baldosa de zócalo
17. Cartón ondulado asfaltado
18. Masilla plástica

Paso de una tubería de acero a través del suelo en un local húmedo.

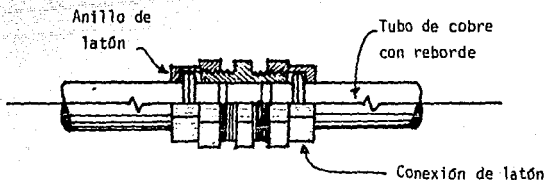
#### 4.5 JUNTAS Y RECOMENDACIONES

##### Juntas en tubos de cobre.

Hay varios métodos para unir tubos de cobre y el aplicable dependerá de: a) del diámetro del tubo; b) del servicio que vaya a realizar, en este caso "agua"; c) de los reglamentos locales.

En el caso de tubos pequeños de espesor y diámetro hasta de 50 mm los métodos utilizados son:

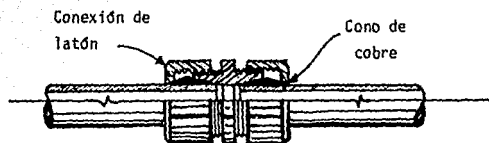
##### 1. Juntas formadas por compresión



Con una herramienta especial se forma el reborde en el extremo del tubo de cobre, al apretar la conexión el reborde se apoya lográndose una junta con contacto de metal a metal, por lo que se requiere material para uniones.

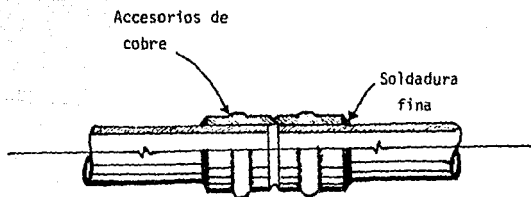
Otro método para conformar los extremos de los tubos son el acampanado y el abocinado.

## 2. Juntas no formadas por compresión.



En este tipo de juntas conservan su forma los extremos de los tubos y no se requiere conformación en los mismos. Esta junta se hace mediante un cono de compresión hecho de cobre. Al enroscar la tuerca exagonal, el cono queda acuñado entre la boquilla (o niple) y la tuerca, logrando así una junta hermética de metal a metal a prueba de fugas.

## 3. Juntas capilares



Al formar esta junta se permite a la soldadura derretida -- fluir (por capilaridad) entre el tubo y el accesorio o conexión, esta junta es mucho más eficaz que la junta por compresión.

La cantidad de soldadura requerida para la junta va contenida en una ranura formada dentro del accesorio.

Para hacer la junta, la parte interior del accesorio y la exterior del tubo se limpian con fibra de acero o con lija de esmeril. Después de aplicar un fundente adecuado a las superficies ya limpias, el extremo del tubo se inserta en el accesorio y se aplica calor utilizando un soplete. Después de un breve calentamiento, la soldadura se funde y fluye alrededor del espacio anular, logrando así una junta hermética.

#### 4) Juntas soldadas con plata.

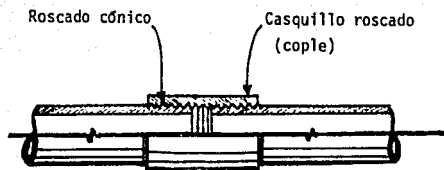
Para lograr la junta se enchanca un extremo del tubo para formar un casquillo, de modo que el extremo normal ajuste bien en su interior. Posteriormente se aplica calor.



### Juntas en tubos de acero

Los tubos de acero o hierro forjado pueden unirse aplicando uno de los tres métodos siguientes:

- 1) Juntas roscadas (se unen con accesorios especiales)

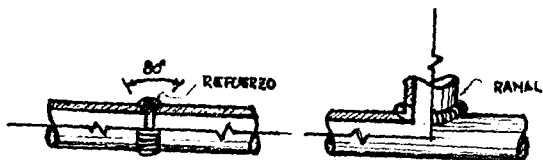


Este método se utiliza en tubos, tanto de diámetro reducido como grandes, y es el método aplicado usualmente. Para hacer la junta se corta el tubo al largo debido y se rosca el extremo del tubo lo suficiente para que quede alojado en el accesorio o conexión. La rosca no deberá cortarse demasiado profunda, pues la junta que se obtenga podría no ser hermética.

Se enrolla hilo de cáñamo alrededor de la rosca, según el giro del reloj, aplicando grafito o una pasta especial para uniones, utilizando para ello una brocha.

Luego se atornilla la parte roscada en el accesorio, o viceversa, y se aprieta utilizando una llave "Stillson" para tubos. El cáñamo y el material para sellar juntas llenan bien las roscas y aseguran una junta hermética. (El cáñamo no debe utilizarse para unir tubos para vapor porque se quema).

## 2. Juntas soldadas (con soldadura autógena)

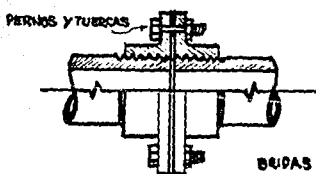


El material de aporte y los tubos deben de ser del mismo tipo, y ambos se funden conjuntamente para formar la unión.

Este método se utiliza habitualmente en tubos de 32 mm de diámetro o más.

Al llevar a cabo esta junta es esencial tener una buena penetración, reforzando la soldadura con un cordón sobre la parte exterior del tubo.

