



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

148

CALCULO DE UNA RED DE DISTRIBUCION  
DE AGUA FRIA EN EDIFICIOS.

**T E S I S**

Que para obtener el Título de:

**INGENIERO CIVIL**

P r e s e n t a :

**Luis Padilla Orozco**

MEXICO, D. F.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

## I N T R O D U C C I O N

Considero que este tema es de gran importancia, puesto que el agua es uno de los grandes recursos que ofrece la naturaleza y al mismo tiempo es indispensable para la vida del hombre y para la realización de sus actividades productivas.

El agua tiene varias propiedades importantes, pero su particularidad de mayor interés reside en que forma parte sustancial de todos los organismos vivos, tanto animales como vegetales.

Son muchos y cada vez más complejos los usos que el hombre está dando a este elemento; complejidad que va de acuerdo con el adelanto de la técnica y el aumento de las necesidades. Las formas de utilización del agua van desde el riego agrícola y la producción de energía, al uso directo industrial y el consumo humano, el cual trataremos.

El problema principal es abastecer al ser humano de este líquido tanpreciado, ya que lo requiere para su uso personal, de aseo y preparación de sus alimentos; transportarla desde lugares muy lejanos es un problema muy complejo, desde su captación, procesos de potabilización, el abastecimiento a las poblaciones y en particular al interior de los hogares que lo requieran. En este trabajo solo se dará una visión general de las características, necesidades y requisitos que debe de lle-

nar una instalación hidráulica, de tal manera que al conocerlos podamos planear, diseñar, calcular y construir una red de distribución de agua fría para edificios, de una forma que garantice su eficiencia y economía.



FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-441 T.E.

Señor LUIS PADILLA OROZCO,  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Enrique Chiñas de la Torre, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de Ingeniero CIVIL.

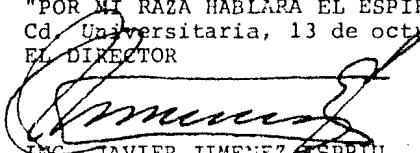
"CALCULO DE UNA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA FRIA EN EDIFICIOS"

- I. Importancia de las instalaciones.
- II. Regularización y almacenamiento de agua.
- III. Materiales para la red de tuberías (dispositivos y accesorios).
- IV. Muebles sanitarios y su colocación.
- V. Problemas de aplicación.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.:

A t e n t a m e n t e

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, 13 de octubre de 1982  
EL DIRECTOR

  
ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU

  
JJE/OBLH/ser

## I N D I C E

I.	IMPORTANCIA DE LAS INSTALACIONES	
I.1	Definiciones	1
I.2	Necesidades Mínimas	5
I.3	Reglamentos	
I.3.1	Reglamentos de Ingeniería Sanitaria para Edificios	8
I.3.2	Reglamento de Construcciones D.D.F.	12
I.4	Requisitos de las Instalaciones	15
I.5	Planos y Signos Convencionales	19
I.6	Sistemas de Abastecimiento de Agua	30
I.7	Diseño y Métodos de Cálculo	40
II.	REGULARIZACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUA	
II.1	Tanques y Cisternas	67
II.2	Funcionamiento, Selección y Tipo de Bombas	69
III.	MATERIALES PARA LAS REDES DE TUBERIAS (Dispositivos y Accesorios)	86
III.1	Tubos y Juntas	94
III.2	Válvulas y LLaves	113
IV.	MUEBLES SANITARIOS Y SU COLOCACION	120
V.	PROBLEMAS DE APLICACION	127
	CONCLUSIONES	
	REFERENCIAS (BIBLIOGRAFIA)	

## I. IMPORTANCIA DE LAS INSTALACIONES

### I.1. DEFINICIONES

Algunos conceptos que se tratarán en el desarrollo de este -- trabajo, con el fin de su mejor aprovechamiento.

**ACOMETIDA:** Sitio en que se une un conducto particular - con una línea principal (generalmente con la red municipal o federal).

**BAJANTE:** Tubo por el que baja el agua, de los tinacos a los ramales de los muebles o aparatos h<sub>i</sub> - dráulicos o sanitarios de un edificio, y tam<sub>bi</sub>én los que bajan aguas pluviales.

**CISTERNA:** Depósito artificial, subterráneo, para recolectar agua.

**COLUMNA:** Tubo por el que sube (montante) o baja (ba--jante) agua.

**CONTAMINACION:** Introducción en el agua de organismos potenciales patógenos o sustancias tóxicas que - la hacen inadecuada para utilizarla.

**DEMASIAS:** Agua excedente de un almacenamiento de capacidad determinada.

**DEPOSITOS DE CAPTACION:** Cámaras colectoras cerradas e impermeables, construidas de concreto reforzado o de mampostería.

**DOTACION:** En instalaciones hidráulicas, dotación significa la cantidad de agua que consume en promedio una persona, durante un día.

**DUREZA:** Expresión que indica que en el agua están contenidos compuestos de calcio y magnesio, causantes de consumos elevados de jabón en la limpieza e incrustaciones en las paredes de las tuberías.

**GOLPE DE ARIETE:** El golpe de ariete es provocado por el paro súbito de un fluido.- Es debido a que al frenar en forma súbita el paso de un fluido, la energía dinámica se convierte en energía de presión.

**GRIFO:** Accesorio para dar salida al agua de los tubos a voluntad. Comunmente se les conoce como "llave de agua".



INSTALACION HIDRAULICA:	Sistema de tubos y equipo que sirven para dotar de agua (fría o caliente) a sitios elegidos, en un edificio.
MONTANTE:	Tubo por el que sube agua a los muebles o tinacos de un edificio; generalmente se alimenta de tubos horizontales en el sótano o en la azotea.
PARTES POR MILLON:	p.p.m. Miligramos de alguna sustancia con relación a un litro de agua (mg/Lit)
PIEZOMETRICO:	Relativo a cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de tuberías.
POTABILIZACION:	Serie de procesos para hacer el agua apta para bebida.
PRESION:	Es la carga o fuerza total repartida sobre una superficie. En hidráulica expresa la intensidad de fuerza por unidad de superficie - (Kg./cm <sup>2</sup> ., Libra/Pulg <sup>2</sup> ., etc.)

PRESION NEGATIVA: Cuando se tiene presión menor que la atmosférica.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE: Conjunto de obras diferentes, que tienen por objeto proporcionar -- agua a un núcleo o población de-- terminada.

## I.2. NECESIDADES MINIMAS

De acuerdo al tipo de edificio, ocupación y cantidad de usuarios se puede disponer de un número determinado de muebles de la siguiente manera:

1. En edificios de apartamentos o habitaciones: con un inodoro (W.C.), un lavabo y una tina para cada habitación o departamento.

2. En escuelas:

**Primarias:** un inodoro por 100 hombres y uno por cada 35 mujeres; mingitorios, uno por cada 30 hombres; lavabos, uno por cada 60 personas y bebederos, uno por cada 75 personas.

**Secundarias:** un inodoro por cada 100 hombres y uno por cada 45 mujeres; mingitorios, uno por cada 30 hombres; un lavabo por cada 100 personas y un bebedero por cada 75 personas.

3. Oficinas o edificios públicos.

Inodoros (W.C.)

No. de personas	No. de muebles	No. de personas	No. de muebles
1-15	1	1-15	1
16-35	2	16-35	2
36-55	3	36-60	3
56-80	4	61-90	4
81-110	5	91-125	5
111-150	6		
1 mueble por cada 40 personas adicionales		1 mueble por cada 45 personas adicionales	

Bebedores, uno por cada 75 personas y mingitorios, en donde sean colocados para hombres, substituyase un inodoro para cada mingitorio, excepto en el caso que los inodoros instalados sean disminuidos a los 2/3 del mínimo especificado.

4. En fábricas, casas comedores, fundiciones y establecimientos similares.

Inodoros (W.C.)

No. de personas	No. de muebles
1-9	1
10-24	2
25-49	3
50-74	4
75-100	5
1 mueble por cada 30 empleados adicionales	

Para los mingitorios la misma substitución del anterior, para lavabos uno por cada 100 personas, un mueble

para cada 10 personas que pasen de 100, 1 para cada 15 personas.

Tinas o regaderas: una regadera por cada 15 personas expuestas a calor excesivo o a contaminación en la piel con infecciones o material irritante.

Y un bebedero por cada 75 personas.

5. En dormitorios. Inodoros (W.C.) para hombres uno por cada 10 personas, para mujeres uno por cada 8 personas.

Mayor que 10 personas, aumentese un mueble por cada 25 personas adicionales.

Mingitorios: uno por cada 25 hombres; mayor de 150 personas aumentese un mueble por cada 50 hombres adicionales.

Lavabos: uno para cada 12 personas. (Lavabos dentales: uno para cada 50 personas). Aumentese un lavabo para cada 80 hombres y para cada 15 mujeres.

Tinas o regaderas: Una para cada 8 personas; en el caso de dormitorios de mujeres instálese una tina adicional en la relación de 1 para 30.

Más de 150 personas añádase un mueble para cada 20 personas.

Bebederos: uno por cada 75 personas.

### I. 3. REGLAMENTOS

Las instalaciones hidráulicas están regidas por el Reglamento de Ingeniería Sanitaria, por lo que debemos conocer cada uno de sus Artículos.

#### I.3.1 Del Reglamento de Ingeniería Sanitaria para Edificios.

CAPITULO III. Art. 41. Para los casos en que se necesite tener en cuenta el número de habitantes por vivienda para la aplicación de algunas disposiciones de este Reglamento, se considerará lo siguiente:

Para viviendas de una recámara o dormitorio, 3 habitantes.

Para viviendas de dos recámaras o dormitorios, 5 habitantes.

Para viviendas de tres recámaras o dormitorios, 7 habitantes.

Y para viviendas de más de 3 recámaras o dormitorios, 2 habitantes más por cada recámara o dormitorio adicional.

CAPITULO IV. De la Provisión de Agua.

ART. 51. Los edificios, cualquiera que sea el uso a que estén destinados, estarán provistos de agua potable, en cantidad y presión suficientes para satisfacer las necesidades y servicios de los mismos.

La potabilidad del agua reunirá los requisitos especificados en el Reglamento sobre Obras de Provisión de Agua Potable vigente, y provendrá:

1. De los servicios públicos establecidos.
2. De pozos que reúnan condiciones para proporcionar agua potable, previa autorización de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y de las autoridades sanitarias.
3. De otras fuentes de abastecimiento que llenen las condiciones que sobre el particular fijen las autoridades sanitarias.

ART. 52. El aprovisionamiento de agua potable a los edificios se calculará como mínimo a razón de 150 litros por habitante y por día.

El servicio de agua potable en los edificios será continuo durante las 24 horas del día.

ART. 53. Todo edificio deberá tener servicio de agua exclusivo, quedando estrictamente prohibido las servidumbres o servicios de agua de un edificio a otro.

ART. 54. Cada una de las viviendas o departamentos de un edificio, debe tener por separado su instalación interior de agua potable, de baño, lavabo y excusado.

Para fines de almacenamiento, en caso de que el servicio público no sea continuo durante las 24 horas, así como para interrupciones imprevistas, se instalarán depósitos en las azoteas con capacidad de 100 litros por habitante. El número de habitantes se calculará de acuerdo con lo establecido en el artículo 41.

Los depósitos podrán ser metálicos, de asbesto cemento, plástico rígido, de concreto impermeabilizado u otros materiales aprobados por la autoridad sanitaria.

ART. 55. Para evitar deficiencias en la dotación de agua por falta de presión que garantice su elevación a la altura de los depósitos en los edificios que lo requieran, se instalarán cisternas para almacenamiento de agua con equipo de bombeo adecuado.

ART. 56. Las cisternas se construirán con materiales impermeables, de fácil acceso, esquinas interiores redondeadas y con registro para su acceso al interior. Los registros tendrán cierre hermético con reborde exterior de 10 centímetros para evitar toda contaminación. No se encontrará albañal o conducto de aguas negras a una distancia menor de 3 metros.

Para facilitar el lavado de las cisternas se instalará un dispositivo que facilite la salida de las aguas de lavado y evite entrada de aguas negras.



ART. 57. Los depósitos que trabajen por gravedad, se colocarán a una altura de 2 metros por lo menos, arriba de los muebles sanitarios del nivel más alto.

ART. 58. Las tuberías, uniones, niples y en general las piezas para la red de distribución de agua en el interior de los edificios, serán de fierro galvanizado, de cobre o de otros materiales autorizados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

ART. 59. Los depósitos deben ser de tal forma que eviten la acumulación de substancias extrañas a ellos, estarán dotados con cubiertas de cierre ajustado y fácilmente removible para el aseo interior del depósito, y provistos de dispositivos que permitan la aereación del agua.

ART. 60. La entrada del agua se hará por la parte superior de los depósitos y será interrumpida por una válvula accionada con un flotador, o por un dispositivo que interrumpa el servicio cuando sea por bombeo.

La salida del agua se hará por la parte inferior de los depósitos y estará dotada de una válvula para aislar el servicio en casos de reparaciones en la red distribuidora.

ART. 61. Las fuentes que se instalen en patios y jardines, no podrán usarse como depósitos de agua potable, sino únicamente-

como elementos decorativos o para riego.

### I.3.2. Del Reglamento de Construcciones DDF.

## CAPITULO XV. INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

ART. 115. GENERALIDADES. Las instalaciones hidráulicas y sanitarias de las construcciones y predios en uso deberán cumplir con las disposiciones de este Capítulo y con los requerimientos que se señalan para cada caso específico. Deberán cumplir también con las demás disposiciones legales sobre la materia.

### ART 116. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Las edificaciones deberán estar provistas de instalaciones de agua potable para abastecer los muebles sanitarios y satisfacer la demanda mínima necesaria.

Cuando se instalen tinacos, éstos deberán ser de tal forma -- que se evite la sedimentación en ellos.

La capacidad de los depósitos se estimará de la siguiente manera:

1. En el caso de edificios destinados a habitación, ciento cincuenta litros por cada habitante.

2. En los centros de reunión y salas de espectáculos, seis litros por asistente o espectador.
3. En los edificios para espectáculos deportivos, dos litros por espectador.

#### CAPITULO LIV. INSTALACIONES

ART. 345. GENERALIDADES. Las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, contra incendio, mecánicas, de aire acondicionado, de gas, de vapor, de aire caliente, telefónicas, de comunicación, especiales y otras deberán proyectarse, ejecutarse y conservarse en condiciones que garanticen su eficiencia y proporcionen la seguridad necesaria a los trabajadores, a los usuarios y al inmueble, de conformidad con lo que establecen las disposiciones aplicables para cada caso.

Durante su ejecución, se deberá cumplir con el reglamento de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

En las instalaciones deberán emplearse únicamente materiales y productos que satisfagan las normas de calidad fijadas por la Secretaría de Industria y Comercio.

#### ART. 347. INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

Las instalaciones hidráulicas y sanitarias deberán cumplir, -

además de lo previsto por este Reglamento, con las disposiciones del Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos y de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental.

#### 1.4. REQUISITOS DE LA INSTALACION

Es importante en los proyectos de suministro de agua, considerar todos los detalles que puedan afectar: la economía, el funcionamiento presente y futuro, la facilidad de inspección, las reparaciones y las modificaciones de la instalación; y también que se cumplan los siguientes requisitos:

- a. Total separación entre las instalaciones de agua potable y no potable (mínimo aceptable) | 1 m.
- b. Separación mínima de 15 cm. entre las redes de agua fría y caliente.
- c. Instalaciones de válvulas en todos los sitios que lo requieran.
- d. Al atravesar los muros se usarán "manguitos" o "camisas", (pequeños tramos de tubo de mayor  $\emptyset$  que el del servicio, para evitar cargas, debido a los movimientos del edificio).
- e. Instalación de reductores de presión, cuando convenga.
- f. En zonas con temperaturas muy bajas; prever la congelación del agua dentro de los tubos, protegiéndose contra este efecto.

Además, el propietario debe:

- a. Celebrar el contrato con la autoridad correspondiente.
- b. Obtener el permiso de excavación en calles y banquetas.
- c. En la acometida se colocará una llave de latón y la tubería, generalmente de cobre, tendrá un cuello de ganso.
- d. Enseguida de la llave de latón se colocará una llave de globo y luego el medidor o contador, con "bypass" y válvulas de cierre y desagüe.

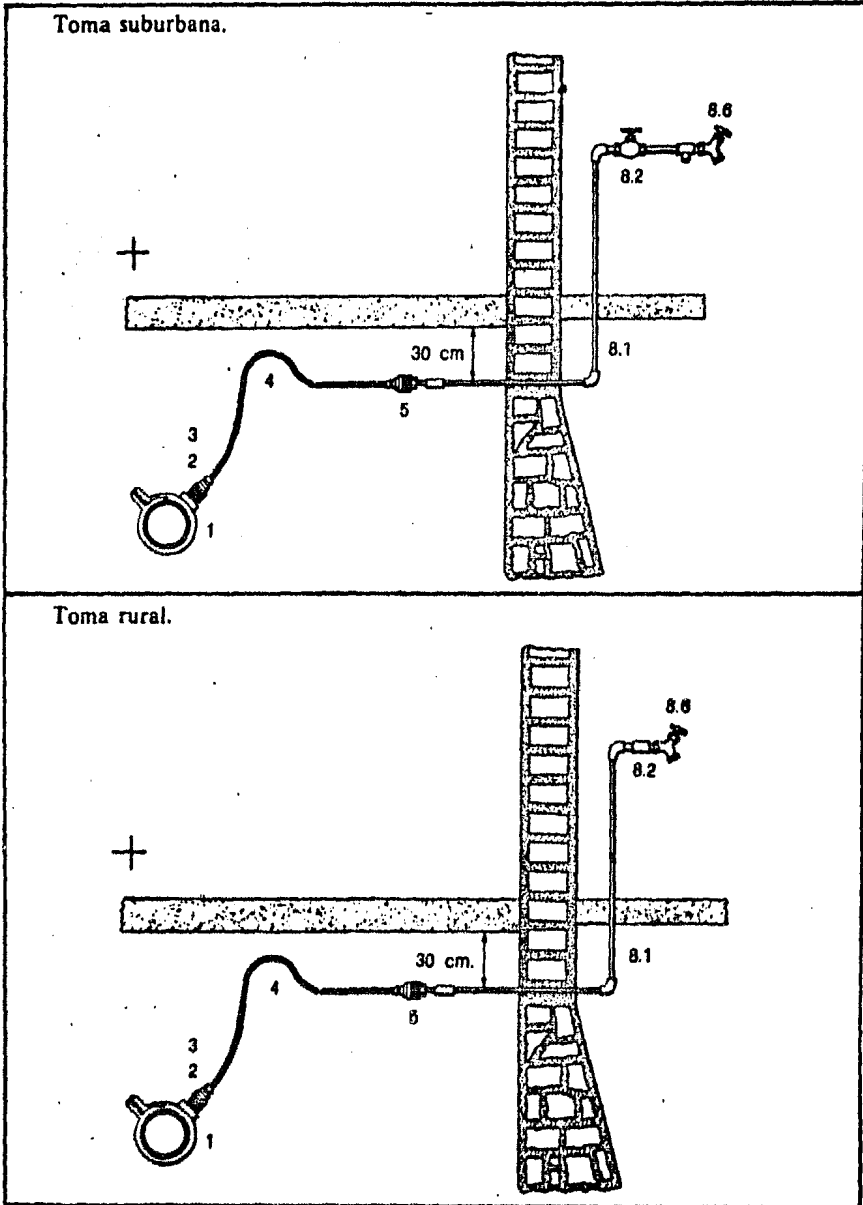
Generalmente, el personal de la misma autoridad se encarga de efectuar el empalme.