## 3. Juntas atornilladas (con bridas)

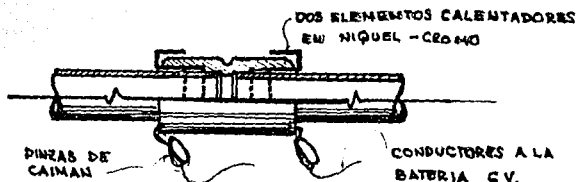


Es un método excelente para unir tubos de gran diámetro. Las bridas pueden ser de acero o de hierro fundido o maleable y pueden atornillarse a los extremos de los tubos. El empaque es de latón corrugado "anillo Taylor".

## Juntas en tubos de polietileno

Existe gran variedad de juntas aplicables a estos tubos, algunas de ellas para tubos de calibre normal, otras para tubos de calibre grande, algunas mas pueden ser utilizadas con ambos calibres.

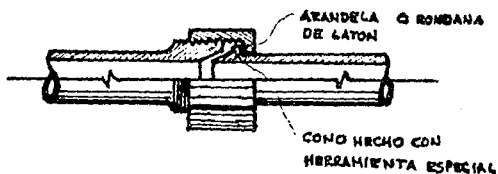
### 1. Junta "Alkalite"



Se moldea en cada uno de los casquillos una tira de níquel - cromo durante la producción. Formando esta tira un pequeño elemento calefactor.

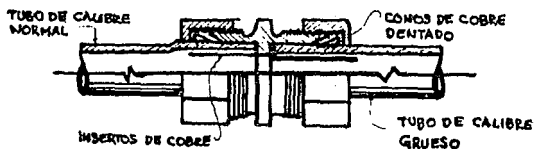
Para hacer una junta se conectan los conductores a una batería o acumulador de servicio pesado, de 6V. se genera así suficiente calor para fundir el tubo de polietileno y el accesorio, formando una soldadura homogénea. Las juntas pueden ser con coples en "T", codos, reducciones y adaptadores.

### 2. Junta "Plastronga"



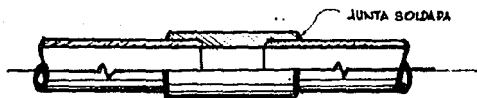
El accesorio se produce con polietileno de alta resistencia y es adecuado para tubos tanto normales como de servicio pesado. La junta se hace con un reborde cónico situado al extremo del tubo, formado por una herramienta especial mientras se aplica calor con un soplete.

### 3. Juntas "Kontite"



Se une mediante un accesorio de compresión hecho de tubo de cobre.

### 4. Junta "Polifusión vulcathene"



Esta junta es adecuada para tubos normales o de servicio pesado. Se hace con una herramienta especial que funde las superficies en contacto, las cuales cuando se presionan entre sí, se funden para formar una junta soldada, se calienta con un soplete.



### Juntas en tubos de plomo

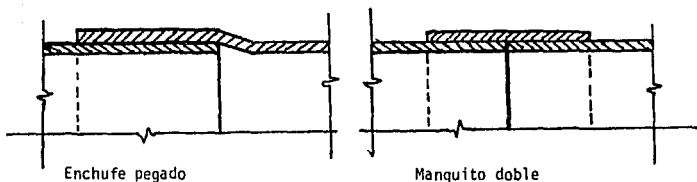
En tuberías para agua esta junta se prepara como sigue:

1. Cortar al largo requerido el tubo de ramal, escuadrar el extremo y raspar hasta obtener un borde fino.
2. Formar un agujero en el tubo principal con la barrena para tubos y trabajar en el plomo con el doblador y un martillo pequeño, para que reciba el tubo del ramal.
3. Aplicar gis y frotar en el tubo y marcar usando el compás y la plantilla de marcar.
4. Raspar el plomo hasta que esté limpio, aplicar cebo y juntar firmemente los tubos.

### Juntas en tubos de cloruro de polivinilo duro para presión.

Estos tubos pueden unirse mediante pegamento especial, formando una unión permanente, no desmontable, rígida y muy resistente a la tracción.

### UNION POR MANGUITO PEGADO



## RECOMENDACIONES

Las tuberías de plomo no son recomendables en conductos de agua caliente, por la dilatación y contracción producida por los cambios de temperatura que agrietan el material.

Debe evitarse pasar las instalaciones por las recamaras, salas y en lugares que ocasionarían problemas en caso de fugas. Se recomienda colocarlas en sótanos, pasillos, patios, etc.

Para grandes edificios, las instalaciones deben de abastecerse de 2 ó mas canalizaciones independientes.

Las alturas recomendables de los muebles de baño son: lavabo 0.79 m, taza WC 0.38 m regadera 2.59 m (llaves 1.37 m) y mirador 0.65 m.

La alimentación del W.C. de tanque deberá ser por la izquierda.

Se recomienda hacer un plano de la instalación donde indique los lugares en donde van a pasar las alimentaciones.

Aparte de muchas otras recomendaciones para lograr una buena instalación hidráulica se mencionaran 3 de ellas más importantes para su funcionamiento, como las juntas de dilatación las cámaras de presión y los jarros de aire.

### JUNTAS DE DILATACIÓN

Es necesario aislar todas las tuberías que forman la red de agua caliente, así como las de retorno y el tanque de agua caliente, para evitar las pérdidas de calor y por consiguiente de energía.

Puede hacerse esto con medias cañas de asbesto cemento, fibra de vidrio u otros materiales.

Para el sistema de agua caliente se prevén también las dilataciones que se presentan en las tuberías por las frecuentes variaciones de temperatura.

Cuando se requieran estos, hay que instalar juntas de dilatación que puedan ser del tipo de fuelle o deslizantes que se obtienen en el mercado o deformando la tubería para formar omegas o simplemente buscando recorridos en los cuales los quiebres de la red permitan por la elasticidad de la tubería que se absorban estas dilataciones y contracciones.