- e. Si deben colocarse filtros u otros aparatos, se instalan después del medidor, Ver figura.

Los tipos de tomas comúnmente usadas y aprobadas -- por las Dependencias Oficiales son las siguientes:

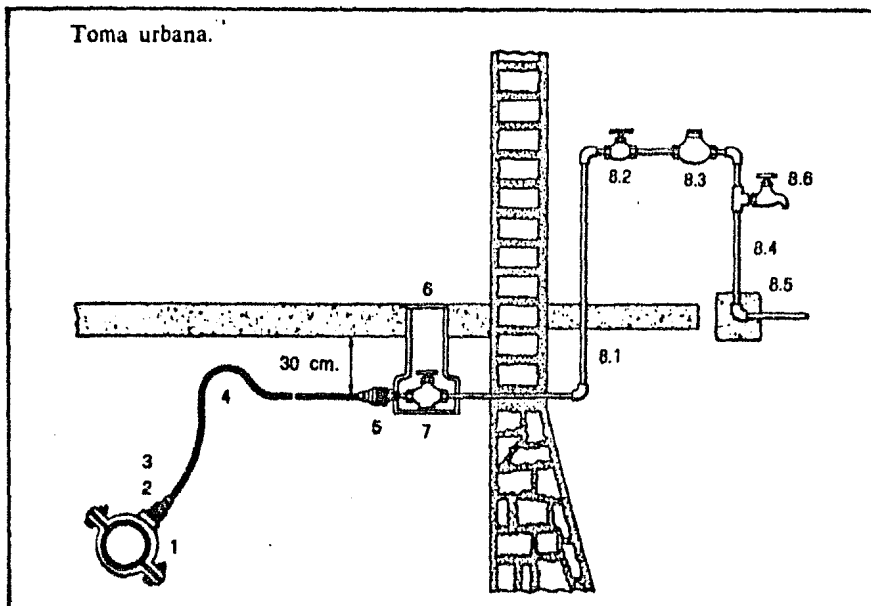
## TOMAS DOMICILIARIAS

Las tomas domiciliarias forman parte del sistema de distribución. Es la instalación con la que se entrega el agua al usuario hasta el interior de su casa.



## COMPONENTES TIPO DE TOMAS DOMICILIARIAS

- (1) Derivación para toma domiciliaria
- (2) Conector o insertor al tubo flexible
- (3) Llave de inserción
- (4) Tramo de tubo flexible
- (5) Conector combinado
- (6) Caja de banqueta
- (7) Llave de banqueta
- (8) Cuadro del medidor
- (8.1.) Tubo metálico
- (8.2.) Llave de globo
- (8.3.) Medidor (toma urbana)
- (8.4.) Tubo metálico
- (8.5.) Tapón
- (8.6.) Llave





## I-5. PLANOS Y SIGNOS CONVENCIONALES

Los planos de una distribución de agua en edificios están regidos por una serie de normas para su autorización, y una simbología apropiada para la representación de la red y cada una de sus partes.

Los planos del proyecto deben ajustarse a lo señalado en los Artículos del 4o. al 9o. del Reglamento de Ingeniería Sanitaria, que a continuación se describen.

Art. 4o. A la solicitud del servicio le acompañarán cinco juegos completos de los planos del proyecto respectivo, los cuales contendrán.

1. Las plantas de los distintos pisos o niveles de la construcción, especificando, en lo general, el destino de cada local, espacios descubiertos; así como las instalaciones sanitarias, incluyendo bombas, tanques, equipos especiales, tuberías de alimentación y de distribución de agua potable, albañales, registros, lavaderos, bajadas de aguas negras y pluviales, excusados, tinas, fregaderos, -- vertederos, coladeras, tinacos, válvulas y, en general todos aquellos detalles que contribuyan a las mejores condiciones sanitarias del edificio, debiéndose adoptar los signos convencionales que-

para el efecto señale la autoridad sanitaria.

2. Los cortes que muestren las instalaciones, tuberías, altura de piso o niveles, techos, puertas y ventanas, pendientes de albañales, conductos desagüadores e instalaciones especiales.

Las plantas y cortes se presentarán a una magnitud no menor de 1:100 y estarán claramente acotados.

Los detalles de las instalaciones sanitarias relativos a la plomería, se presentarán en planta y corte a una magnitud de 1:20.

3. Croquis acotado de localización del predio, con los datos siguientes:
  - a) Perímetro de la manzana, y cuando ésta no se encuentre determinada, las referencias indispensables que faciliten la localización de la construcción.
  - b) Nombres de las calles que limitan la manzana.
  - c) Distancia del predio a la esquina correspondiente.
  - d) Anchura de la calle o calles donde se pretende construir.

Art. 5o. Cuando se trate de reconstrucciones o modificaciones deberán incluirse con la solicitud, cinco juegos de planos del proyecto y un juego completo de planos de la construcción existente.

Art. 6o. Autorizada la construcción, reconstrucción o modificación solicitada, se hará constar esta circunstancia al reverso de los planos, devolviéndose al interesado tres juegos de los mismos.

Sin esta autorización no expedirá licencia de ocupación o de funcionamiento.

Art. 7o. Las construcciones, reconstrucciones o modificaciones deberán ejecutarse de acuerdo a los planos del proyecto aprobado.

Art. 8o. Queda prohibido iniciar la construcción, reconstrucción o modificación de un edificio sin la autorización correspondiente.

Art. 9o. En el lugar donde se ejecute la obra, deberá tenerse un juego completo de los planos aprobados, a fin de mostrarlos a las autoridades sanitarias cuantas veces lo requieran, y colocarse a la entrada en lugar visible, un letrero que con claridad indique los datos de ubicación del predio.

también es recomendable la elaboración de planos isométricos, los cuales consisten en representaciones de las instalaciones sanitarias.

## ISOMETRICOS

Los isométricos, se levantan a  $30^\circ$  con respecto a una línea horizontal denominada línea de referencia y observando las tuberías tomadas como punto de partida, con una angulación de  $45^\circ$ .

El realizar a escala los isométricos de las instalaciones hidráulicas, facilita cuantificar con exactitud el material a utilizar o utilizado en ellas, al poderse observar todas y cada una de las conexiones, válvulas y tramos de tuberías.

En las instalaciones hidráulicas en general, se tienen normalmente derivaciones a  $45^\circ$  y  $90^\circ$ , aunque hay necesidad de hacer hincapié que en grandes obras de abastecimiento de agua fría, principalmente las armadas con conexiones bridadas, se dispone de codos con ángulos de  $90$ ,  $45$ ,  $22.5$  y  $11.25^\circ$ .

Los tres casos específicos de isométricos son:

1. Cuando todas las derivaciones son a  $90^\circ$ , los isométricos se levantan con sólo trazar parale-

las a los tres catetos marcados con línea gruesa de un cubo en isométrico como el de la figura siguiente. No. 8.

2. Cuando existen derivaciones a  $45^\circ$ , hay necesidad de trazar paralelas con respecto a las diagonales marcadas con líneas punteadas.
3. Cuando se tienen derivaciones o cambios de dirección a  $22.50$  y  $11.25^\circ$ , hay necesidad de intercalar la línea entre las derivaciones a  $90$  y  $45^\circ$  para darle forma aproximada al isométrico definido.

Para continuar los isométricos de las instalaciones hidráulicas a partir de la salida del agua en los tinacos o tanques elevados, se localiza el punto de la bajada del agua fría y a partir de éste, se sigue exactamente el mismo procedimiento inicial, trazando paralelas a los catetos o a las diagonales según el caso, localizando las alimentaciones de los muebles.

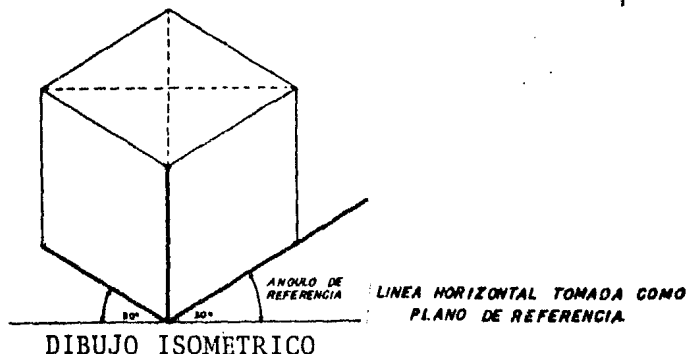














FIG. (8)

La mayoría de las personas tienen dificultad en la interpretación de la simbología, principalmente cuando se representa en planta y aún más en isométrico, se indicarán algunas conexiones sencillas así como combinaciones o juegos de conexiones - en diferentes posiciones.

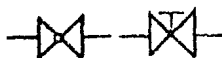
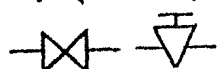
NOTA IMPORTANTE. Los niples marcados en los extremos de las conexiones y juegos de conexiones, sólo tienen como finalidad, darles forma más precisa y objetiva.

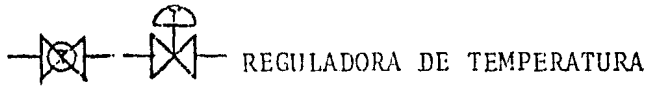
## S I M B O L O G I A

### I. TUBERIAS

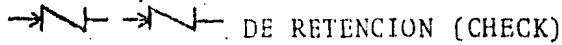
	ALIMENTACION GENERAL DE AGUA FRIA (DE LA TOMA A TINACOS O A CISTERNAS)
	TUBERIA DE AGUA FRIA
	TUBERIA DE SISTEMA CONTRA INCENDIO
	PUNTAS DE TUBERIAS UNIDAS CON BRIDAS
	ROSCADO
	CAMPANA Y ESPIGA
	SOLDADO ELECTRICAMENTE
	ESTAÑADO CON CAUTIN
	TUERCA UNION
	REDUCCION CONCENTRICA
	REDUCCION EXCENTRICA
	JUNTA DE EXPANSION

### 2. VALVULAS

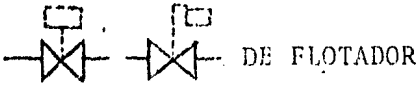
	DE GLOBO
	DE COMPUERTA



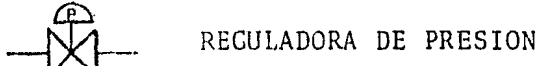
REGULADORA DE TEMPERATURA



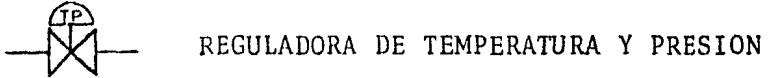
DE RETENCION (CHECK)



DE FLOTADOR



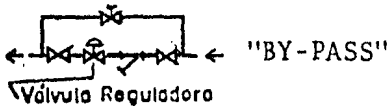
REGULADORA DE PRESION



REGULADORA DE TEMPERATURA Y PRESION



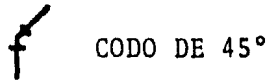
VALVULA DE ALIVIO



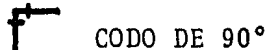
"BY-PASS"

Válvula Reguladora

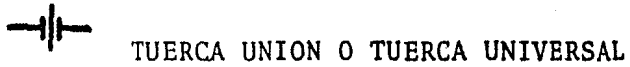
### 3. CONEXIONES EN ELEVACION



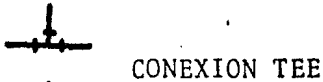
CODO DE 45°



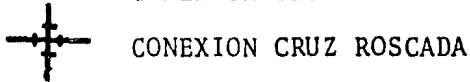
CODO DE 90°



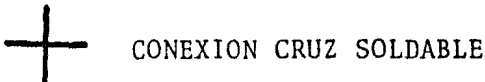
TUERCA UNION O TUERCA UNIVERSAL



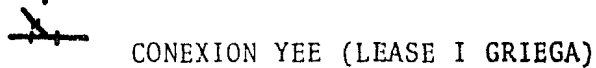
CONEXION TEE



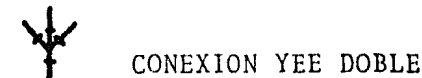
CONEXION CRUZ ROSCADA



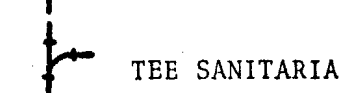
CONEXION CRUZ SOLDABLE



CONEXION YEE (LEASE I GRIEGA)





CONEXION YEE DOBLE





TEE SANITARIA

4. CONEXIONES VISTAS EN PLANTA.

 CODO DE 90° HACIA ARRIBA


 CODO DE 90° HACIA ABAJO


 TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA


 TEE CON SALIDA HACIA ABAJO


5. JUEGOS DE CONEXIONES VISTAS EN ELEVACION.


NOTA IMPORTANTE. Las puntas de flecha, en los juegos de conexiones vistas en elevación y en planta, sólo son auxiliares para indicar el sentido de flujo, o para marcar la posición de dichos juegos de conexiones, de acuerdo a la del observador.

 JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA, CON DERIVACION AL FRENTE


 JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO, CON DERIVACION AL FRENTE

 JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO, CON DERIVACION A LA DERECHA


 TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA, CON DERIVACION A LA IZQUIERDA


 TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA, CON DERIVACION AL FRENTE


6. JUEGO DE CONEXIONES VISTAS EN PLANTA


 JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA, CON DERIVACION AL FRENTE




 JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO, CON DERIVACION AL FRENTE

 JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO, CON DERIVACION A LA DERECHA








 TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA CON DERIVACION A LA IZQUIERDA

 TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA, CON DERIVACION AL FRENTE

 TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA, CON TAP0 MACHO EN LA BOCA DERECHA

7. VISTA EN PLANTA Y EN ISOMETRICO DE CONEXIONES Y JUEGOS DE CONEXIONES.

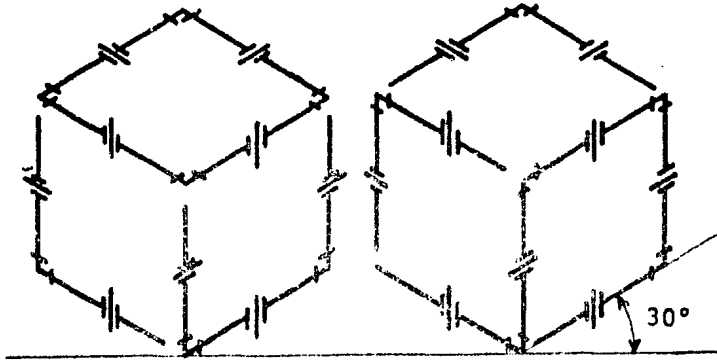
PLANTA

	CODO DE 90° HACIA ARRIBA
	CODO DE 90° HACIA ABAJO
	TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA
	TEE CON SALIDA HACIA ABAJO
	JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA CON DERIVACION AL FRENTE
	JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO CON DERIVACION AL FRENTE
	JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO CON DERIVACION A LA DERECHA

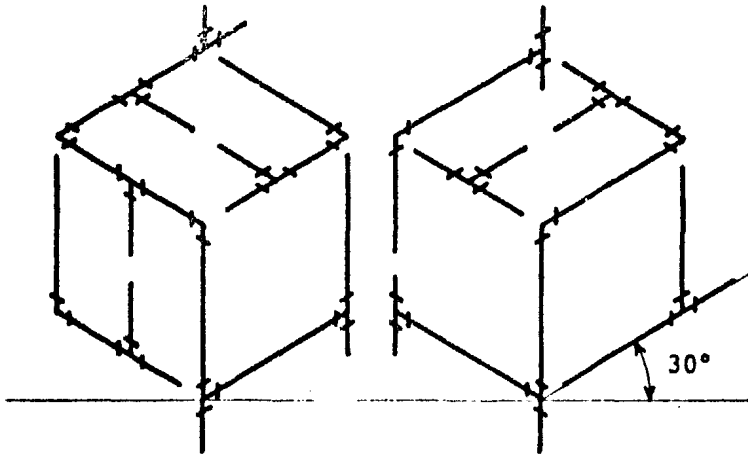
ISOMETRICO



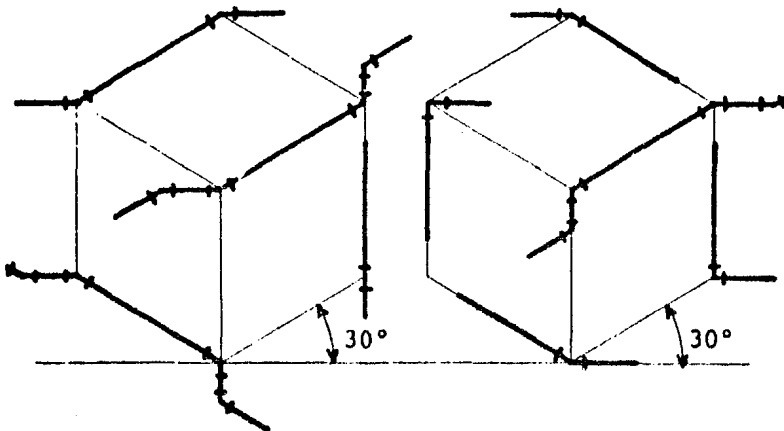




TUERCAS DE UNION Y CODOS DE 90°, CON CAMBIOS DE DIRECCION SOLO A 90°



CODOS DE 90° Y TEES, CON CAMBIOS DE DIRECCION SOLAMENTE DE 90°



CODOS DE 45 Y DE 90°, HACIENDO CAMBIOS DE DIRECCION A 45°, EN UNOS DE TANTOS ARREGLOS DE USO DIARIO.

## I-6. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

Los sistemas de abastecimiento de agua fría de acuerdo al Reglamento y Disposiciones Sanitarias en vigor, son las siguientes:

1. SISTEMA DIRECTO
2. SISTEMA POR GRAVEDAD
3. SISTEMA COMBINADO
4. SISTEMA HIDRONEUMÁTICO

### SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO

Se dice contar con un sistema de abastecimiento directo, cuando la alimentación de agua (fría) a los muebles de las edificaciones se hace en forma directa de la red municipal, sin estar de por medio tinacos de almacenamiento, tanques elevados, etc.

Para efectuar el abastecimiento de agua fría en forma directa a todos y cada uno de los muebles de las edificaciones particulares, es necesario que éstas sean en promedio de poca altura y que en la red municipal se 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, (en las horas de máximo consumo) aún considerando las pérdidas por fricción, obstrucción, cambios de dirección, ensanchamiento o re-

ducción brusca de diámetros, etc.

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 del 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. (en las horas de máximo consumo).

#### SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD

En este sistema, la distribución del 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 la 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 reguladores, cuando de la capta

ción no se tiene el suficiente volumen de agua no continuidad - en el mismo para poder abastecer diariamente a la red de dis- - tribución y de ésta a todas y cada una de las edificaciones, - pero si se tiene por diferencia de altura de los tinacos o tan- - ques regularizadores con respecto a las edificaciones, la sufi- - ciente 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 lle- - gar al agua por distribuir durante las 24 horas, para que en - las horas en que no se tenga demanda del fluído, éste se acumu- - le para suministrarse en las horas pico. A dichos tinacos o - tanques reguladores se conecta la red general, con el fin de - que la distribución del agua a partir de éstos se realice 100% por gravedad.

#### SISTEMA DE ABASTECIMIENTO COMBINADO.

Se adopta un sistema combinado (por presión y por gravedad), - cuando la presión que se tiene en la red general para el abas- - tecimiento de agua fría no es la suficiente para que llegue a los tinacos o tanques elevados, como consecuencia principal -

mente 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 auxiliar (una o más bombas), se eleva el agua hasta los tinacos o tanques elevados, para que a partir de éstos 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.

Para la distribución por gravedad y su 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 más alta (brazo de la regadera del máximo nivel); ya que esta diferencia de altura proporciona una presión =  $0.2 \text{ kg/cm}^2$ , que es la mínima requerida para un eficiente funcionamiento de los muebles de uso doméstico.

Cabe hacer notar que cuando las condiciones de los servicios, característicos de estos, número y tipo de muebles instalados o por instalar y altura de las construcciones así lo requieran, se prefiere el sistema de abastecimiento por gravedad sobre los restantes por las siguientes ventajas:

1. CONTINUIDAD DEL SERVICIO
2. SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO
3. BAJO COSTO
4. MINIMO MANTENIMIENTO

Una desventaja que tiene el sistema de abastecimiento por gravedad y muy notable por cierto, es que en los últimos niveles la presión del agua es muy reducida y muy elevada en los niveles más bajos, principalmente en edificaciones de considerable altura.

Puede incrementarse la presión en los últimos niveles, si se aumenta la altura de los tinacos o tanques elevados con respecto al nivel terminado de azotea, sin embargo, dicha solución implica la necesidad de construir estructuras que en ocasiones no son recomendables por ningún concepto.



## EQUIPO HIDRONEUMÁTICO

En los casos en que la red municipal no es capaz de suministrar el gasto y la presión necesarias para cualquier instalación hidrosanitaria, se utilizan equipos hidroneumáticos.

Estos equipos hidroneumáticos son sistemas de presión, por medio de los cuales se logra tener el agua a la presión requerida, obteniéndose así determinada velocidad y caudal.

Las partes que constituyen el equipo hidroneumático son las siguientes:

- 1) Válvula de pie o válvula check para succión.
- 2) Bomba o bombas con sus correspondientes motores-eléctricos.
- 3) Tanque hidroneumático.
- 4) Compresor o cargador de aire.
- 5) Controles automáticos para la operación de las bombas y del compresor o cargador de aire.
- 6) Accesorios (ver fig.)

El funcionamiento de un equipo hidroneumático es muy sencillo: Primero, antes de proceder al llenado del tanque es necesario establecer en el interruptor, la máxima y mínima presión a la cual trabajará el equipo hidroneumático.

La presión mínima nos indica el arranque de las bombas y la presión máxima el paro de las mismas.

Las bombas suministrarán agua al tanque hidroneumático; el compresor inyectará aire comprimido al tanque, manteniendo siempre una relación de agua-aire equivalente, sin que ésta cambie, el compresor estará controlado desde el tablero de controles, el cual pondrá en marcha o parará el compresor y las bombas cuando ésto se requiera.

La toma en que se recibe la señal es por medio de dos electrodos (normalmente de acero inoxidable) llamados electroniveles, los cuales se encuentran dentro del tanque hidroneumático.

En el tanque hidroneumático debe mantenerse la relación de agua-aire en un 60-40% para el mejor funcionamiento del equipo.

El cálculo del gasto en un sistema hidroneumático, requiere de sistemas empíricos. Hay varios y serán tratados en el tema I.7.

Para el cálculo de la presión mínima a que debe operar el sistema hidroneumático, existen ciertos requisitos como son los siguientes:

- Altura en metros del fondo de la cisterna a la

bomba.

- Altura en metros de la bomba al mueble más alto.
- Presión, expresada en metros de columna de agua que se desea en el último mueble.
- Pérdidas por fricción en metros basada en la longitud total de tubería, desde el equipo al mueble más lejano.

El resultado de esta suma es la "Carga Manométrica" o sea, la carga mínima a que debe operar el sistema.

Agregando a esta carga mínima el diferencial de presión, siendo este diferencial de presión, la presión mínima y la presión máxima a la cual debe trabajar cada mueble sanitario en nuestra instalación (por ejemplo W.C. presión mínima =  $0.58 \text{ kg/cm}^2$ .), obteniéndose la carga máxima a la cual debe operar el sistema.

Las ventajas que presenta el uso de un equipo hidroneumático son las siguientes:

- 1° Proporciona una presión constante sin importar que los muebles sanitarios trabajen al mismo tiempo, a diferencia del suministro de bombeo a tinacos, la falta de presión no alcanza alimentar todos los muebles sanitarios y el agua está-

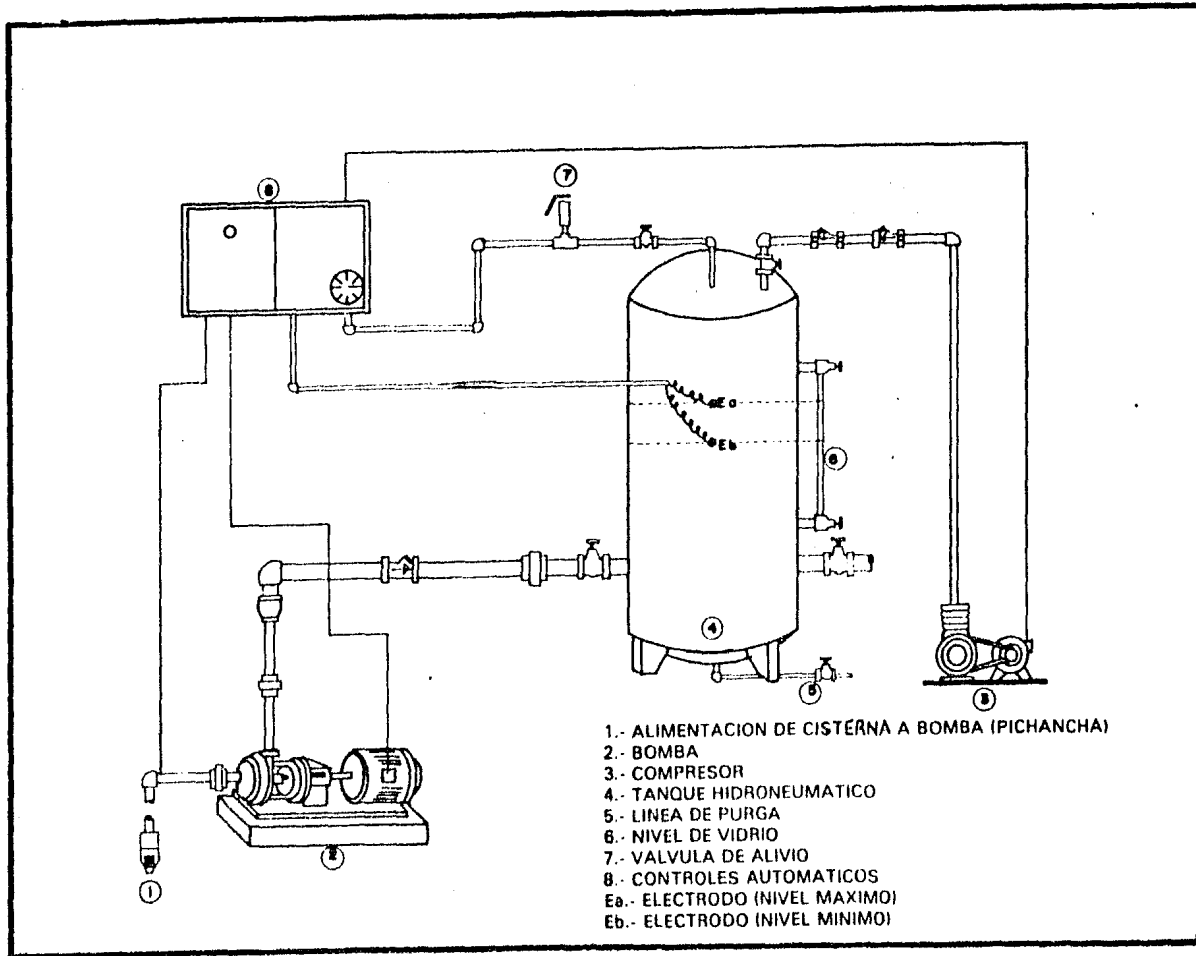
expuesta a una contaminación constante.

2° Respecto a la instalación cualquier tipo de construcción no pierde su diseño original, ya que -- éste puede ser colocado en el sótano de una casa, edificio o industria, teniendo una gran ventaja-- siendo ésta, la de mantenimiento.

3° Para dar servicio a edificios, no necesita que - el edificio esté reforzado en su cimentación a - diferencia del bombeo a tinacos, necesita una base especial para poder soportar el peso del tinaco.

EQUIPO HIDRONEUMATICO

39



## I.7. DISEÑO Y METODOS DE CALCULO

### 1.7.1 DATOS BASICOS PARA EL DISEÑO

El diseño de las instalaciones hidráulicas se basa en el consumo por viviendas y el funcionamiento simultaneo de varios muebles, para la determinación de los diámetros de cada tramo de tubería.

En cuanto al tinaco y la bomba, depende de los regímenes de suministro y de consumo; aunque en México se determinan con la Dotación y el número de personas, y la altura y el Gasto, respectivamente.

La Dotación es la suma de los volúmenes de agua que necesita una persona para: alimentación, aseo personal, etc. Se considera, como mínimo, según el Regl. de Ing. Sanit., en 150 l/h/d., para edificios; pero, también dependen del tipo de servicio de ese edificio, como se observa en la Tabla No. 1.

#### ESQUEMA DE UNA INSTALACION

Veamos en el esquema de la figura las partes fundamentales de que consta una instalación de agua en edificios de viviendas.

ACOMETIDA. Es el ramal que enlaza la tubería de la red pública con la instalación de agua del edificio.

Comprende:

- El grifo de toma
- La conducción o ramal propiamente dicho, con la llave de registro y la de paso general.

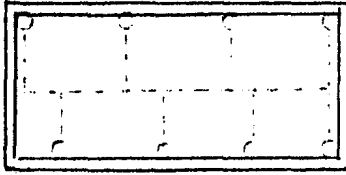
La primera se instala antes de penetrar el ramal en el edificio, y la de paso general después. Visto en el Tema I.4.

INSTALACION GENERAL. Puede adoptar múltiples formas según las normas o costumbres de cada lugar. Su misión consiste en distribuir agua por el interior del inmueble hasta los puntos en que se inicia la distribución particular dentro de cada una de las viviendas.

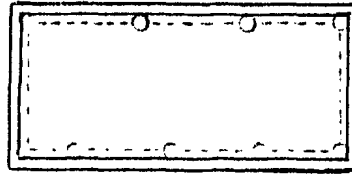
En el caso que nos ocupa, el suministro de agua se efectúa -- por contadores individuales para cada vivienda, montados en -- batería en la planta baja del edificio.

Conducciones. Se acostumbra distinguir los tubos de la red, -- según la función que desempeña, como sigue:

a) Distribuidores: Tubos Horizontales de alimenta-- ción, principales; generalmente se localizan en sótano, o en la azotea de los edificios. Según la figura que forman, se -- les subdivide en: Ramificado (peine), o en Anillo.



Dist. Ramificado (peine)



Dist. en Anillo

b) Columnas: Tubos verticales por los que sube (Montante) o baja (Bajante) el agua; comienza en los distribuidores.

c) Derivaciones o Ramales: Salen de las columnas en cada piso, llevando el agua a cada artefacto; también son horizontales.

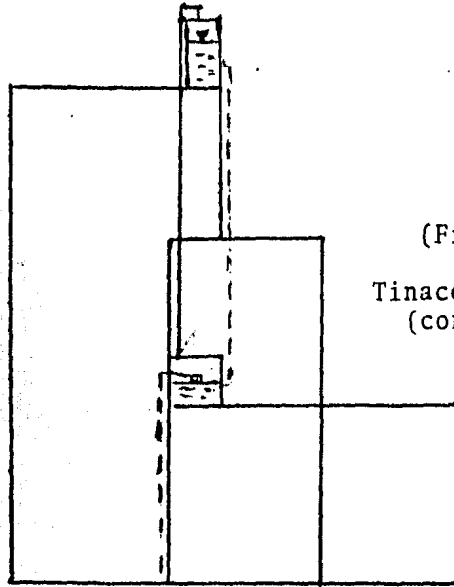
El sistema de distribución "en anillo" es el recomendable (aunque es más costoso que el de peine); tiene las siguientes ventajas:

1. Mediante una buena disposición de válvula, en caso de reparación de una columna o tramo, sigue funcionando todo lo demás.
2. El suministro y la presión son uniformes, en todo lo demás.
3. Por formar un circuito cerrado, se amortiguan los golpes ariete, en caso de presentarse.

Deben colocarse válvulas en los inicios de las columnas y las



derivaciones, para en casos de reparaciones excluirlas sin --  
afectar a las demás.



(Fig. 2)  
Tinaco Intermedio  
(con flotador)

La red de distribución, es el conjunto de tubos destinados a conducir el caudal de agua necesario y con la presión adecuada, a cada artefacto del edificio, que para este diseño deben concebirse como un todo, por cada 10, 15 ó 20 pisos (esto último, hace que se tengan menores diámetros y que nunca se tengan presiones mayores a  $3.5 \text{ kg/cm}^2$ , que estropean -- las válvulas y la red; en caso que se presenten estas presiones, se instalan válvulas reductoras o tinacos intermedios, - fig.2).

#### CONTADORES.

El contador es el aparato destinado a medir la cantidad de --  
agua suministrada por la red pública.

Un contador ideal reunirá las siguientes condiciones:

- Medirá con toda exactitud el caudal que pasa a su través.
- Producirá el menor ruido posible.
- Será fácilmente inspeccionable.
- Será de construcción sencilla, de gran duración y económico.
- No ofrecerá posibilidad de fraude.

En este caso particular, el contador es capaz de medir el agua consumida por cada vivienda por separado.

Se instala este aparato entre dos llaves, llamadas, respectivamente, llave de entrada y llave de salida del contador.

Se distinguen dos tipos de contador:

- Los contadores de volumen. Disponen de un motor de émbolo que es movido por el agua que los atraviesa. Un aparato de relojería mide el número de emboladas, registrándose la cantidad de agua que pasa por el contador, ya que se conoce el volumen de cada embolada.
- Los contadores de velocidad. Estos aparatos miden la cantidad de agua que circula por ellos en función de la velocidad de la misma.

El agua al entrar choca con las paletas de una pequeña turbina o molinete, haciéndolo girar tanto más rápidamente cuanto mayor sea la velocidad del agua y, por consiguiente, el gasto o consumo. Este queda reflejado, por medio de un mecanismo de relojería; en los registros correspondientes.

INSTALACION PARTICULAR DE CADA VIVIENDA. Comienza esta instalación en la llave de salida del contador mediante un tubo -- llamado montante o columna, que asciende hasta el nivel de la vivienda respectiva.

A la entrada de cada vivienda se instala una llave de paso a partir de la que empieza la red de tuberías de distribución interior que alimenta cada uno de los aparatos sanitarios.

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 ramales en los locales que requieren servicio.

El proyecto de los mismos se basa en hacer los trazos que permiten los recorridos más cortos para evitar excesos de pérdidas de presión, y reducir costos de instalación.

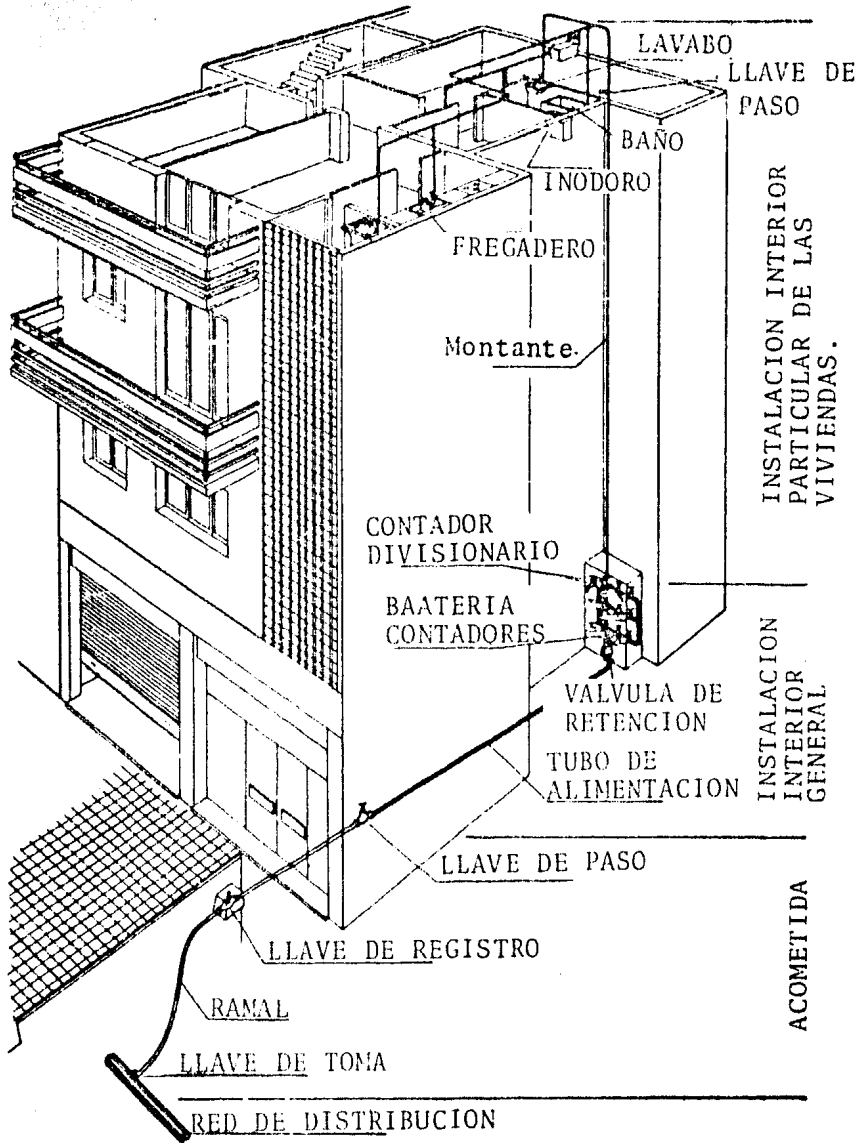
El sistema aceptado para el cálculo de los diámetros, se basa en una unidad de consumo que se ha denominado y que se ha establecido por comparación entre los diferentes muebles sanitarios, habiéndose escogido como unidad la correspondiente a un

lavabo de uso particular o doméstico. Con relación a éste se establecen las unidades para el resto de muebles, tanto en su uso particular como de uso público; la unidad supone un consumo de 25 lts./min.