CON TUBERIA



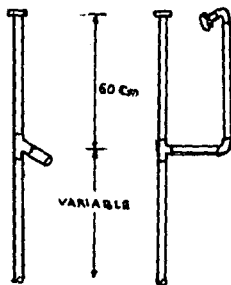
CON CONEXIONES



## CAMARAS DE AIRE O PRESION

Son pequeños tubos tapados en un extremo, del mismo diámetro de la tubería de alimentación de cada mueble o columna de alimentación, con una longitud mínima de 60 cm en las cuales se forma una cámara de aire que tiene por objeto reducir los golpes de ariete ocasionados por el cierre brusco de las llaves y que hace percibir fuertes ruidos en la instalación.

Si esta cámara se hace más corta, se tiene el peligro de que la circulación arrastre el aire contenido en ellas y al llenarse de agua no cumpla su objetivo. El golpe de ariete es el que técnicamente se le conoce como presión dinámica, se origina por el cambio de la energía cinética o energía de movimiento de los fluidos dentro de las tuberías, en energía de presión.

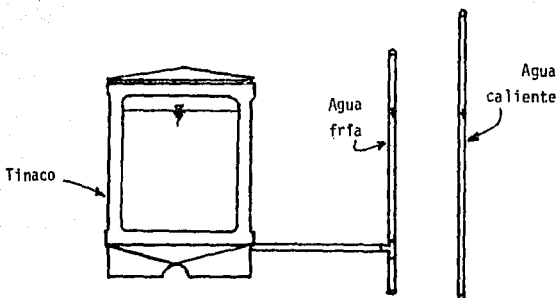


## JARROS DE AIRE

Estos tienen por objeto expulsar el aire contenido en las tuberías, las cuales si no están correctamente instaladas pueden aprisionar el aire que forma verdaderos tapones que impiden la circulación del agua o que al ser expulsados por las llaves, cuando esto es posible, ocasiona intermitencias molestas del flujo.

En instalaciones de agua caliente sirve esencialmente para eliminar el vapor de los calentadores, en edificios de departamentos y condominios en general se recomienda instalar válvulas de alivio, conocidas también como válvulas de seguridad.

Tanto los jarros de aire de agua fría como los de la caliente, deben tener una altura ligeramente mayor con respecto a la parte superior de los tinacos o tanques elevados, además deben estar abiertos a la atmósfera en su parte superior. Los jarros de agua caliente deben ser más altos que los del agua fría en 5 cm por cada metro de altura. Esto es por la diferencia de densidades.



RECOMENDACIONES RESPECTO A ALGUNAS DE LAS MAS FRECUENTES FALLAS  
EN LAS INSTALACIONES HIDRAULICAS.

A).- TOMA DOMICILIARIA

No.	PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1.-	PRESENCIA DE ARENA	- TUBERIAS FRACTURADAS	- INSTALAR FILTROS "Y"
2.-	PERDIDA POR FRICCION	- ESCASO DIAMETRO	- AUMENTO DE DIAMETRO DESPUES DEL MEDIDOR.
3.-	DESBORDE FRECUENTE EN CISTERNA	- FALLA DE FLOTADOR	- CAMBIO POR CALIDAD - INSTALACION ALARMA A NIVEL

B).- CISTERNA

No.	PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1.-	PRESENCIA DE IMPURAS	- CISTERNA DESTAPADA	- REVISION DE SELLA DO. ACCESO
2.-	PRESENCIA DE ALIMANAS O ROEDORES	- TUBOS ABIERTOS.	- REVISION DE PROTECC. DE TUBOS VENTILADORES
3.-	CONTAMINACION ORGANICA	- TUBOS CERCANOS DE ALBARAL FRACTURADOS	- CORREGIR INFILTRACION

### C)-EQUIPOS DE BOMBEO

PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
RUIDOS	- TRANSMISION POR <u>TU</u> BERIAS	- INSTALAR MANGUERAS FLEXI- BLES
GOLPE DE ARIETE EN BOMBAS	- CIERRE ABRUPTO DE VALVULAS	- INSTALAR VALVULAS CHECK DE CIERRE AMORTIGUADO
GOLPE DE ARIETE AN TES DE TANQUE	- GOLPE DE ARIETE	- DERIVACION DE LA RED AL TANQUE DE PRESION BAJO EL NIVEL DE AGUA
ESCEBADO DE SUCCIO NES	- FALLA DE VALVULA DE PIE	- DERIVACION DE LA TOMA A DESCARGA DE BOMBAS
BAJA EFICIENCIA DE BOMBAS	- FALLA DE SUCCIONES	- REVISION DISTANCIA Y DIAMETRO DE SUCCIONES
ARRANQUE Y PARO CONS TANTE DE BOMBAS	- FALLA DE AIRE EN EL TANQUE HIDRONEUMATI CO	- REPOSICION DE COLCHON DE AIRE

## D).- REDES DE ABASTECIMIENTO

PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1. RUIDOS	VELOCIDAD EXCESIVA	- HACER DERIVACIONES EN COLUMNAS PARA ROMPER ARMONIA EN SALIDAS
a) SISEO		- INSTALAR ESPIRALES DE LA COLUMNA PARA REDUCIR VELOCIDAD
b) VIBRACIONES	TRANSMISION DE EQUIPO	- REVISION ANCLAJES A ESTRUCTURAS
		- INSTALAR EMPAQUES DE HULE CON ABRAZADERAS
		- INSTALAR MANGUERA FLEXIBLES EN COLUMNAS
c) GOLPES	VALVULAS	- REVISAR QUE VALVULAS DE COMPUERTA ESTEN TOTALMENTE CERRADAS
		- RETIRAR VALVULAS CHECK DE LAS REDES
d) ARRANQUE Y PARO DE EQUIPOS	TRANSMISION	- REVISION DE COMUNICACION CON TUBOS DE ESCALERA Y CONDUCTO SELLADO CON MATERIAL AISLANTE ACUSTICO.



## 2. FRACTURAS

- |                       |                   |  |
|-----------------------|-------------------|--|
| a) MOVIMIENTO SISMICO | ESFUERZO AL CORTE | - INSTALAR JUNTAS FLEXIBLES  |
| b) AGUA CALIENTE      | POR DILATACION    | - INSTALAR JUNTAS DE DILATACION  |
| c) EN UNIONES         | FALLA SOLDADURA   | - REVISAR CALIDAD DE MANO DE OBRA EN SOLDADURA, ROSCAS Y UNIONES (CHECAR MOTIVOS ANTERIORES) |
| d) EN UNIONES         | GOLPE DE ARIETE   | - LOCALIZAR Y ELIMINAR EL GOLPE DE ARIETE  |

## E) ALIMENTACIONES INTERIORES

PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1. RUIDOS		
a) GOLPE INTERMITENTE	LLAVES DE LAVABO  FLOTADOR EN W.C.	- REVISION DE LLAVES DE LAVABOS Y FREGADEROS POR FALLA DE TORNILLO  - REVISION DE EMPAQUE Y AUMENTAR TIEMPO DE LLENADO
b) ACCION DE FLUXOMETROS	ALTA VELOCIDAD	- INDISPENSABLE AUMENTO DE DIAMETROS
c) GOLPES	GOLPE DE ARIETE	- REVISAR QUE EXISTEN CAMARAS DE PRESION DE 60 cm DE LONGITUD EN TODOS LOS MUEBLES
2. DEMASIADO TIEMPO PARA OBTENER AGUA CALIENTE	SE ENFRIA EL AGUA EN TUBERIA	- REVISAR EL SISTEMA DE RETORNO, INSTALARLO SI NO LO HAY REVISAR CIRCULADOR
3. VARIACIONES BRUSCAS DE TEMPERATURA		
a) POR ACCIONAR MUEBLES CERCANOS	DIAMETROS REDUCIDOS	- CAMBIAR DIAMETROS
b) POR ARRANQUE DE EQUIPO DE BOMBEO	SISTEMA DESBALANCEADO	- REVISAR Y CORREGIR CONEXIONES PARA BALANCEAR EL SISTEMA

c) POR EXCESO DE TEMPERATURA	ALTA TEMPERATURA	- REDUCIR TEMPERATURA EN TANQUE DE AGUA CALIENTE
4. FALTA DE AGUA SIN MOTIVO APARENTE	AIRE EN TUBERIAS	- ELIMINAR AIRE EN TUBERIAS EVITAR SIFONES INVERTIDOS, REVISAR PENDIENTES HACIA VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE
5. SALIDA INTERMITENTE DE AGUA (ESCAPE)	AIRE EN TUBERIAS	- ELIMINAR AIRE EN TUBERIAS EVITAR SIFONES INVERTIDOS, REVISAR PENDIENTES HACIA VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE
6. SALE AGUA CALIENTE EN LLAVE DE AGUA FRIA	INSTALACION ERRONEA	- REVISAR ALGUNA INTERCONEXION INDEBIDA
	TUBERIAS UNIDAS	- REVISAR QUE NO SE HAYA CERRADO ALGUNA REGADERA Y DEJADO LAS LLAVES ABIERTAS
	REGADERAS AJUSTABLES	- RETIRAR REGADERAS CON MECANISMO INTEGRADO DE CIERRE
	CONEXIONES INVERTIDAS EN MEZCLADORAS	- REVISAR VALVULAS MEZCLADORAS DEL TIPO DE "RELOJ"

- |  |                     |  |
|--|---------------------|--|
| 7. SALPICADURAS EN LA VABOS              | EXCESIVA PRESION    | - INSTALAR VALVULAS ANGULARES EN ALIMENTADORES                                 |
| 8. MOLESTIAS POR USO DE REGADERA(GOLPEA) | EXCESIVA PRESION    | - VERIFICAR QUE PRESION NO EXCEDA DE 4 ó 4.5 kg/cm <sup>2</sup>                |
| 9. FALTA AGUA EN MUEBLES ALEJADOS        | FALTA PRESION       | - VERIFICAR DIAMETROS POR PERDIDA DE FRICCIÓN EN MUEBLES DE ALTA SIMULTANEIDAD |
|  | EQUIPO INSUFICIENTE | - VERIFICAR CAPACIDAD DE BOMBAS  |

## V. CRITERIO DE CALCULO

## 5. CRITERIO DE CALCULO

Los objetivos primordiales que se pretenden cubrir mediante los cálculos de las instalaciones hidráulicas que habrán de distribuir el agua potable en una edificación son determinar:

- 1) El volumen de almacenamiento y
- 2) Las características técnicas del sistema de distribución.

### 5.1 EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

Se define como el volumen necesario para cubrir las necesidades de los habitantes y los gastos inherentes a la seguridad y mantenimiento de la propia edificación. A su vez este volumen de almacenaje esta determinado por los siguientes elementos:

### 5.2 DESTINO FINAL DE LA EDIFICACION

El destino final de la edificación se define como el uso que se dará a la construcción una vez que esté totalmente concluida.