En las tablas que se anexan se muestran las unidades correspondientes a diferentes muebles o grupos de muebles, tanto de uso privado como público y los diámetros mínimos recomendables para su alimentación.

Conocido el número de unidades mueble de los núcleos, se van acumulando en los tramos de la columna de alimentación hasta totalizarlos en la tubería de la red general de distribución.

Para obtener el gasto de la tubería, interviene un factor de uso simultáneo ya que no es posible que exista la posibilidad de que todos los usuarios y en forma simultánea operen las llaves del servicio al 100% de ellas, y se ha observado que a mayor número de muebles, dicho factor se reduce. Existen las curvas de Hunter que dan el máximo consumo probable de acuerdo con el número de unidades mueble, diferenciando la curva correspondiente al predominio de los excusados de sistema normal o el de fluxómetro.



ESQUEMA DE UNA INSTALACION CON BATERIA DE CONTADORES

## DOTACIONES DE AGUA RECOMENDADAS

Las dotaciones que se asignan según se indica, no son resultado de una ciencia ni cálculo específico sino son determinadas empíricamente, por lo tanto, en algunos casos los valores de las dotaciones difieren mucho aún para un mismo tipo de local.

Como regla general, al calcular la dotación de un edificio, en función de su número de habitantes, pueden considerarse los datos que figuran a continuación.

Habitación en zonas rurales.	85 lt./persona-día
Habitación tipo popular.	150 lt./persona-día
Habitación de interés social.	200 lt./persona-día
Departamento de lujo.	250 lt./persona-día
Residencias con alberca.	500 lt./persona-día
Edificios de oficinas.	70 lt./empleado-día
Hoteles (con todos los servicios).	200 lt./huesped-día
Cines.	2 lt./espectador- función
Fábricas sin consumo industrial.	60 lt./obrero-día
Baños públicos.	200 lt./bañista-día
Escuelas primarias.	50 lt./alumno-día
Escuelas Secundaria y Superior.	50 lt./alumno-día
Clubes con servicio de baño.	300 lt./bañista-día
Restaurantes.	15 lt./comensal
Restaurantes de lujo.	30 lt./comensal

Lavanderías.	20 lt./kg. de ropa seca
Hospitales Regionales.	200 lt./cama-día
Hospitales de zona.	300 lt./cama-día
Hospitales con todos los servicios.	1000 lt./cama-día
En edificios de oficinas.	10 lt./m <sup>2</sup> de área rentable.
En jardines.	5 lt./m <sup>2</sup> de super ficie sembrada de cespèd
Riego de patios.	2 lt./m <sup>2</sup> de super ficie

## METODOS DE CALCULO

Este cálculo consiste en determinar el diámetro de los tubos; para lo cual, se cuenta con varios métodos, entre los que mencionaremos: el Empírico, el Probabilístico, el Británico, el Alemán o de la Raíz Cuadrada, el de Hunter, el del D.D.F. y el Americano. - Trataremos este último, por su facilidad y claridad, debido a que en gran parte el cálculo se simplifica -- con el uso de gráficas y tablas; los otros son más numéricos.

Uno de los dos factores principales en el diseño de una red interna de distribución, son las pérdidas de carga (el otro es el consumo simultáneo), causadas por:

- a) La fricción. Es la que más influye en la pérdida de presión, se puede obtener mediante la expresión:

$$hf = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}, \quad \text{donde:}$$

f = coeficiente de fricción; según el material del tubo.

L = longitud del tramo de tubo analizado.

d = diámetro del tubo.

v = velocidad del agua dentro del tubo; se recomienda entre 0.60 y 3.0 m/seg.; o se obtiene de: --

$$v = \frac{Q}{A}$$



$g = \text{aceleración de la Gravedad} = 9.81 \text{ m/seg.}^2$

Como la obtención de estos valores en todos los tramos de tubo de la red sería muy laboriosa y como, ya se mencionó se han elaborado gráficas y tablas, son las que se aplican.

- b) Codos, válvulas, contador, etc. Se les considera equivalentes a tramos de tubo recto, y también se tienen tablas de estas equivalencias (Tabla No. 5) para sumarlas a la longitud de la expresión anterior.

#### METODO DIRECTO: I.7.1

Para la solución de este cálculo se siguen los siguientes pasos:

1. CONSUMO (del edificio).

Se obtiene de la tabla No. 1.

2. MAXIMO CONSUMO SIMULTANEO

Con el valor obtenido del paso anterior y entrando en las gráficas 1 y 2, 6 de la tabla 4.

3. CONTADOR O MEDIDOR

Con el valor del máximo consumo simultáneo, entramos a la

tabla No. 3 y obtenemos el contador necesario. Y con la gráfica 3 nos da la pérdida de presión que ocasiona este contador.

#### 4. PRESION EN EL GRIFO MAS ALTO

Se obtiene analizando las presiones que se tenía y las pérdidas de la manera siguiente:

- presión en la red municipal
- pérdida por altura a vencer
- pérdida por contador
- suponiendo la presión de trabajo del grifo.
- lo restante es para vencer la fricción en el montante, y el ramal del grifo.

Normalmente las pérdidas por fricción no llegan al 15%.

Los dos últimos conceptos pueden intercambiarse; podemos suponer el valor de la pérdida por fricción, se propone un 20% de la presión en la red, y lo que resta será para que funcione el grifo que sea aproximado a  $1 \text{ kg/cm}^2$ , que es la mayor presión que pueden requerir los artefactos sanitarios.

#### 5. ELECCION DEL TUBO

Proponer la clase de material del tubo y se determinan sus diámetros.

Para determinar los diámetros, se pueden seguir dos caminos:

- a) Si ya están bien definidos todos los tramos de la red, se suponen los diámetros, se revisa y según el caso, se propone otro diámetro más aproximado y se vuelven a checar las pérdidas, que deben ser  $\leq$  al dato del cuadro anterior. Como es una forma muy laboriosa, se prefiere lo siguiente:
- b) Utilizando una gráfica como la 4, que nos dan las pérdidas por fricción por cada 100 m. de tubo, según el diámetro, el gasto y la clase de material: se sabe -- con qué presión se cuenta para vencer la fricción y la longitud del montante; pero nos falta conocer la longitud del ramal hasta el grifo y las pérdidas menores (por válvulas, codos, etc.) que pudieran haber -- las cuales estarán expresadas en longitudes equivalentes, y que es lo que en este caso se supone, con lo que se tiene una longitud total, debiendo determinarse la pérdida para 100 m. para poder utilizar la gráfica, lo cual es muy simple, pues basta plantear la siguiente proporción:

$$\frac{\text{presión para vencer la fricción}}{\text{longitud total}} = \frac{x}{100}$$

por lo tanto;  $X = \frac{\text{Presión para la fricción}}{\text{Longitud total.}}$

con lo cual y el gasto obtenido en el paso 2 entramos a la gráfica 4, y se obtiene el diámetro, (siempre se toma el mayor valor).

## 6. DIAMETRO DE LOS RAMALES

Se siguen los mismos pasos anteriores (1 a 5): desde luego, ya sin considerar las pérdidas que ya no afecten (como por contador, montante, etc.) y si ese ramal surte a dos baños del mismo piso, habrá que duplicar el número de u.c.

### I.7.2

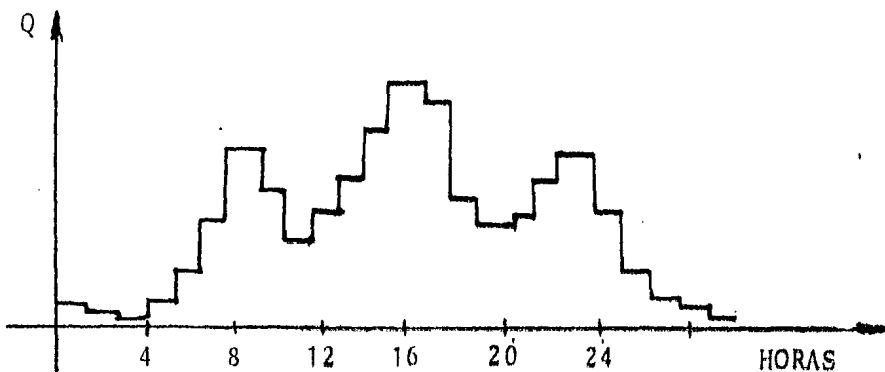
Sistema por Gravedad para el cual, se recomienda:

- a. Colocar, para la bajante, los mayores diámetros posibles económicamente, en los niveles superiores, para contar con buena presión en los artefactos de los pisos inferiores.
- b. Colocar en los pisos superiores, artefactos que trabajen con baja presión y en los pisos inferiores artefactos que trabajen con alta presión.

## APLICACION:

1. Determinar la capacidad y la altura de colocación del tinaco (dicha altura se mide hasta el nivel del fondo del tinaco), el cual se recomienda el de menor tamaño para -- que el agua esté el mínimo tiempo almacenada, tener un menor peso y menor costo.

La capacidad, en México, se determina considerando el consumo total diario; aunque sería mejor basarse en los regímenes de suministro y demandas (ya que, teóricamente, si éstos fueran iguales, no se necesitaría el tinaco); para lo cual, se traza la gráfica de consumo (fig. siguiente) más adecuada o real -- (se cuenta con gráficas de estas, basadas en muchos estudios).



Como cada departamento debe tener su servicio, consideramos - que cada departamento cuenta con dos recámaras; luego, se instalará un tinaco para cada departamento.

Cap. Tinaco = (No. Personas) (dotación) = 2(No. Rec.) 1 (100) =  
del Art. 41. IS. Art. 54 IS.

En cuanto al nivel del agua dentro del tinaco, respecto al grifo más alto, se recomienda que pase de 6.50 m.

2. Consumo por artefactos. Se decidió utilizar artefactos de baja presión en los pisos superiores y de alta presión en los siguientes, como se recomendó: por lo tanto, de la tabla No.1 (y para el tipo de servicio destinado). Se determinan las u.c. a partir de las cuales determinamos el consumo total en el edificio.
3. Presiones. La presión que debe tenerse en cada nivel es la que haga funcionar al artefacto que más requiere (generalmente son los WC) y una pequeña cantidad adicional para asegurar ese buen funcionamiento y por pérdidas desconocidas (se recomienda  $0.15 \text{ kg/cm}^2$ , como guía); entonces, de la tabla 2.

Haciendo una tabla para la simplificación del cálculo, se verá en el ejemplo de aplicación Capítulo V.

TABLA DE CALCULO

TABLA NO. 1. Unidades de Consumo, por artefacto y tipo de servicio.

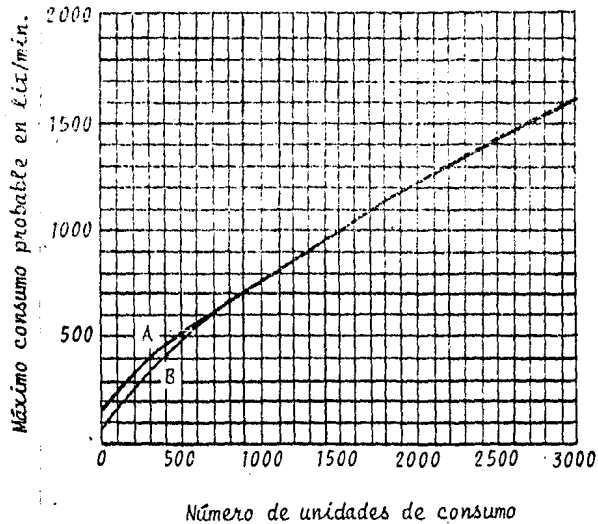
Artefacto o conjunto	Forma de Instalacion	Tipo de Servicio	
		Particular	Público
Baño completo	WC. Valv. de descarga	8	-
Baño Completo	WC. con Tanques	6	-
Excusado	Válvula de descarga	6	10
Excusado	Tanque de descarga	3	5
Lavadero	Grifo de descarga	3	-
Combin. Lavadero-Fregad.	Grifo de descarga	3	-
Fregadero	Grifo de descarga	2	4
Ducha (Regadera)	Válvula	2	4
Bañera (Tina)	Grifo de descarga	2	4
Ducha (Regadera Adicional)	Válv. (Llave)Mezcladora	2	-
Lavabo	Grifo "	1	2
Lavadero público	Grifo "	-	3
Mingitorio de pedestal	Válvula de descarga	-	10
Mingitorio de muro	Válvula de descarga	-	5
Mingitorio de muro	Tanque de descarga	-	3

Para mayor precisión, se toma en cuenta si el edificio es de 1a., 2a, 3a clase o si es familiar, multifamiliar; etc.

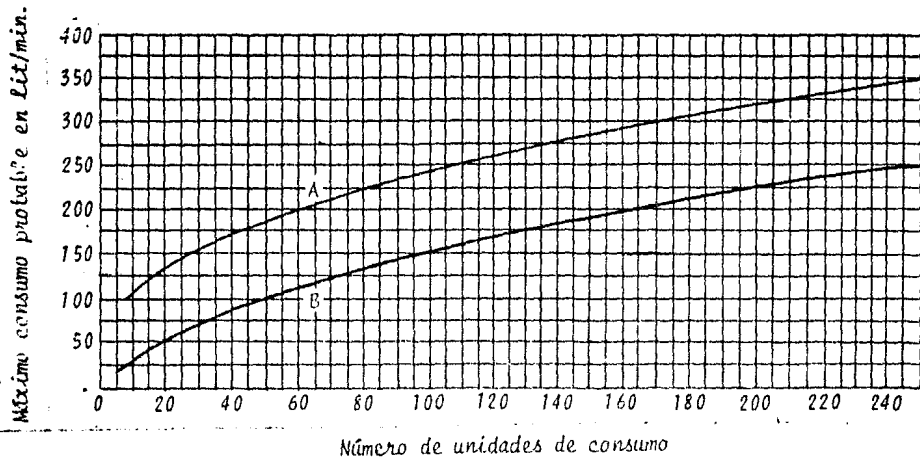
TABLA No. 2. Gasto y Presión a que trabaja cada artefacto.

ARTEFACTO	Diámetro (en pulg.)	Gasto (lts./minuto)	Presión <sub>2</sub> (en Kg/cm <sup>2</sup> )
Lavabo particular	3/8	12	0.58
Lavabo público	3/8	15	0.73
Grifo de cierre automático	1/2	10	0.87
Fregadero	1/2	15	0.36
Bañera (Tina)	1/2	25	0.36
Lavadero	1/2	20	0.36
Excusado con Tanque de Descarga	3/8	12	0.58
Excusado con válvula de descarga	1	75 a 150	0.73 a 1.46
Ducha (Regadera)	1/2	20	0.58
Mingitorio de Válvula	1	60	1.09
Manguera de Jardín, de 15 m.	1/2	20	2.19

GRAFICAS 1 y 2.- Para obtener el MAXIMO CONSUMO PROBABLE, SIMULTANEO. La curva "A" es para instalaciones en que predominan las válvulas de descarga y la "B" es para aquellas en que predominan tanques de -- descarga.



GRAFICA 1.



GRAFICA 2.- (es la ampliación de la parte inicial de la 1).

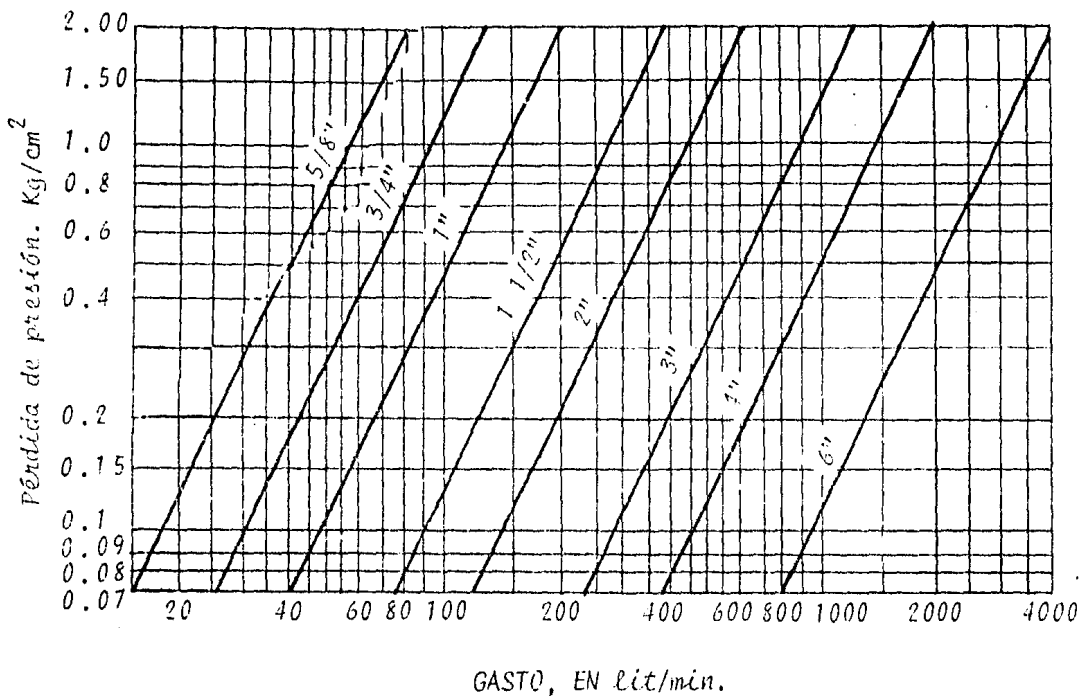


TABLAS NO. 4  
 GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO EN  
 FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE.  
 "METODO DE HUNTER"

Número de Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades Mueble	Gasto probable	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
1	0.10	-	80	2.40	3.91
2	0.15	-	85	2.48	4.00
3	0.20	No hay	90	2.57	4.10
4	0.28	No hay	95	2.68	4.20
5	0.36	1.51	100	2.78	4.29
6	0.42	1.56	105	2.88	4.36
7	0.46	1.61	110	2.97	4.42
8	0.49	1.67	115	3.06	4.52
9	0.53	1.71	120	3.15	4.61
10	0.57	1.77	125	3.22	4.71
12	0.63	1.85	130	3.28	4.80
14	0.70	1.95	135	3.35	4.86
16	0.76	2.03	140	3.41	4.92
18	0.83	2.12	145	3.48	5.02
20	0.89	2.21	150	3.54	5.11
22	0.96	2.29	155	3.60	5.18
24	1.04	2.36	160	3.66	5.24
26	1.11	2.44	165	3.73	5.30
28	1.19	2.51	170	3.79	5.36
30	1.26	2.59	175	3.85	5.40
32	1.31	2.65	180	3.91	5.42
34	1.36	2.71	185	3.98	5.55
36	1.42	2.78	190	4.04	5.58
38	1.46	2.84	195	4.10	5.60
40	1.52	2.90	200	4.15	5.63
42	1.58	2.96	205	4.23	5.70
44	1.63	3.03	210	4.29	5.76
46	1.69	3.09	215	4.34	5.80
48	1.74	3.16	220	4.39	5.84
50	1.80	3.22	225	4.42	5.92
55	1.94	3.35	230	4.45	6.00
60	2.08	3.47	235	4.50	6.10
65	2.18	3.57	240	4.54	6.20
70	2.27	3.66	245	4.59	6.31
75	2.34	3.78	250	4.64	6.37