La dependencia del volumen de almacenaje con respecto al destino que se le dé a la construcción es facilmente comprobable ya que la estimación del Consumo Promedio Diario de agua potable por Persona (Dotación) varia en relación directa con este mismo destino de uso. En las tablas que se incluyen a continuación puede observarse la relación tan estrecha entre ambos conceptos (uso de la edificación - dotación):

Destino de la edificación	Dotación recomendada (lt/persona-dfa)
Habitación en zona rural	85 lt/persona-dfa
Habitación tipo popular (D.F.)	150 lt/persona-dfa
Habitación interes social (D.F.)	200 lt/persona-dfa
Departamento de lujo (D.F.)	250 lt/persona-dfa
Residencias con alberca	500 lt/persona-dfa
Oficinas	70 lt/persona-dfa

Oficinas	10 lt/m <sup>2</sup> area renta
Hoteles con todos los servicios	200 lt/persona-dfa
Fábricas sin consumo industrial	60 lt/persona-dfa
Baños públicos	200 lt/persona-dfa
Clubes con servicio de baño	300 lt/persona-dfa
Escuelas primarias	50 lt/persona-dfa
Escuelas nivel medio y superior	50 lt/persona-dfa
Restaurantes	15 lt/persona-dfa
Restaurantes de lujo	30 lt/persona-dfa
Lavanderías	20 lt/persona-dfa
Hospitales regionales	200 lt/cama-dfa
Hospitales de zona	300 lt/cama-dfa
Hospitales generales	1000 lt/cama-dfa
Jardines (riego)	5 lt/m <sup>2</sup> cespced
Patios (riego)	2 lt/m <sup>2</sup>
Cines	2 lt/espectador

### 5.3 NUMERO ESTIMADO DE USUARIOS.

Este factor complementa al anterior, ya que al multiplicar la dotación por el número estimado de usuarios se obtendrá en forma aproximada el volumen promedio de consumo diario (Gasto Promedio Diario;  $Q_{medio}$ ) en la edificación: (lt/persona-dfa x persona = lt/dfa).

### 5.4 FACTORES DE CALCULO.

#### - Factor de reserva

El suministro de agua potable no esta exento de sufrir interrupciones por las mas diversas causas, por lo cual es indispensable considerar cuanto tiempo puede transcurrir antes de que el servicio de abastecimiento público de agua potable se reanude cuando una de estas interrupciones ocurre; este tiempo bajo condiciones normales en una urbe puede ser de un dfa, lo que implica que al

Factor de Reserva, se le asigne como valor el número estimado de días que dure la interrupción; es decir:

FR = Número estimado de días que se suspende el servicio; para el caso planteado.

FR = 1 día

En particular el factor de reserva se verá afectado si la construcción es de tipo rural o suburbano, por el tiempo de respuesta en las reparaciones que resulta un poco mayor. Normalmente el valor mínimo aceptable para calcular el factor de reserva es de 0.5; (FR = 0.5).

- Factor o coeficiente de variación diaria.

Este factor se aplica a un gasto promedio diario ( $Q_{medio}$ ) y tiene su origen en las variaciones en el consumo del agua potable según las diferentes épocas del año. Se ha podido establecer un valor promedio de 1.2 para este factor en el caso de conjuntos habitacionales; (CVD = 1.2).

- Factor o coeficiente de gasto máximo horario.

En el transcurso de un solo día existen horarios durante los cuales el consumo se incrementa, así como horarios durante los cuales el consumo se reduce; sin embargo para fines de cálculo y como medida de seguridad se toma como un factor que afecta el gasto promedio diario ( $Q_{medio}$ ), el valor que resulta de comparar este con la demanda máxima. Esta relación es de aproximadamente 1.5; (CGMH = 1.5).

Aunque no es un factor de uso común, conviene incluirlo concerniente a los sistemas de seguridad contra incendio basados en flujo de agua. Estos sistemas pueden ser por aspersión o por aplicación directa del chorro de agua utilizando una manguera; para este último caso, se considera un volumen estimado de almacenamiento de aproximadamente 13000 lt/manguera ( $Q_{SSI} = 13000 \text{ lt/mang.}$ ).



Finalmente el volumen de almacenamiento, considerando un gasto máximo en función de todos los factores mencionados será:

$$Q_{max} = Q_{medio} (1 + FR + CVD + CGMH) + Q_{SSI} (\# \text{ mangueras}).$$

Resulta obvio que al efectuar el producto de los tres elementos mencionados (dotación, número de usuarios y factores de calculo), el resultado estará dado en unidades de volumen (lt), que representa la capacidad de almacenamiento necesaria para efectuar el suministro de agua potable dentro de la edificación por un periodo estimado.

5.5 Conocido el volumen requerido de almacenaje el siguiente paso consiste en determinar Las Características Técnicas de la Instalación, en donde se definirán varios aspectos tales como:

#### 5.5.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

En lo que se refiere al sistema de abastecimiento de agua potable en una edificación, existen varias alternativas reconocidas por el Reglamento Sanitario y estas son:

- Sistema de abastecimiento directo.
- Sistema de abastecimiento por gravedad.
- Sistema de abastecimiento combinado y
- Sistema de abastecimiento por presión.

La elección de cualquiera de estos sistemas de abastecimiento estará influenciado de manera predominante por:

- El número de niveles de la edificación
- La presión requerida en los servicios y
- La presión en la red municipal

Debe anotarse en este momento, que los rangos entre los que varía una presión de servicio es de los 0.2 kg/cm<sup>2</sup> hasta los 3.5 kg/cm<sup>2</sup>.

## 5.6 CONTENEDORES DEL VOLUMEN DE ALMACENAJE:

Los recipientes que habrán de almacenar los volúmenes de agua necesaria para el abastecimiento de una edificación son de 2 tipos:

### 5.6.1 Tinacos alojados en las azoteas de la propia edificación o con una estructura especial de soporte.

Como cualquier estructura prefabricada, los tinacos tienen especificaciones al respecto del volumen de agua que pueden alojar; variando únicamente la forma geométrica y el material del que están contruidos; esta variación se refleja en la tabla que sigue:

FORMA	C A P A C I D A D (lts)										
	200	300	400	600	700	800	1100	1200	1600	2500	
Vert. s/patas	x		x				x				
Vert. c/patas	x	x	x	x	x	x	x	x			
Vert. cuadrado			x	x			x				
Horizontal			x		x		x			x	
Trapezoidal			x		x		x			x	
Esféricos									x	x	x
Esféricos FV		x	x				x				

Los seis primeros están fabricados en asbesto-cemento, no así el último de ellos que está fabricado con resina y fibra de vidrio.

### 5.6.2 CISTERNAS

Regularmente se encuentran en la parte inferior de la construcción, desde las cuales se eleva el agua a los tinacos para hacer una distribución por gravedad; o se cuenta con un sistema de bombeo programado con tanques de presión y de distribución.

En cualquiera de los casos mencionados, la construcción de una cisterna está condicionada por sus dimensiones mínimas, por las características de impermeabilidad y por la ubicación de la misma con respecto a otros elementos de la construcción de la cual forma parte.

Además de cumplir con el volumen de almacenaje requerido, una cisterna debe observar un dimensionamiento mínimo que permita las labores de limpieza; para tal efecto se ha considerado 1.5 m de lado en planta y un mínimo de 1.6 m de altura; adicionalmente, la superficie del agua deberá estar a una distancia mínima de 40 o 50 cm de la parte inferior de la losa que cubra la cisterna para evitar que los elementos de control tengan algún impedimento en su función.

Respecto de las características de impermeabilidad, estas son dadas por el método constructivo (colado de la "charola" hasta más de un tercio de la altura efectiva bajo presión de agua, usando membrana impermeable para la continuación del colado de los muros) y por la calidad del concreto (relación agua-cemento).

La ubicación de una cisterna debe ser tal que se encuentre como mínimo a 3 m de cualquier tubería de albañal de concreto, pudiéndose reducir esta distancia hasta unos 60 cm cuando la tubería es de fierro fundido; de igual manera la cisterna deberá colocarse mínimo a un metro de cualquier colindancia. Las distancias especificadas son a partir del borde externo del muro de la cisterna más cercano al elemento de que se trate.

Construir una cisterna, conocido el volumen que deberá almacenar puede parecer algo trivial; siendo de hecho, el problema se presenta cuando el volumen es bastante grande y conocido el espesor de la lámina de agua, se requiere de una amplia superficie (S) para conseguirlo. En estos casos para evitar grandes peraltes en la losa que habrá de cubrir la cisterna puede recurrirse a segmentar la superficie en (n) áreas más pequeñas de (a) por (b) metros; quedando la superficie total expresada como:  $S = nab$

Dado que la superficie es invariable y el espesor de la lámina de agua se ha considerado constante, puede pensarse en optimizar la relación entre los parámetros (a) y (b); para esto supongamos (h1) filas longitudinales y (ht) filas transversales, que habrán de alojar las (n) cisternas. De lo anterior se deduce que el producto de (h1) por (ht) será igual a (n); y la longitud total que habrán de ocupar todos los muros sin considerar el espesor correspondiente será:

$$L = [ (S) (h1 + 1) / ((h1) (b)) ] + [ (n) (b) (ht + 1) / (ht) ]$$

ecuación que derivada con respecto a (b) e igualada a cero nos da el valor de la longitud mínima, obteniendo de ella la siguiente relación:

$$(a) = (b) (h1) (ht + 1) / [ (ht)(h1+1) ]$$

## 5.7 TUBERIAS

Las tuberías que habrán de distribuir el agua en toda la construcción constituyen un aspecto de capital importancia, ya que su adecuado funcionamiento evitará gastos innecesarios en material proporcionando la cantidad suficiente de agua cuando esta sea requerida. Sin ser estos los únicos, son los objetivos más importantes que debe cubrir el diseño de una tubería de distribución de agua.

Tres son los factores que determinan el valor de los diámetros de la tubería que se usará en la distribución de agua potable dentro de las construcciones.

- El número de muebles
- El gasto estimado para cada mueble y
- La simultaneidad que se considere en el uso de los servicios.

## DESCRIPCION DE LOS FACTORES MENCIONADOS.

### 5.7.1 GASTO ESTIMADO PARA CADA MUEBLE

El primero de los factores mencionados fue tratado con anterioridad en el cálculo del volumen de almacenamiento; no así el segundo que se obtiene utilizando la llamada Unidad Mueble, que corresponde al gasto estimado de un lavabo para servicio familiar, que es aproximadamente de 25 lt/min. Los gastos de los muebles de uso más común quedan indicados en la siguiente tabla:

MUEBLE	TIPO DE SERVICIO		CONTROL	No. UNIDADES MUEBLE
	Público	Privado		
Lavabo		x	llave	1
Regadera		x	mezcladora	2
Tina		x	mezcladora	2
Fregadero		x	llave	2
Lavadero		x	llave	3
Excusado		x	tanque	3
Excusado		x	válvula	6
Gpo. baño		x	Exc. tanque	6
Gpo. baño		x	Exc. válvula	8
Lavabo	x		llave	2
Mingitorio muro	x		tanque	3
Tarja	x		llave	3
Fregadero	x		llave	4
Regadera	x		mezcladora	4
Tina	x		llave	4
Excusado	x		tanque	5
Mingitorio muro	x		válvula	5
Excusado	x		válvula	10
Mingitorio Ped	x		válvula	10

Conocido el número de unidades mueble que deberá alimentar cada tubería troncal, solo queda por determinar el diámetro de esta y de los ramales para cada núcleo de servicios.