Número de Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades Mueble	Gasto probable	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
255	4.71	6.43	840	11.60	11.82
260	4.78	6.48	860	11.80	11.98
265	4.86	6.54	880	12.00	12.14
270	4.93	6.60	900	12.20	12.30
275	5.00	6.66	920	12.37	12.46
280	5.07	6.71	940	12.55	12.62
285	5.15	6.76	960	12.72	12.78
290	5.22	6.83	980	12.90	12.94
295	5.29	6.89	1000	13.07	13.10
300	5.36	6.94	1050	13.49	13.50
320	5.61	7.13	1100	13.90	13.90
340	5.66	7.32	1150	14.38	14.38
360	6.12	7.52	1200	14.85	14.85
380	6.37	7.71	1250	15.18	15.18
400	6.62	7.90	1300	15.50	15.50
420	6.87	8.09	1350	15.90	15.90
440	7.11	8.28	1400	16.20	16.20
460	7.35	8.47	1450	16.60	16.60
480	7.60	8.66	1500	17.00	17.00
500	7.85	8.85	1550	17.40	17.40
520	8.08	9.02	1600	17.70	17.70
540	8.32	9.20	1650	18.10	18.10
560	8.55	9.37	1700	18.50	18.50
580	8.79	9.55	1750	18.90	18.90
600	9.02	9.72	1800	19.20	19.20
620	9.24	9.89	1850	19.60	19.60
640	9.46	10.05	1900	19.90	19.90
680	9.88	10.38	1950	20.10	20.10
700	10.10	10.55	2000	20.40	20.40
720	10.32	10.74	2050	20.80	20.80
740	10.54	10.93	2100	21.20	21.20
760	10.76	11.12	2150	21.60	21.60
780	10.98	11.31	2200	21.90	21.90
800	11.20	11.50	2250	22.30	22.30
820	11.40	11.66	2300	22.60	22.60

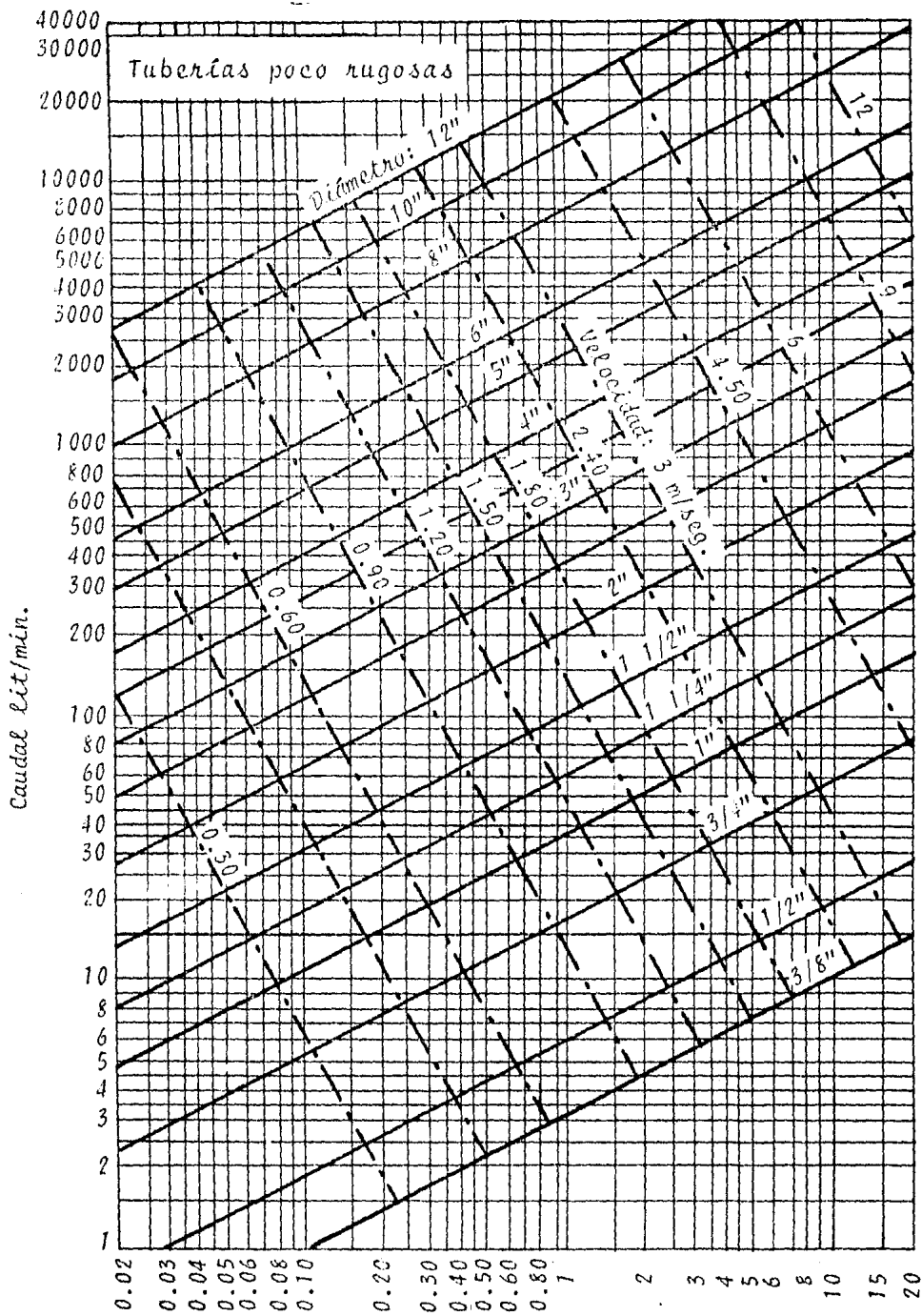
Número de Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades Mueble	Gasto probable	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
2350	23.00	23.00	4100	34.90	34.90
2400	23.40	23.40	4500	39.50	39.50
2450	23.70	23.70	5000	45.50	43.50
2500	24.00	24.00	5500	46.30	46.30
2550	24.40	24.40	6000	49.00	49.00
2600	24.70	24.70	6500	52.60	52.60
2650	25.10	25.10	7000	56.00	56.00
2700	25.50	25.50	7500	59.00	59.00
2750	25.80	25.80	8000	63.00	63.00
2800	26.10	26.10	8500	65.50	65.50
2850	26.40	26.40	9000	68.50	68.50
2900	26.70	26.70	9500	71.50	71.50
2950	27.00	27.00	10000	74.40	74.40
3000	27.30	27.30	10500	77.50	77.50
3050	27.60	27.60	11000	80.50	80.50
3100	28.00	28.00	11500	83.50	83.50
3150	28.30	28.30	12000	86.50	86.50
3200	28.70	28.70	12500	89.50	89.50
3250	29.00	29.00	13000	92.50	92.50
3300	29.30	29.30	13500	95.50	95.50
3350	29.60	29.60	14000	98.50	98.50
3400	30.30	30.30	14500	101.50	101.50
3450	30.60	30.60	15000	104.50	104.50
3500	30.90	30.90	15500	106.50	106.50
3550	31.30	31.30	16000	109.50	109.50
3600	31.60	31.60	16500	112.50	112.50
3650	31.90	31.90	17000	115.50	115.50
3700	32.30	32.30	17500	118.50	118.50
3750	32.60	32.60	18000	121.50	121.50
3800	32.90	32.90	18500	124.50	124.50
3850	33.30	33.30	19000	127.50	127.50
3900	33.60	33.60	19500	130.50	130.50
3950	33.90	33.90	20000	133.50	133.50
4000	34.30	34.30	25000	163.00	163.00
4050	34.60	34.60	30000	194.00	194.00



GRAFICA 3.- Pérdida de carga ocasionada por Contadores.

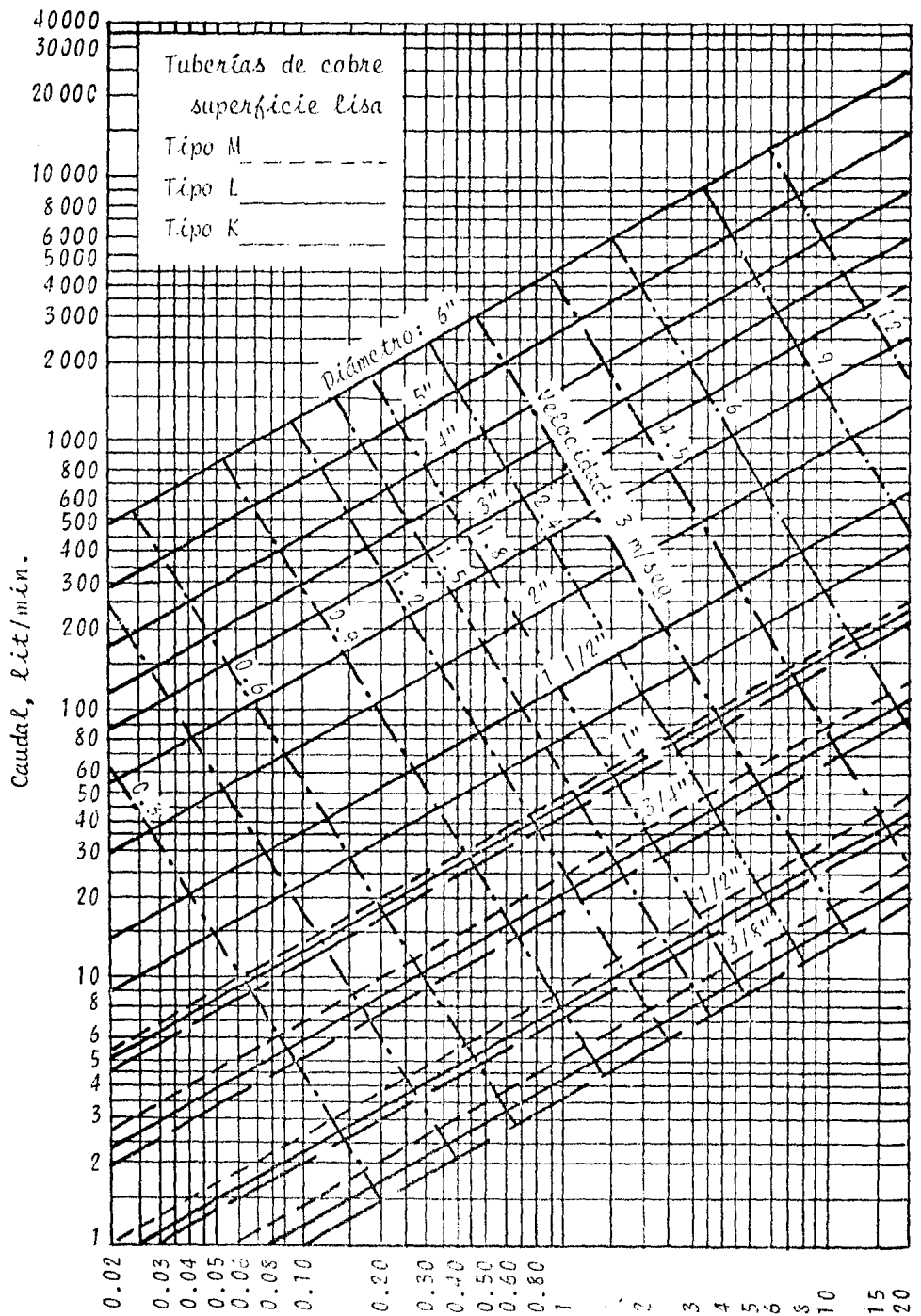
Diámetro (pulg)	Rango de Gastos (litros/minuto)
5/8	4 a 75
3/4	8 a 130
1	11 a 200
1 1/2	20 a 375
2	30 a 600
3	60 a 1200
4	105 a 1900
6	180 a 3800

TABLA 3. Diámetro, y Gasto que admiten los Contadores.



Pérdida de carga por rozamiento,  $\text{Kg/cm}^2$  por 100 m.  
de tubería

GRAFICAS NO. 4



Pérdida de carga por rozamiento, Kg/cm<sup>2</sup> por 100 m. de tubería

LONGITUD EQUIVALENTE EN METROS DE TUBERIA EN CONEXIONES Y VALVULAS												
DIAMETRO mm.	CODO 45°	CODOS 90°			TE STANDARDT			CONTRACCION d/D			VALVULA COMP. ABIERTA	VALVULA GLOBO ABIERTA
		STAND.	MEDIO	GRAND.	PASO	SALIDA LATERAL	ENTRADA LATERAL	1/4	1/2	3/4		
13	0.20	0.40	0.35	0.27	0.27	0.83	0.24	0.20	0.14	0.08	0.08	4.50
19	0.28	0.60	0.52	0.40	0.40	1.25	0.34	0.28	0.22	0.09	0.09	6.50
25	0.39	0.80	0.68	0.53	0.53	1.80	0.47	0.39	0.29	0.18	0.18	9.00
32	0.49	1.00	0.85	0.65	0.65	2.30	0.55	0.49	0.37	0.23	0.23	11.00
38	0.55	1.20	1.00	0.75	0.75	2.70	0.65	0.55	0.43	0.26	0.26	13.00
50	0.75	1.70	1.35	1.00	1.00	3.80	0.85	0.75	0.56	0.35	0.35	17.50
64	0.90	2.20	1.80	1.30	1.30	4.60	1.10	0.90	0.70	0.45	0.45	22.50
75	1.10	2.60	2.25	1.60	1.60	5.40	1.30	1.10	0.85	0.53	0.53	27.50
100	1.50	3.50	2.90	2.25	2.25	7.00	1.80	1.50	1.15	0.68	0.68	37.00
125	2.00	4.50	3.75	2.80	2.80	8.90	2.40	2.00	1.40	0.85	0.85	47.00
150	2.40	5.10	4.50	3.30	3.30	10.50	2.75	2.40	1.75	1.00	1.00	54.00
200	3.10	6.80	5.70	4.50	4.50	14.00	3.90	3.10	2.40	1.40	1.40	70.00
250	4.00	8.50	7.00	5.40	5.40	17.50	4.70	4.00	3.00	1.80	1.80	85.00
300	4.80	9.50	8.50	6.00	6.00	22.00	5.40	4.80	3.50	2.20	2.20	105.00

TABLA NO. 5

DIAMETROS APROXIMADOS, DE TUBERIAS, PARA  
EDIFICIOS DE UNA A 3 PLANTAS.

Unidades Consumo Máxima	Long. Máx. de la red int., en m	Diámetro de la Toma. pulgs. mm.	Diámetro de la red int. pulgs. mm.
15	50	3/4 19	3/4 19
16	30	3/4 19	3/4 19
25	15	3/4 19	3/4 19
28	50	3/4 19	1 25
30	50	1 25	1 25
33	30	3/4 19	1 25
40	15	3/4 19	1 25
41	30	1 25	1 25
50	15	1 25	1 25
55	50	1 25	1 1/4 32
65	30	1 25	1 1/4 32
66	50	1 1/4 32	1 1/4 32
96	15	1 25	1 1/4 32
100	30	1 1/4 32	1 1/4 32
130	15	1 1/4 32	1 1/4 32
131	50	1 1/4 32	1 1/2 38
160	30	1 1/4 32	1 1/2 38
250	15	1 1/4 32	1 1/2 38

T A B L A 6



## II. REGULARIZACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUA

La regularización o regulación, tiene por objeto adaptar el suministro al consumo, y la función del almacenamiento es asegurar que se cuente con la dotación de varios días, en casos de suspensión del suministro.

Esto se utiliza, como sabemos, cuando el servicio de agua potable no es continuo durante las 24 horas, o para tener un suministro suficiente en los casos de máxima demanda, o para prevenir fallas del servicio.

(También lo establece el Reglamento de Ingeniería Sanitaria).

### II. 1. REGULARIZACION

Generalmente se obtiene mediante la instalación de un tanque elevado, que se coloca en la azotea o en una estructura especial separada del edificio; y su capacidad, de acuerdo a su funcionamiento, debe estar ligada a los regímenes de suministro y de demandas. Su llenado puede lograrse por bombeo, o directo de la red municipal.

Se recomienda elegir el tanque de menor tamaño, con objeto de reducir el tiempo de almacenaje del agua, bajar el costo y tener menor peso en la azotea.

Estos tanques pueden fabricarse con los siguientes materiales: asbesto-cemento, concreto, tabique o lámina galvanizada.

Determinada la capacidad, se consigue el tamaño comercial exacto o muy ligeramente mayor. Los tamaños comerciales, son: en lts.

- a). VERTICALES SIN PATAS: 200, 400, 600, 1100 litros.
- b). VERTICALES CON PATAS: 300, 600, y 1100 litros.
- c). VERTICALES CUADRADOS: 400, 600, y 1100 litros.
- d). TRAPEZOIDALES: 600, y 1100 litros.
- e). ESFERICOS (de fibra de vidrio): 400, 600 y 1100 lts.
- f). HORIZONTALES: 400, 700, 1100 y 1600 litros.

La capacidad en litros de los tinacos o tanques elevados, es de acuerdo al valor de la dotación asignada y al número de personas calculado en forma aproximada de acuerdo al criterio siguiente:

Para 1 recámara =  $1 \times 2 + 1 = 3$  personas

Para 2 recámaras =  $1 \times 2 + 1 = 5$  personas

Para 3 recámaras =  $3 \times 2 + 1 = 7$  personas

En el caso en que se tengan más de 3 recámaras, se agregan solamente 2 personas por cada recámara adicional.

## II. 2 ALMACENAMIENTO.

Para este fin, se utilizan las cisternas, con capacidad para dotar de agua a los moradores durante varios días. También es obligado por el Reglamento de Ing. Sanitaria. En los artículos 55 al 61.

### Capacidad de las Cisternas.

#### 1. Agua Cruda.

Agua potable - agua de riego - agua para protección contra incendio = agua requerida para un día por lo menos. En lugares donde el servicio sea irregular, el almacenamiento deberá ser de dos días mínimo.

#### 2. Agua tratada.

Capacidad para el suministro de agua potable durante un día (excluyendo el agua de riego y contra incendio).

### Accesorios de Cisternas.

1. Acceso para inspección y limpieza (registro) de 0.80 x 0.80 m., cercano a las tuberías de succión y eléctrodos para control de niveles. Dara comunicación a una escala marina.

2. Tubos ventiladores curvos, terminando en un codo de retorno y entre la boca del tubo y la tapa ó terreno deberá haber un espacio de 0.20 m. mínimo. En la boca del tubo deberá colocarse una rejilla de malla de alambre muy cerrada.

El diámetro de los tubos generalmente son de 50 mm. y el número de ellos será de acuerdo al volumen del tanque.

3. Recolección de sedimentos. El nivel mínimo que pueda adquirir el agua estará a 0.10 m. arriba del fondo de la cisterna, para permitir la sedimentación de los sólidos en suspensión. En el lado donde se instalen la succión de las bombas se proyectara un carcamo de 0.50 x 0.50 m. y con una longitud igual al lado de la cisterna que sirve para recolección de los sedimentos que sean arrastrados al adquirir el agua al nivel mínimo.