### 5.7.2 SIMULTANEIDAD EN EL USO DE LOS SERVICIOS.

Por regla general, el uso de los servicios no ocurre en forma simultánea ni a plena capacidad; ya que si así fuera el único método de cálculo de tuberías tendría que ser forzosamente el de áreas equivalentes. Como la distribución de agua potable en una edificación no tiene un comportamiento parecido al descrito, se han establecido criterios que van desde considerar un 50% del gasto calculado que tendrá que conducir la tubería, hasta el uso de los nomogramas de Hunter o las fórmulas que el mismo Hunter plantea.

El primero de los métodos (áreas equivalentes), queda definido en la siguiente tabla que muestra en teoría cuantos ramales de diámetro inferior puede alimentar una tubería de diámetro conocido.

Es importante aclarar que para efectos de cálculo, se considera en este método, un valor de simultaneidad de uso equivalente al 50%.

Diámetro nominal (mm)	Área nominal mm <sup>2</sup>	Q estimado lt/min	Número de ramales que puede alimentar																	
			10	13	19	25	32	38	51	64	75	102								
10	78.540	14.1	1																	
13	132.732	23.9	3	1																
19	283.529	51.0	7	4	1															
25	490.874	88.3	12	7	3	1														
32	804.248	144.8	20	12	6	3	1													
38	1134.115	204.1	29	17	8	5	3	1												
51	2042.821	367.7	52	31	14	8	5	4	1											
64	3216.991	579.0	82	48	23	13	8	6	3	1										
75	4417.865	795.2	112	67	31	18	11	8	4	3	1									
102	8171.282	1470.8	208	123	58	33	20	14	8	5	4	1								

El método de las áreas equivalentes pretende ser un método empírico que para construcciones pequeñas de hasta 4 pisos y con un máximo de 40 personas como usuarios, puede ser útil. Para casos de mayor volumen es aconsejable el uso de las fórmulas del Dr. Hunter:

$$(1) Q = 0.45 * U^{1/2}$$

$$(2) Q = 0.25 * U^{1/2} + 0.005 * U$$

donde

Q: es el gasto requerido en lt/seg.

U: es el número de unidades mueble.

La primera de las formulas se recomienda para instalaciones de distribución de agua por presión y que el número de unidades mueble no exceda de 1600; la segunda se aplica cuando el número de unidades mueble excede de 1600, independientemente del tipo de instalación.

## 5.8 DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE.

Aunque la distribución de agua caliente en las edificaciones, en términos generales sigue las mismas reglas que la distribución de agua fría, varía en algunos aspectos importantes por el tipo de elementos que intervienen entre los que podemos mencionar de manera muy especial:

Los calentadores y las calderas y

Las tuberías del sistema de retorno.

### 5.8.1 CALENTADORES Y CALDERAS.

Por definición, son los elementos que están dispuestos para elevar la temperatura del agua que habrá de ser distribuida por una red especial a todos los lugares de la edificación en donde sea

necesaria. Tomando como base la ubicación de estos elementos, los sistemas de distribución pueden ser Centrales y Particulares. Los sistemas Centrales están constituidos principalmente por una caldera, en ocasiones por un tanque de almacenamiento para agua caliente, la red de distribución y la red de retorno; este tipo de sistemas se usa frecuentemente en edificaciones de alta densidad de población como hoteles, balnearios, clubs, etc.

A su vez las calderas pueden considerarse de paso o de almacenamiento en función del uso de tanques ajenos a la propia caldera para almacenar el agua caliente que esta produce.

Los calentadores al igual que las calderas se clasifican en calentadores de paso y de almacenamiento; los primeros, son capaces de alimentar cuando mucho a dos muebles en forma simultanea, requiriendo de una columna de agua por lo menos 3.0 m para su adecuado funcionamiento; su principal ventaja es la disponibilidad casi inmediata de agua caliente. Los calentadores de depósito en cambio tienen la característica primordial de absorber una demanda mayor de agua caliente y de no requerir instalaciones especiales de tinacos par su adecuado funcionamiento.

En lo concerniente a la capacidad de producción de agua caliente ya sea por calentador o caldera, debe considerarse un 75% de la capacidad nominal del almacenamiento ya que no toda el agua contenida en estos elementos conserva una temperatura uniforme (el agua menos caliente se encuentra en la parte baja mientras que el agua más caliente se irá a la parte alta del depósito).

El cálculo de la capacidad (C) del tanque de agua caliente es - función directa de la demanda máxima en lt/hora (D), de la capacidad de producción de agua caliente del calentador o de la caldera (P) y de la duración en horas de la demanda máxima (H), quedando expresada esta relación en la forma:

$$C = (D - P) H / 0.75$$



Normalmente cada fabricante de calderas tiene sus propias especificaciones de operación; pero casi todos mantienen la norma de hacer estas especificaciones considerando condiciones normales ambientales como son la altura sobre el nivel del mar y por consiguiente presión barométrica (760 mm de Hg al nivel del mar y 585 mm de Hg en la ciudad de México); también en la mayoría de los casos estos fabricantes hacen uso de las unidades de medida tradicionales anglosajonas (BTU, grados Fahrenheit y libras) por lo cual es conveniente tener a la mano el factor de conversión de BTU a kilocalorías:

$$\text{BTU} = (5/9)0.4536 \cdot 0.252 \text{ Kcal.}$$

#### 5.8.2. TUBERIAS DEL SISTEMA DE RETORNO.

El sistema de retorno de agua caliente en las edificaciones, tiene su justificación en los análisis económicos que previo al diseño de la red de distribución debe efectuarse teniendo presente el costo del mismo sistema de retorno comparado con el costo de tener amplios periodos de espera antes de que el agua caliente llegue a los muebles mas alejados de los elementos de calentamiento con el consiguiente desperdicio del agua almacenada en la tubería. El sistema de retorno permite una circulación de tipo forzado por la variación de la densidad y de la temperatura del agua en las tuberías, lo que obliga a que el agua menos caliente regrese al elemento de calentamiento.