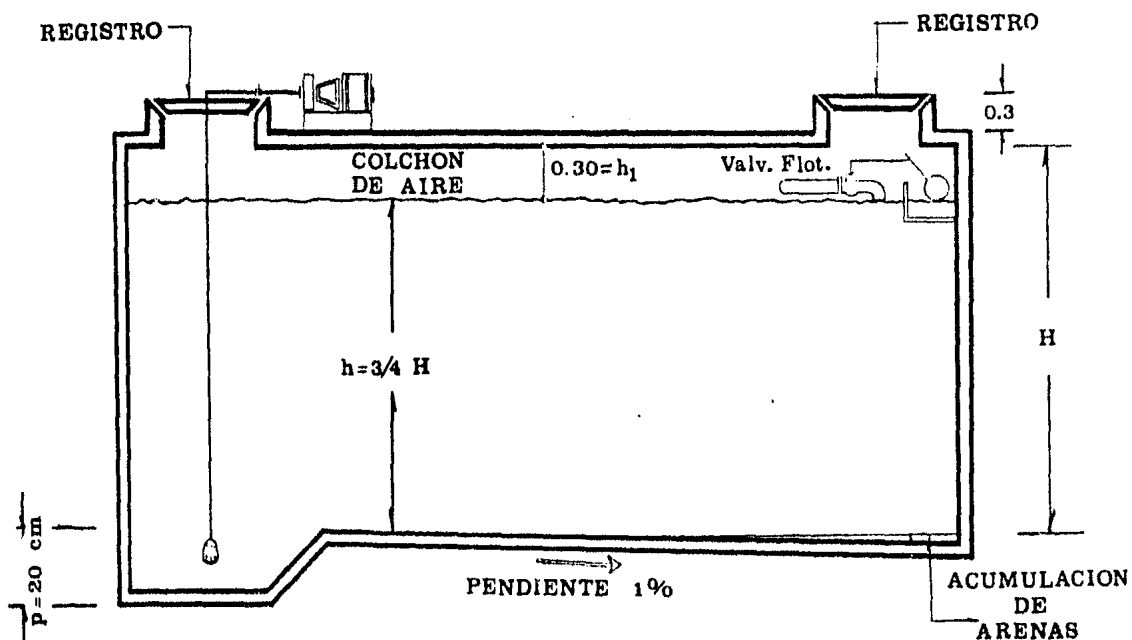
Entre el nivel superior del agua y la tapa de la cisterna en su cara interior deberá existir un espacio mínimo de 0.30 m.

Requisitos que deben reunir.

1. Esquinas interiores redondeadas.
2. Fácil acceso al interior, mediante un "registro" de cierre hermético, reborde mínimo de 10 cm.

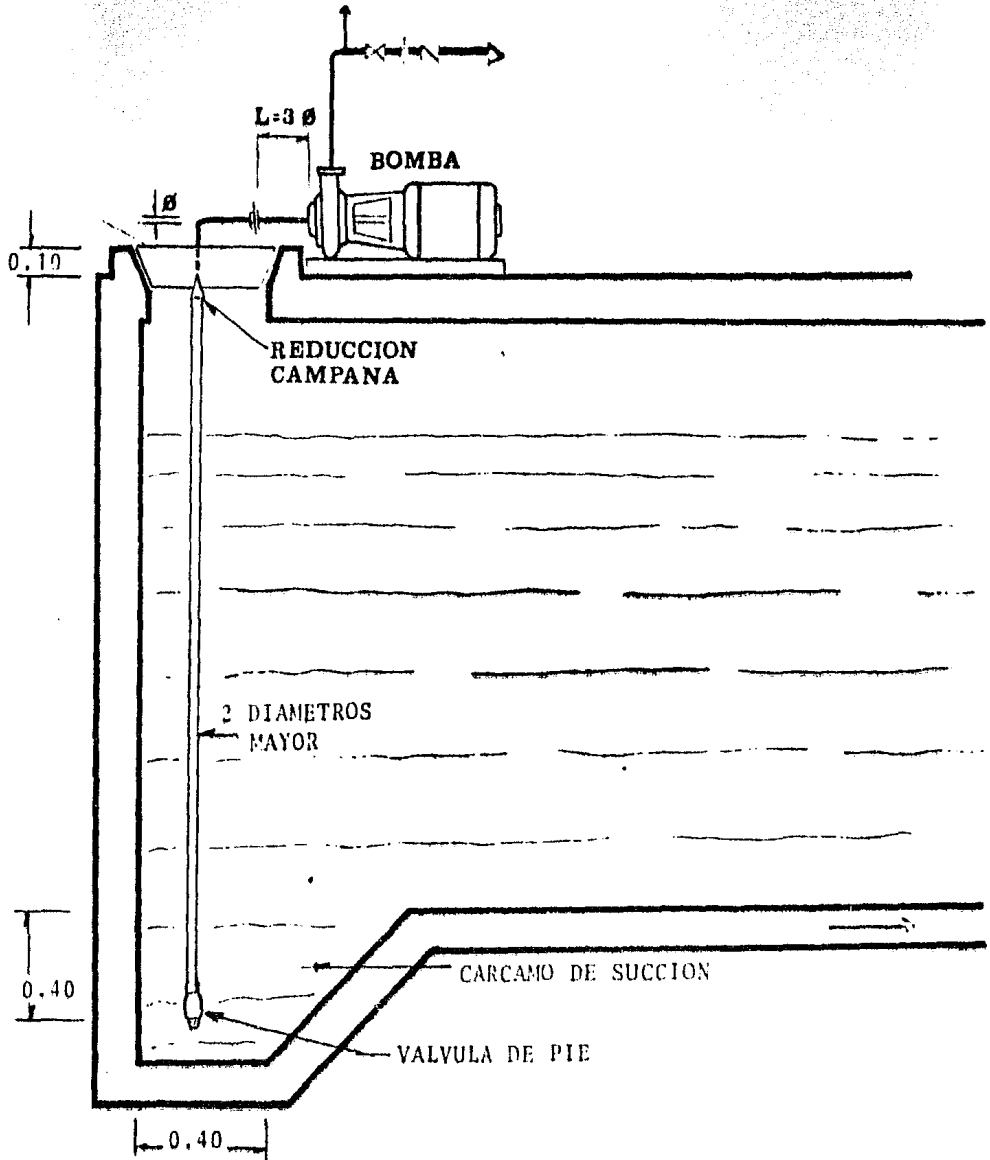
3. El agua debe entrar por la parte superior y extraerse mediante bombeo (desde unos 25 cm del piso). El programa de bombeo estará de acuerdo con el régimen de demandas, y puede funcionar con arranque manual o automático.
4. Deben tener un sistema para desagüe.
5. Su capacidad se determina en forma similar a los tinacos, como sigue:

Capac. Cisterna = (No. de Personas) (Reserva) (No. días).



DETALLE DE CISTERNA Y FLOTADOR

DETALLE DE CISTERNA Y BOMBA



VALORES DE LA VELOCIDAD ESPECIFICA, PARA DIFERENTES TIPOS DE BOMBAS.

Velocidad Específica, es la velocidad de una bomba imaginaria, expresada en RPM, geométricamente igual a la bomba considerada y capaz de proporcionar 75 L/seg. a una altura de 1 m (75 kg de agua clara a 1 m de altura, por segundo =  $\frac{75 \text{ kg. m.}}{\text{seg.}} = 1$  C. V. en sistema métrico).

Es un término para clasificar las bombas, con base en su operación y sus dimensiones, sin considerar la velocidad a que opere.

Las ecuaciones de turbinas, en general, son aplicables a las bombas centrífugas; sin embargo, la correspondiente a la Velocidad Específica de turbinas (en función de la potencia desarrollada) es de poco valor para bombas, ya que es la capacidad de descarga la que interesa; sin embargo, suponiendo la P proporcional a Q.h y despreciando los factores constantes, podemos escribir:

$$P \propto Q.h; \dots \dots \dots (3); \text{ resulta: } V_E = \frac{v \cdot Q^{1/2}}{h^{3/4}} \quad (4)$$

donde;  $V_E$  = Velocidad Específica, en RPM. (Fig. siguiente)

$v$  = velocidad de rotación, en RPM.

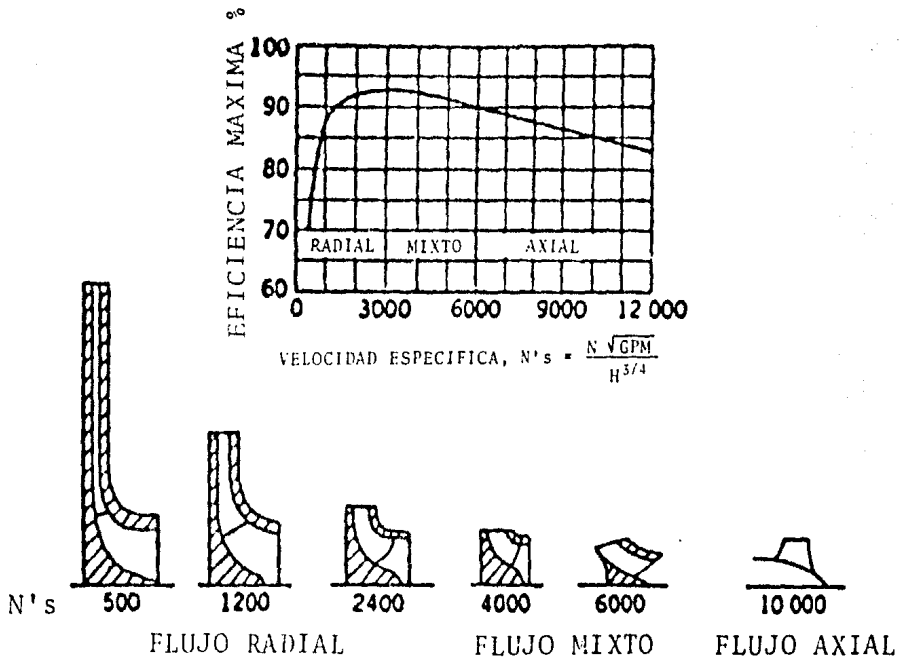
$Q$  = gasto, en Gal/minuto (ocasionalmente se da en  $\text{ft}^3/$

seg., lo que cambia los valores de  $V_R$ ).

Para bombas de doble succión se toma la mitad del gasto total, también puede estar en l/min.

$h$  = Carga Dinámica Total (C<sup>2</sup>), o Altura Total de bombeo, o la descarga por jaso para bombas de varios pasos; depende del tamaño y número de impulsores; en ft o m.

Figura que muestra la sección de la mitad de varios impulsores-típicos y sus velocidades específicas.



Forma y eficiencia máxima de los impulsores como una función de la velocidad específica.



La velocidad específica obtenida en la ecuación anterior, se compara con los valores dados en la figura, debiendo tenerse:

$$V_E \leq V_E \text{ perm.}$$

Tabla de Equivalencias entre los sistemas de unidades

Concepto	SIST. METRICO	SIST. AMERICANO	SIST. INGLES
$V_e$ (veloc. específica)	RPM	RPM	RPM
$v$ (veloc. rotación)	RPM	RPM	RPM
$Q$ (gasto)	$m^3/\text{seg.}$	Gal./min.	Gal. Imp/mín.
$h$ (carga din. tot.)	m	ft	ft
EQUIVALENCIA	1	52	47

Las velocidades específicas de las bombas se determinan con los resultados de operación en el punto de máxima eficiencia.

Y lo mismo que en el caso de los rodetes de las turbinas, dos impulsores de igual forma geométrica, tienen igual velocidad específica, aunque difieran sus tamaños.

Observando la ecuación de la Velocidad Específica (4) notamos -- que el bombeo contra grandes cargas ( $h$ ), resulta una bomba de baja velocidad específica, y si además el gasto es pequeño, la Velocidad Específica puede resultar menor que los valores de diseño; lo que nos llevaría a una bomba de muy baja eficiencia. Para solu

cionar este caso, deben instalarse varias bombas, en serie (no en paralelo), o una bomba de pasos múltiples (este último caso, aunque es más económico que una serie de bombas, tiene el problema de proporcionar presiones muy altas).

Cuando se instalan bombas en paralelo, lo que aumenta es la descarga o gasto total, que es la suma de las descargas individuales.

En este caso, se presenta el inconveniente de que si las bombas no son de iguales características de operación (sus cargas de cierre deben ser iguales), una o varias de las bombas pueden resultar ineficaces. Una forma de resolver este problema, cuando se tienen bombas de características diferentes, es, aprovechando que la carga de cierre depende de la velocidad de operación ( $v$ ), cambiando ésta ( $v$ ) a una o varias bombas, podemos hacer que trabajen juntas más eficientemente.

Calibrar una bomba centrífuga es investigar que gasto produce al trabajar a 1450 RPM.

Relación de  $Q$ ,  $h$ ,  $P$ , con la velocidad del impulsor.

Podemos relacionar las características de operación de una bomba centrífuga, con la velocidad, como sigue: considerando que el Gasto ( $Q$ ) es proporcional a  $h^{1/2}$  y sabiendo que la Carga desarrollada varía con el cuadrado de la velocidad y de

$P \propto Qh$  ..... (5), resulta:

$$Q \propto \frac{V1}{\sqrt{2}} \dots (6), \quad h \propto \left(\frac{V1}{\sqrt{2}}\right)^2 \dots (7) \quad \text{y} \quad p \propto \left(\frac{V1}{\sqrt{2}}\right)^3 \dots (8)$$

$$Q = \frac{V1}{\sqrt{2}} \cdot xq; \quad h = \left(\frac{V1}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot xH; \quad p = \left(\frac{V1}{\sqrt{2}}\right)^3 \cdot xp.$$

Estas relaciones no son muy exactas, debido a que la eficiencia, como sabemos, varía con la velocidad de operación; sin embargo, ese error es despreciable, si el cambio de la velocidad solo es afectado por un factor menor de 2.

#### CALCULO DE LA POTENCIA DE UNA BOMBA

Sabemos que la Energía teórica necesaria para elevar un peso  $W$  a una altura  $H$ , es dada por la ecuación de la Energía Potencial:

$$E = W \cdot H \dots (9); \text{ pero } W = (\text{Volumen}) (\text{Peso Específico}) = V \cdot \gamma^1,$$

sustituyendo en (9):  $E = \gamma^1 \cdot V \cdot H \dots (10)$ ; que es equivalente a una fuerza por una distancia = Trabajo, y haciendo intervenir el Tiempo ( $t$ ), tendremos una Potencia:

$$\text{Pot.} = \frac{\gamma^1 \cdot V \cdot H}{t} \dots (11), \text{ pero } \frac{V}{t} = Q; \text{ luego}$$

$$\text{Pot.} = \gamma^1 \cdot Q \cdot H., \text{ en Kg. m/seg.} \dots (11')$$

Que es la Potencia Teórica, y para tener la Potencia real es necesario hacer intervenir la Eficiencia ( $R$ ) del equipo =  $(r_{\text{bomba}})$ .

$$(r_{\text{motor}}) = r_b \cdot r_m$$

$$r_b = r_m = 0,85 \therefore R = 0,725; \text{ en gral. } 50 \leq R \leq 85\%$$

$$\text{quedando: Pot.} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{R}, \text{ en Kg. m/seg. .... (12)}$$

Como un Caballo de Vapor Métrico = 75 kg. m/seg., de (12) obtenemos:

$$\text{Pot.} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{75 \cdot R}, \text{ en CV. .... (13)}$$

$$\text{dados en Sistema Métrico; } \gamma = \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}, \quad Q = \frac{\text{m}^3}{\text{seg.}}, \quad H = \text{m.}$$

$$\text{Y para el sistema inglés: Pot.} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{550 \cdot R}, \text{ en HP ... (14)}$$

En estas ecuaciones, la H es la carga de trabajo; o sea, la suma de la altura de Descarga (h) más las pérdidas (por fricción y menores  $h_1, h_2$ ).

La pérdida por fricción se obtiene con la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \left( \frac{L}{D} \right) \left( \frac{V^2}{2g} \right) \text{ .... (15)}$$

donde:  $h_f$  = pérdida de carga por fricción, total, en m.

$f$  = coeficiente de fricción; depende del material y del estado de uso de la tubería; para acero cedu-

la 40 generalmente se usa  $\pm 0.03$ .

$L$  = suma de la longitud real total de la tubería, más las longitudes equivalentes de cada pérdida menor (hay tablas en los manuales correspondientes), en m.

$V$  = velocidad del líquido en la tubería, en m/seg.

$g = 9.81 \text{ m.} = \text{constante} = \text{aceleración de la gravedad,}$   
en  $\text{m/seg.}^2$

Luego,  $H = h + h_f + h_g$  que interviene en las ecuaciones de la potencia (13, 14).

## FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS

Trataremos unicamente el caso de las bombas centrífugas, por -- ser las más usuales, debido a su gran adaptabilidad.

En la siguiente figura se muestra el impulsor de una bomba centrífuga, que gira en sentido contrario a las manecillas del reloj, con una velocidad angular de  $\omega$  radianes por segundo.

- A). El agua entra al impulsor con una velocidad  $V_1$  y sale con velocidad  $V_2$  (o sea, la velocidad relativa del agua, con respecto a los álabes es  $V_1$  a la entrada y  $V_2$  a la salida).

Puede observarse que la condición es opuesta a la de una turbina de reacción; por lo tanto, el Momento Impulsor ( $M_i$ ) ejercido por el impulsor sobre el agua estará dado por la misma ecuación de las turbinas, pero con signos contrarios:

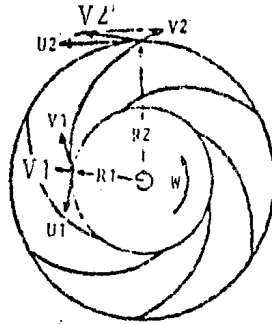
$$M_i = Q (V_{t2} r_2 - V_{t1} r_1) \dots\dots\dots (16)$$

$$V_t = \text{Velocidad tangencial} = \frac{\omega r}{1}$$

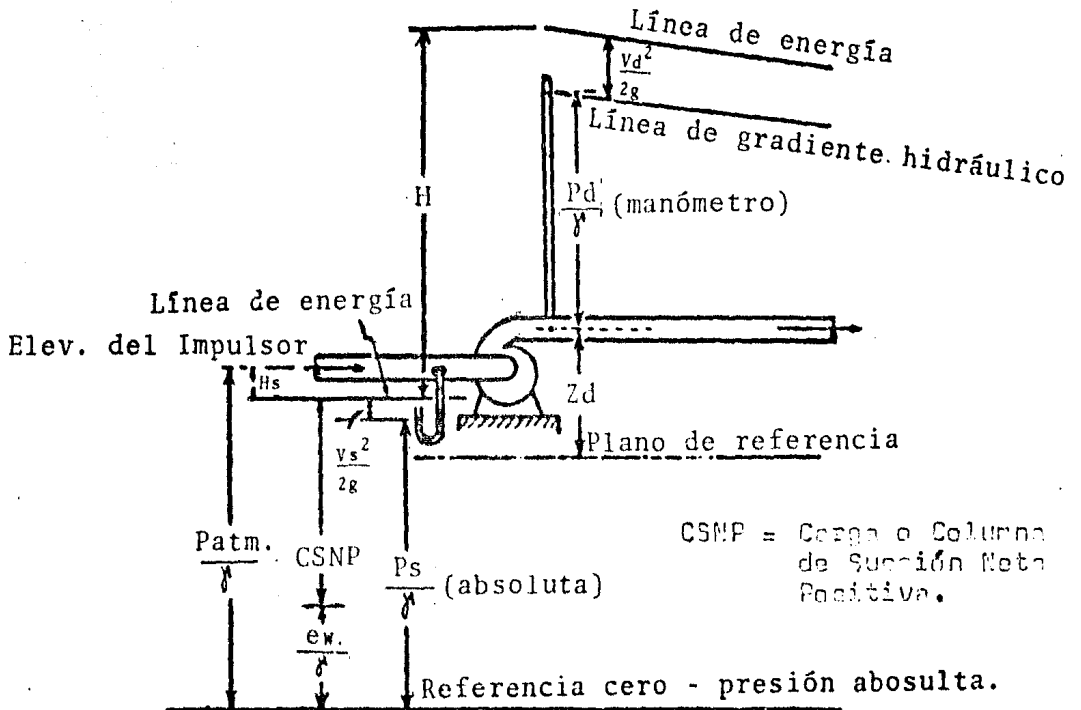
- B). El caballaje hidráulico transferido por el impulsor al agua es dado por:  $Pot = \gamma \cdot Q \cdot H$ , en Kg. m/seg. que para el sistema inglés es:

$$Pot. = \frac{\omega M_i}{550 R} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{550 R} \dots\dots\dots (14)$$

Para la H también puede utilizarse Bernoulli.



Diagramas vectoriales para un impulsor de flujo o escurrimiento radial.



Croquis de definición para la carga desarrollada por una bomba.

$$H = (Z_d - Z_s) + \left( \frac{P_d}{\gamma} - \frac{P_s}{\gamma} \right) + \left( -\frac{V_d^2}{2g} - \frac{V_s^2}{2g} \right) \dots\dots (17)$$

donde, los índices "d" y "s", se refieren a la descarga y la succión de la bomba, respectivamente.

C). En cuanto a la eficiencia en (14) se han logrado valores ligeramente arriba de 90%, en algunas bombas centrífugas, operadas con carga y gastos asignados o de régimen (condiciones óptimas para una determinada velocidad); pero, en condiciones normales, la eficiencia total anda entre el 50 al 85%;  $.50 \leq R \leq .85$

En general, las grandes bombas tienen mayores eficiencias, o de peak más altos, como sucede para el caso de las turbinas; o sea, una bomba de 100 gpm. puede tener una eficiencia total de sólo el 60%, en cambio una de 1000 gpm. puede



de llegar hasta el 80%.

D). También las pérdidas en las bombas centrífugas, son similares a las pérdidas en las turbinas de reacción.

E). Cada bomba tiene características de operación, que dependen de su diseño y de la velocidad de operación. En la figura de la hoja 142 podemos observar las relaciones entre la Carga, el Gasto y la Eficiencia, a cada velocidad de operación, en particular; una serie de esas curvas para diferentes velocidades, da un cuadro completo, de las características de operación de la bomba.

Carga de Cierre: Es la Carga con un Gasto (o descarga) "A Cero".

Conforme la descarga (o Gasto) aumenta, la Carga producida por la bomba puede subir o bajar ligeramente, dependiendo del diseño de la bomba; pero, generalmente la Carga se abate cuando el gasto aumenta.

F). Para cada velocidad de operación habrá un Gasto (o Carga) donde la Eficiencia es máxima y se conoce como "Descarga Normal", "Capacidad de Calibración Asignada" o "de Régimen de la Bomba".

G). Si la cantidad de agua por entregar varía, el flujo puede regularse:

- a) Mediante: Estrangulación con válvula en la línea de descarga; aunque ésto causa una disminución de la Eficiencia, ya que, como acabamos de indicar, para cada velocidad se tiene un valor fijo de  $Q$  en que la eficiencia es máxima.
- b) Variando la velocidad de la bomba (con bandas, poleas, o con un motor de velocidad variable).
- c) Sin embargo, el procedimiento indicado es poner en paralelo varias bombas, haciendo trabajar cada una de ellas a toda su capacidad, dependiendo de las necesidades, con lo que se consigue que cada bomba opere, cuando trabaja, cerca de su máxima eficiencia.

Las características de operación de una bomba puede determinarse en el campo, o en el laboratorio. Para grandes instalaciones se construyen modelos antes de fabricar la bomba real.

Las bombas fabricadas bajo pedido, se diseñan para sa  
tisfacer necesidades del comprador; efectuándose tam-  
bién pruebas para verificar que llenan los requisitos  
solicitados.

## III. MATERIALES PARA REDES DE TUBERIAS.

### (DISPOSITIVOS Y ACCESORIOS)

Entre los dispositivos más importantes en los sistemas de tuberías están las ABRAZADERAS Y SOPORTES metálicos; los que deben tener suficiente resistencia para absorber los movimientos causados por los cambios de temperatura, vibraciones, sismos o vientos.

Recomendación: Se evitará que las columnas se discontinúen debido a trabes o nervaduras, y los tubos horizontales, se colocarán en los espacios formados por falsos plafones

Colgantes de acero usuales:

- Abrazadera en U, se usa en soportes, anclaje o guía de tuberías pesadas.
- Omega, para instalarse en techos o viguetas.
- Anillo ajustable, en suspensión de tuberías sin aislamiento y tubería conduit.
- Abrazadera ajustable tipo ligero, en suspensión cargas ligeras de tuberías o conduit.
- Abrazadera ajustable suspensión de tuberías con y sin aislamiento.
- Abrazadera reforzada, en suspensión para tuberías pesadas --

con poco o ningún aislamiento.

- Abrazadera mediana, suspensión de tuberías de baja temperatura o tuberías calientes que requieran poco o ningún aislamiento.
- Abrazadera de doble perno, suspensión de tubería que requiera hasta 102 mm de aislamiento.
- Horquilla con rodillo, soporte de tubería sujeta a contracciones y expansiones horizontales que no requieran ajuste vertical.
- Estribo ajustable de rodillo, suspensión de tubería por medio de una sola varilla sujeta a expansiones, etc.

#### ACCESORIOS PARA COLGANTES (acero).

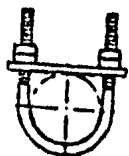
- Argolla roscada de una pieza: Se usa en instalaciones de tubería de alta temperatura.
- Tensor: Ajuste para grandes cargas.
- Horquilla de acero: En instalaciones de tubería de alta temperatura.
- Varilla de argolla soldada: Ajuste de altura en soporte.
- Ménsula soldada ligera: Soporte de cargas ligeras.
- Ménsula mediana de acero soldada: Soporte de cargas medianas.
- Ménsula pesada de acero: Soporte de cargas pesadas.

#### ADITAMENTOS PARA COLGANTES.

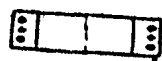
- Trapecio ajustable: Para instalarse en techo y viguetas.

- Columpio reversible soldable o vigueta: Para colcarse en la parte inferior de las viguetas.

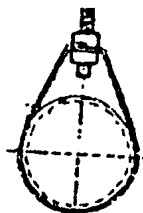
- Mordaza para vigueta: Para suspender grandes cargas.



Abrazadera en U



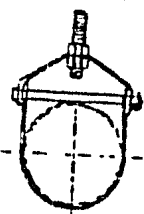
Omega



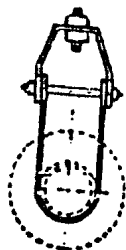
Anillo ajustable



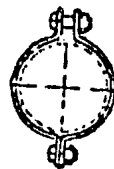
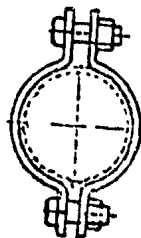
Abrazadera ajustable tipo ligero



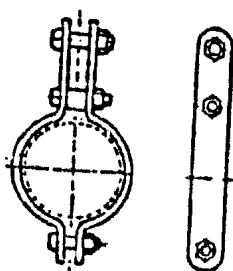
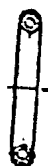
Abrazadera ajustable



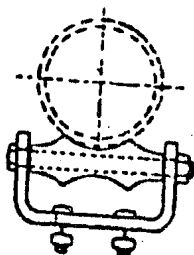
Abrazadera reforzada



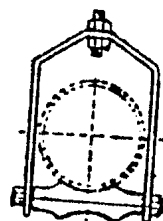
Abrazadera mediana



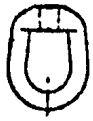
Abrazadera de doble perno



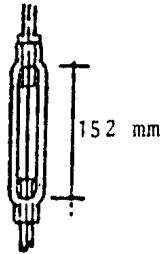
Horquilla con rodillo



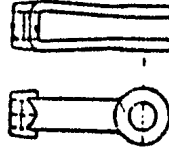
Abrazadera



Argolla roscada de una pieza



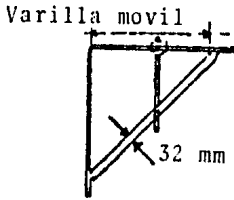
tensor



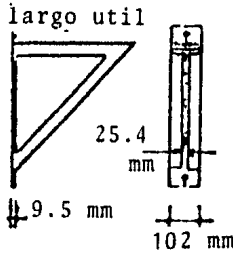
horquilla de acero



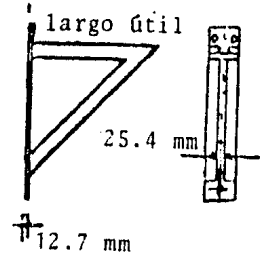
varilla de argolla soldada



ménsula soldada ligera



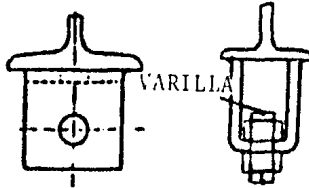
ménsula mediana de acero soldada



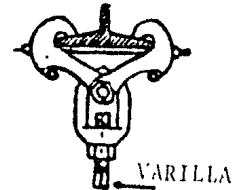
mensula pesada de acero



trapezio ajustable



columpio reversible soldable a vigueta



Mordaza para vigueta



## PRUEBAS DE RECEPCION

Las pruebas de recepción se realizan en las instalaciones hidráulicas para verificar si se tienen o no fugas en las uniones (roscadas, soldados, a compresión, en retacadas, en las válvulas, en los tubos), etc.;

### 1. Prueba hidrostática.

Se llevan a cabo, introduciendo agua fría a presión en las tuberías correspondientes con ayuda de una bomba de mano o bomba de prueba, u otros medios similares; si la prueba se realiza con ayuda de la bomba de prueba, en la tubería de descarga de dicha bomba se acopla un manómetro, que indica la presión en  $\text{kg/cm}^2$ , o su equivalencia en  $\text{libras/pulg}^2$ .

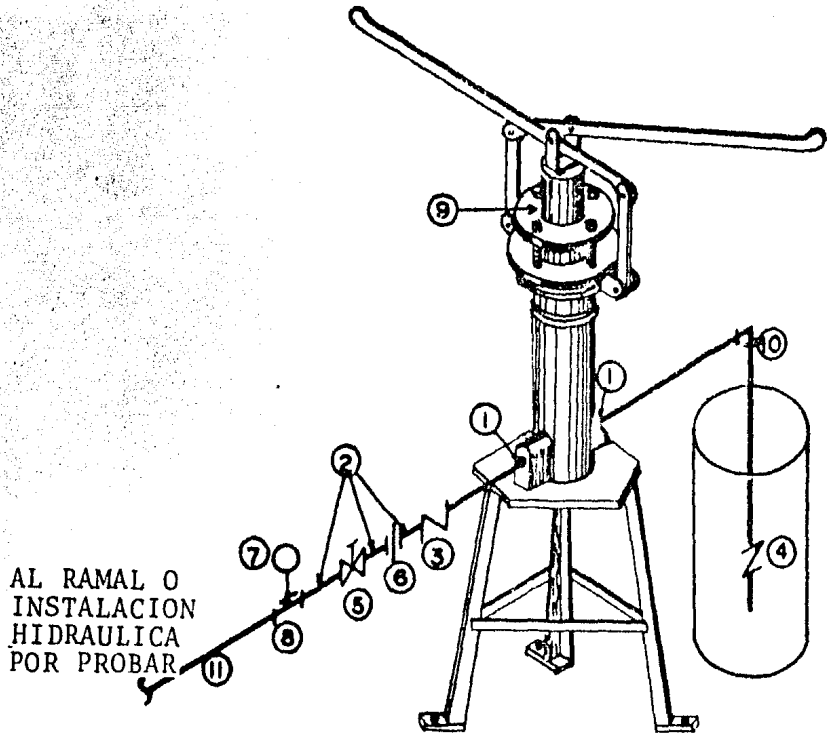
La presión a que debe realizarse la prueba hidrostática depende: del tipo de servicio, características de las tuberías, conexiones, válvulas de control y válvulas de servicio instaladas, además de otras condiciones de operación.

Estas tuberías se prueban a presiones promedio de 7 a 8  $\text{kg/cm}^2$  (99,4 a 113.6  $\text{libras/pulg}^2$ ); presiones mayores ocasionan daños irreversibles a las cuerdas de la tubería y a los elementos interiores de las válvulas.

Duración de la prueba hidrostática.- Una vez que se ha introducido el agua dentro de las tuberías, inclusive alcanzando la presión deseada, se deja un mínimo de 4.00 horas, para ver si las conexiones y sellos están en perfecto estado y la instalación exenta de fallas.



## BOMBA DE PRUEBA



### ACCESORIOS PARA SU INSTALACION

- ① 2 REDUCCIONES
- ② 3 NIPLES CUERDA
- ③ 1 CHECK HORIZONTAL
- ④ 1 CHECK VERTICAL
- ⑤ 1 VALVULA DE GLOBO
- 2 COPLES (A MONOMETRO Y LINEA POR PROBAR)
- ⑥ 1 TUERCA UNIVERSAL
- ⑦ 1 MANOMETRO
- ⑧ 1 TEE
- ⑨ 1 PISTON 2 1/4"  
RECORRIDO 8"
- ⑩ TOMA 1/2"
- ⑪ DESCARGA 1"

La presión máxima admisible en los accesorios de los muebles no debe ser mayor de  $3.5 \text{ Kg/cm}^2$  (35 mts. H) debiendo considerarse sobre los muebles más altos de la instalación  $1 \text{ Kg/cm}^2$  (10 mts.) si son de fluxómetro y  $0.5 \text{ Kg/cm}^2$  (5 mts.) si son muebles ordinarios. (mínimo  $0.700 \text{ Kg/cm}^2$  y  $0.20 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente).

Dentro de los conceptos constructivos de la instalación hidráulica, debemos conocer lo siguiente.

#### CAMARAS DE AIRE O PRESION.

Son pequeños tubos tapados en un extremo, del mismo diámetro - que la tubería de alimentación de cada mueble o columna de alimentación, con una longitud mínima de 60 cms. 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 hacen percibir fuertes ruidos en la instalación.

Si estas cámaras se hacen más cortas, tienen el peligro de que la circulación del agua arrastre el aire contenido en ellas y al llenarse de agua no cumplirán su objetivo.

#### JARRO DE AIRE.

Tiene 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 expulsado por las llaves, cuando ésto es posible ocasiona intermitencias molestas del flujo.

#### VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE.

Tiene el mismo objeto que el jarro de aire, pero se instala en los sistemas que trabajan a presión por bombeo y en los cuales no puede tenerse extremos abiertos. Son pequeños receptáculos con un elemento de flotador, el cual cae por su peso cuando hay aire dentro de la válvula, dejándolo escapar y cerrándose cuando el agua vuelve a llenar el receptáculo.

#### VALVULAS CHECK.

De varios tipos, como son: verticales, horizontales o de columpio; con émbolos verticales o de balanceo; que permiten el flujo dentro de la tubería en un solo sentido.

#### VALVULA REDUCTORA DE PRESION.

Válvulas que por medio de oponer una fuerte resistencia al flujo, por medio de diafragmas y resortes, reducen la presión dentro de las tuberías.

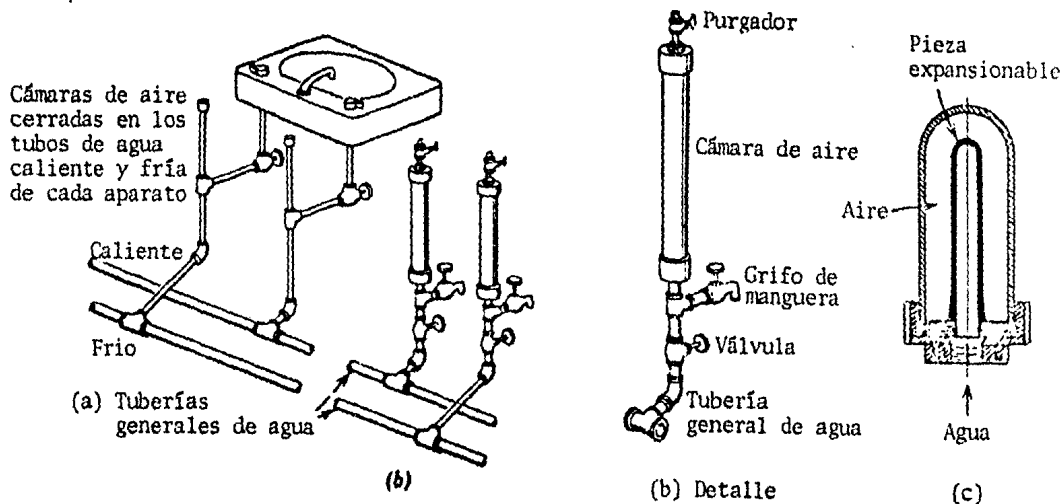


Fig. 2.7. Amortiguación de los golpes de ariete y cámaras de expansión. Las cámaras de aire amortiguan el golpe de ariete que se produce cuando se cierra bruscamente un grifo. También permiten que el agua caliente se dilate sin tener que hacer abrir periódicamente la válvula de seguridad que hay en la caldera o en el tanque. (a) Cámaras de aire formadas por un tubo cerrado por su extremo en los tubos que conducen a todos los grifos. (b) Cámaras de aire recargables en las tuberías generales de agua caliente y fría. Cuando emplean cámaras de este tipo no se ponen las cámaras individuales en todos los aparatos (c) Amortiguador especial de golpes de ariete.

### III. I. TUBOS Y JUNTAS

#### TUBOS DE COBRE Y CONEXIONES

DEFINICION: Conductos cilíndricos, abiertos por ambos extremos, fabricados de cobre y que se pueden conectar entre sí o con otros dispositivos hechos del mismo o diferente material con objeto de conducir líquidos y gases.

CLASIFICACION: Estos tubos son de tres clases: Generales, Especiales y los empleados para conducción de aguas en tomas domiciliarias.

a) Uso general

Tipo "K".- Grueso

Tipo "L".- Mediano

Tipo "M".- Delgado

b) Especiales nominales

Tipo "R"

Tipo "RR"

Tipo "RRR"

c) Tipo especial para conducción de aguas en tomas domiciliarias.

Para abastecimiento público de agua potable con resistencia uniforme a la presión hidrostática de trabajo en todos los diámetros, a menos que por requisitos de manejabilidad o de fabricación, se requiera un espesor de pared mayor.