## VI. CONCLUSIONES

## 6. CONCLUSIONES

### 6.1 RESUMEN

Considerando el importantísimo papel que el agua desempeña en la vida de todos los seres vivientes, se ha puesto especial interés en manifestar la dependencia que el ser humano, tiene del agua potable.

Esto ha dado el marco de presentación de este trabajo, que ha sido un intento de mostrar, a través de sus capítulos, lo que pretende ser la construcción de instalaciones hidráulicas en edificación.

Circunscritas, las instalaciones hidráulicas, dentro de un marco legal, ya que son motivo de algunos capítulos del reglamento de construcciones, se ha pasado posteriormente a mencionar las fuentes de abastecimiento, sin adentrarse en detalles de tipo técnico o científico como lo serían: saneamiento del abastecimiento, control de calidad del agua, purificación, etc.

Algunos datos estadísticos para el caso específico de la ciudad de México, también han sido aportados como parte de este material.

Se ha entrado en materia, definiendo lo que es una instalación hidráulica y se han presentado los sistemas más comunes de abastecimiento de agua fría (sin considerar algunos sistemas de suministro particular como por ejemplo pozos) y dentro de estos, los más utilizados en México, (tomando en cuenta que gran parte de la bibliografía utilizada está formada por textos inicialmente editados en otros países).

En esta misma parte, muchas definiciones o términos se han mencionado; pero su explicación o mayores detalles se dejaron para ser analizados en las siguientes partes. (en su mayoría en el

tema de materiales y accesorios, en donde se detallan con mayor acierto).

Posteriormente se ha desarrollado el proceso constructivo con los métodos mas usuales de acuerdo a la práctica o bien a formas tradicionalmente usadas para una mejor utilización de la plomería.

Se destacan algunos criterios de cálculo, donde una rica variedad de datos, especificaciones, tablas y otros elementos, dan la pauta final que indican como aprovechar y utilizar los recursos para una eficiente y práctica instalación hidráulica.

Y para rematar se presentan algunas conclusiones y recomendaciones, con el fin de presentar algunos detalles como son económico, funcional y el adecuado mantenimiento de toda instalación hidráulica.

## 6.2 CONCLUSIONES GENERALES

### 6.2.1 FUNCIONALIDAD

El proyecto del suministro de agua de un edificio, comprende primero la determinación de la cantidad total de agua necesaria para alimentación, servicios sanitarios, etc. para ello hay que conocer la cantidad de agua necesaria para cada servicio y el número de ellos que se considera que pueden usarse simultáneamente. Una vez determinada esta cifra global, se determinan los valores que deben tener las capacidades de los tanques, los diámetros de las tuberías y las capacidades de las bombas, para distribuir adecuadamente el agua entre los distintos servicios, en las cantidades requeridas y a las presiones que se deseen.

## 6.2.2 ECONOMIA

Como ya se ha mencionado anteriormente, se puede aprovechar de las ventajas que se obtienen con una instalación hidráulica, siempre y cuando se disponga de agua potable a una presión adecuada. Para esto, el primer paso consiste en planear la instalación cuidadosamente; el segundo en escoger los materiales adecuados, y el tercero, en una instalación apropiada. La mayor parte del sistema de plomería está oculto y es difícil tener contacto con ella, una vez que los muros y los tabiques han sido colocados, La reparación o sustitución de la tubería, implica romper muros, castillos y algunas veces trabes, lo cual supone costos significativos. Por consiguiente, los tubos, los accesorios y la mano de obra han de ser de la mejor calidad, acorde al presupuesto definido.

Al planear, deberán considerarse las posibles necesidades futuras, como por ejemplo, un cuarto de baño adicional, etc. La instalación podrá hacerse por etapas. Una distribución cuidadosamente planeada desde un principio hará que todo esto resulte posible sin tener que descartar, sustituir o modificar la tubería y el equipo anteriormente instalados, a medida que se vayan añadiendo nuevas partes al sistema.

Si bien las instalaciones de plomería doméstica difieren según las necesidades de las familias, en términos generales se considera que las necesidades mínimas en materia de plomería de una casa, comprenden un cuarto de baño con un lavabo, un inodoro, una bañera con una boca de salida para regadera, un fregadero de cocina adecuado, una conexión para lavadora y una conexión exterior para manguera.

Se puede proyectar con mucha más flexibilidad cuando se está construyendo una edificación, que si se trata de instalar un sistema de plomería, en una casa ya existente. Para ahorrar cos

tos en materia de plomería, los cuartos que contengan, aparatos sanitarios han de instalarse lo más junto posible y la tubería debe disponerse en un muro común.

## B I B L I O G R A F I A

1. Gay C.M., Fawcett C.V., Mc Guinness W.J.; Instalaciones en los Edificios, Editorial Gustavo Gilli, España 1983.
2. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, México 1988.
3. Fair G.M., Geyer J.C., Okun D.A; Abastecimiento de Aguas y Remoción de Aguas Residuales, Volumen I. Editorial Limusa México 1986.
4. Hann E.R.; Gufa de Plomerfa Doméstica, U.T.E.H.A. México 1985.
5. Hall F.; Plomerfa y Calefacción, Editorial Limusa, México 1987.
6. Becerril L.D.O. Datos prácticos de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias. México 1988.
7. López E. Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, México 1988.
8. Pérez A.G. Manual de Plomerfa, México 1988.
9. Hütte, Manual del Ingeniero, Tomo II. Editorial Gustavo Gilli Argentina, 1960.
10. Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y de Gas para Edificios Curso de la división de educación continua, Facultad de Ingeniería, UNAM. México 1985.