REQUISITOS:

FISICOS:

- a) El material de los tubos a que se refiere esta norma, deberá llenar los requisitos especificados de; resistencia a la tracción, dureza y tamaño del grano.
- b) Los tubos de cobre templado (flexible) o los de cobre estirado en frío (Rígido), después de recocidos resistirán una expansión producida por un punzón de punta cónica de material duro (acero) que tenga un ángulo de 60°. Después de pasar la prueba de expansión, los tubos no mostrarán grietas, porosidades o pliegues en su superficie interna y externa.
- c) Presión Hidrostática.

Los tubos elegidos para esta prueba, deberán resistir una presión hidrostática de ruptura.

- d) Tratamiento. Los tubos de tipo K y L, cuando sean terminados en rollos, deberán ser recocidos después del enrollado.  
Los tubos de tipo K, L y M cuando sean terminados tramos rectos, llevarán como tratamiento el estirado frío, pero podrán ser recocidos.

e) Dimensiones y tolerancia de los tubos generales, normales y normales especiales, serán especificados de acuerdo a; - sus diámetros nominal y exterior, espesores de pared y peso.

TUBERIAS PARA TOMAS DOMICILIARIAS.

Instalación de las tuberías	Tipo de tubería que deberá usarse
Enterradas	Tipo "L" (flexible)
No Enterradas	Tipo "K" (Rígido)

f) Redondez. Se determinará para tubos templados o estirados - en frío que se hayan terminado en tramos rectos, no se de - terminará para los tubos terminados en rollos, recocidos - o tubos cuyo espesor de pared sea menor de 0.40 mm. La to - lerancia a la redondez se determinará tomando mediciones - únicamente sobre el diámetro exterior, ya que la desvia - - ción de la redondez, se considera como la diferencia entre la medida mayor y la medida menor del diámetro exterior, - medidas en cualquier sección del tubo, en forma de cruz.

QUIMICOS. El cobre usado para la fabricación de la tubería - que cubre esta norma, deberá tener la siguiente composición - - química:

	Mínimo %	Máximo %
Cobre	99.9	-
Fósforo	0.015	0.04

Si contiene plata, ésta deberá ser considerada en el análisis como si fuera cobre.

#### ACABADO

El tubo una vez terminada su fabricación, estará libre de pliegues, dobleces, ondulaciones, porosidades ó grietas en toda su superficie tanto exterior como interior las cuales serán completamente lisas.

#### MANEJO

La tubería de cobre debe cargarse y estibarse con el cuidado necesario para evitar que pierda su rectitud y sufran deterioros sus extremos.

#### ALMACENAMIENTO

La tubería de cobre debe almacenarse debidamente clasificada por tipos, diámetros y cédulas, sobre elementos de soporte que no permitan que ésta quede en contacto directo con el terreno natural.

No deberán colocarse sobre la tubería materiales que la deformen tanto en su rectitud como en su diámetro.



## MUESTREO

### a) Lote de entrega

Estara constituido por el número total de tramos ó rollos - de una adquisición del contratista y se podrá muestrear en la fábrica o en el lugar que señale el Departamento.

### b) Lote de muestra

Un número de tubos equivalente al 0.2% del lote de entrega será escogido al azar y constituirá el lote de muestra para las pruebas que indica esta norma. La muestra destinada para el análisis químico no deberá pesar menos de 150 g.

## TUBERIAS UTILIZADAS EN LAS INSTALACIONES HIDRAULICAS

Las tuberías utilizadas en las instalaciones hidráulicas, en forma general son las siguientes:

### TUBERIA PARA INSTALACIONES HIDRAULICAS

DEFINICION. Para efectos de ésta norma se hacen las siguientes definiciones aplicables a la misma:

- a) Tubería para Instalaciones Hidráulicas: Conductos cilíndricos de acero, provistos de un sistema de juntas adecuado, para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua.
- b) Conexiones Roscadas: Uniones de tubería que se obtienen por vaciado de la fundición blanca, en moldes apropiados y que posteriormente se sujetan a un recocido.
- c) Tubería de Acero Galvanizado: Conductores cilíndricos de acero negro, cuyas superficies exterior e interior han sido recubiertos con zinc.
- d) Tubería negra de Acero: Conductos cilíndricos de acero fabricados con el material que proviene de los procesos de aceración sin acabado especial en sus superficies.

- e) Diámetro Nominal: Número adimensional que sirve como identificación del diámetro exterior, que no depende del espesor de la pared; por lo que para la designación, además de su tamaño nominal, se deberá indicar su clase y número de cédula.
- f) Clase: Identificación de los tubos en función de sus características de peso teórico o espesor de pared.
- g) Espesor de pared: Espesor promedio, considerando las tolerancias en menor sobre el espesor de pared y las tolerancias en más resultantes de la tolerancia sobre el peso teórico.
- h) Número de Cédula: Es el número abstracto que sirve para identificar tubos con una misma relación presión-esfuerzo, determinado por la siguiente expresión:

$$\text{Número de Cédula} = \frac{100 \cdot P}{S}$$

P= Presión de trabajo en  $\text{kg/mm}^2$

s= 60% del límite de fluencia mínimo especificado para el acero a 20°C de temperatura, en  $\text{kg/mm}^2$ .

## CLASIFICACION

### a) Tubería de Acero

a.1) Tipo F. Tubos soldados a tope en forma continua por calentamiento en horno, pueden ser negro o galvanizados; de acuerdo a su peso se clasifican en:

Tubos de clase normal (X ó N)

Tubos de clase reforzada (XS)

Tubos de clase doble reforzada (XXS)

a.2) Tipo E. Soldado por resistencia eléctrica, pueden ser negros o galvanizados. Se presentan en dos grados de calidad de acuerdo a su resistencia a la tensión.

#### a.2.1) Grado "A"

Tubos de clase normal (X ó N)

Tubos de clase reforzada (XS)

Tubos de clase doble reforzada (XXS)

#### a.2.2) Grado "B"

Tubos de clase normal (X ó N)

Tubos de clase reforzada (XS)

Tubos de clase doble reforzada (XXS)

a.3) Tipo S. Sin costura, pueden ser negros o galvanizados.

Se presenta en dos grados de acuerdo a su resistencia a la tensión.

a.3.1) Grado "A"

Tubos de clase normal (X ó N)

Tubos de clase reforzada (XS)

Tubos de clase doble reforzada (XXS)

a.3.2) Grado "B"

Tubos de clase normal (X ó N)

Tubos de clase reforzada (XS)

Tubos de clase doble reforzada (XXS)

b) Conexiones

b.1) Tipo A. Conexiones reforzadas

b.2) Tipo B. Conexiones sin reforzar

REQUISITOS FISICOS

a) Tubería de acero

a.1) Dimensión y peso. Las dimensiones, y los pesos de los tubos (tamaño nominal, diámetro exterior, espesor de pared y peso teórico), para tubos con extremos lisos y tubos con rosca y cople respectivamente.

a.1.1) Longitud. A menos que por condiciones de proyecto y/o el Departamento lo especifiquen las longitudes deben ser:

- 1) Largos simples, de 4.90 a 6.70 m. Todos los tubos deben ser de una sola pieza; solamente que el departamento lo acepte, se podrá permitir como máximo el 5% de la totalidad de los tubos acoplados, es decir que pueden unirse entre sí con un cople para dar longitud mínima permitida, siempre que la unión este cuando menos a 1.50 m. de cada extremo. Cuando se ordene con extremos lisos puede tenerse el 5% de la totalidad de los tubos en largos de 3.60 a 4.90 m.
- 2) Largos dobles, de 6.70 m y mayores. El promedio de la longitud en la orden debe ser como mínimo de 10.70 m.
- 3) Los tubos con espesores de pared nominales iguales o mayores a los de la clase doble reforzada (XX S) debe entregarse en largos de 3.60 a 6.70 m.
- 4) Los tubos de clase normal (N) y reforzados (X S) deben entregarse en largos comerciales de 4 a 7 m.

a.3) Acabado. Sección circular, espesor de pared uniforme -

dentro de tolerancias. Rectos a simple vista.

a.3.1) Extremos. Debe cortarse perpendicularmente al eje del tubo sin presentar rebabas. Puede ser lisos, biselados, roscados, con rosca y cople y con ranura victaulic según se solicite.

Si no existe orden especificada relativa al acabado de los extremos y si deben de llevar coples o roscas, los tubos deberán cumplir con las siguientes indicaciones.

- 1) Los tubos con clase normal (N) y reforzados (X S) y todos los tubos con espesor nominal de pared menor de 12.70 mm excepto los doble reforzados (XXS), se entregarán con extremos biselados.
- 2) Los tubos con espesor nominal de pared igual o mayor de 12.70 mm y todos los tubos doble reforzados (XXS) se entregarán con extremos lisos.
- 3) Los restantes tipos de tubería deberán surtirse con rosca y cople.

a.3.2) Tubos con rosca y cople. Cuando se soliciten tubos de clase normal (N) con rosca y cople, el cople debe ir bien enroscado al extremo del tubo y sea apretado a mano o apretado por medios mecánicos. Los tubos llevarán una protección para evitar que las roscas (tanto

del tubo como del cople) se deterioren durante las maniobras de carga, transporte etc. Cuando se requieren protecciones especiales, estas serán señaladas específicamente por el Departamento.

- a.3.3) Roscas. Las roscas cuando se prueban con un calibre -  
dor de trabajo normal, no deben exceder de una y media-  
(1 1/2) vueltas en cualquier sentido.
- a.3.4) Coples. Los coples para tubos con tamaño nominal 2 y -  
menores de clase reforzadas (XS) y doble reforzados --  
(XXS) deben tener roscas cónicas y para tubos clase normal (N) deben tener rosca cilíndrica. Pueden ser de acero ó de hierro forjado.
- a.3.5) Niples. Deben cumplir con todos los requisitos de los  
tubos y se definen de acuerdo con su diámetro, espesor,  
grado de clasificación, longitud, si llevan rosca o si  
no son biselados para soldar.

b) Conexiones

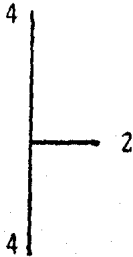
- b.1) La presión máxima de trabajo será  $10.5 \text{ kg/cm}^2$  o  $21.1 \text{ kg/cm}^2$ , según se trate de vapor saturado o de agua.
- b.2) Esfuerzo unitario de ruptura  $2800 \text{ kg/cm}^2$



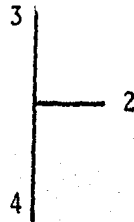
b.3) Límite elástico aparente  $2100 \text{ kg/cm}^2$

b.4) Alargamiento en 51 mm. mínimo, 5.0%

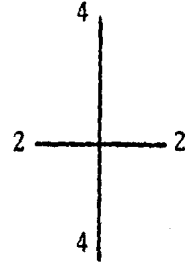
b.5) Nomenclatura. En el caso de las conexiones de reducción, éstas se identificarán nombrando primero, la rama más larga y de mayor diámetro, seguida de la rama opuesta y finalmente, la o las ramas laterales en orden decreciente, como se ilustra en la figura:



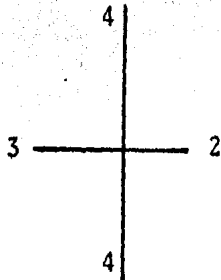
Te de 4 x 4 x 2



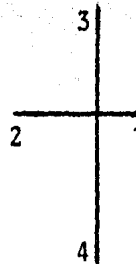
Te de 4 x 3 x 2



Cruz de 4 x 2 x 2



Cruz de 4 x 3 x 2



Cruz de 4 x 3 x 2 x 1

b.6) Espesor. El espesor de las paredes en cualquier punto, no deberán ser, menor del 90% especificado

b.7) Roscas. Deberán cumplir con lo especificado.

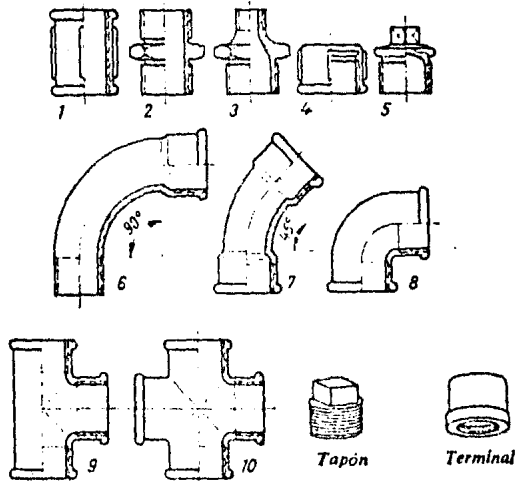
- b.8) Las conexiones que se fabriquen para una presión de trabajo de  $21.1 \text{ kg/cm}^2$ , deberán marcarse con el número 21.

## FABRICACION

- a) Tubería de acero.

- a,1) Los tubos con diámetro pequeño y espesores de pared delgados, pueden terminarse por el proceso de estirado en frío, los tubos tipo E pueden ser expansionados en frío o no.

### Accesorios Diversos



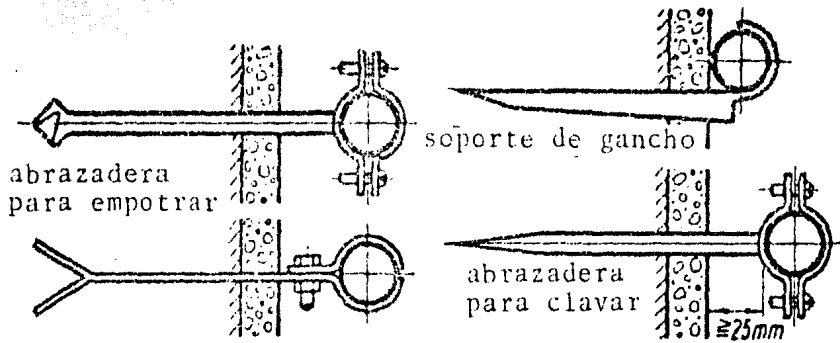
1. Manguito. 2 Machón doble. 3 Reducción macho 4. Tapón hembra, 5. Tapón macho 6, Curva de  $90^\circ$ , 7. Curva de  $45^\circ$ . 8. Codo de  $90^\circ$ , 9. Pieza T. (te) de  $90^\circ$ , 10, cruceta, 11. tapón, 12. terminal.

Características de las tuberías para instalaciones de agua.

Clase de tubería	Material y construcción	Uniones	Propiedades	Observaciones
Acero	Hasta 2" (5 cm) Ø, soldada a tope; mayores diámetros, sin costura	Roscadas	Básica	Sólo debe utilizarse cuando el agua no es corrosiva
Hierro forjado	Hasta 2" (5 cm) Ø, soldada a tope; mayores diámetros, sin costura	Roscadas	Más resistente a la corrosión que el acero	Se reconoce por una franja espiral roja
Latón rojo	85 % de cobre 15 % de zinc	Roscadas	Resistente a la corrosión	Voluminosas, por el grueso que han de tener para la rosca
Tubo de cobre tipo "K"	Sin costura, temple duro o blando	Manguitos soldados	Resistente a la corrosión y fácil de fabricar	Paredes más delgadas que el latón; fácil de montar y desmontar
Tubo de cobre Tipo "L"	Sin costura, de paredes más delgadas que el tipo "K", temple duro o blando	Manguitos soldados	Resistente a la corrosión y fácil de fabricar	Paredes más delgadas que el latón; fácil de montar y desmontar
Plástico *	Poliétileno, cloruro de polivinilo, etc.	Soldadura con cemento disolvente	Muy fácil de fabricar	No expuesto a la corrosión electrofónica
Aleaciones especiales	De cobre, níquel y zinc; de acero y cromo	Roscadas	Resistente a la corrosión	Aplicaciones especiales

Acero galvanizado	Acero recubierto de zinc	Roscadas	Bastante resistente a la corrosión	Apropiado para aguas algo ácidas
-------------------	--------------------------	----------	------------------------------------	----------------------------------

\* Limite superior de temperatura del agua: 82°C.



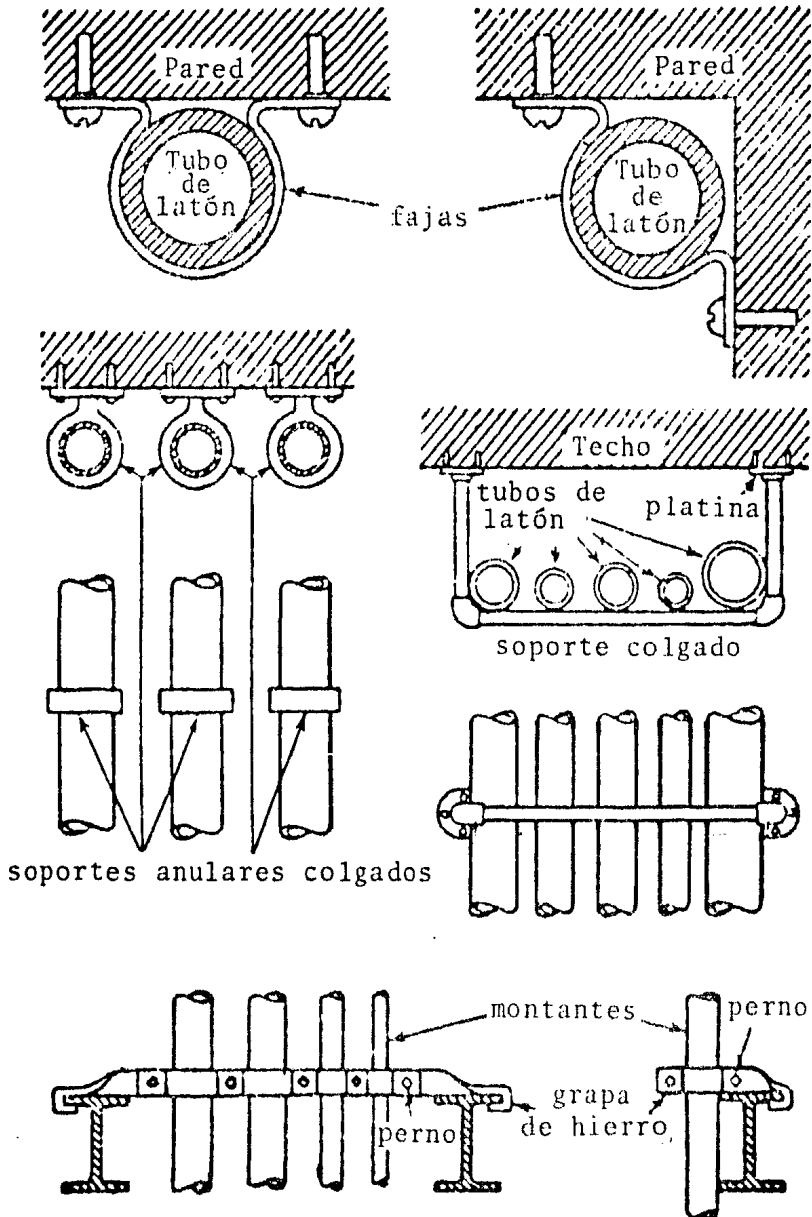
ACCESORIOS PARA LA FIJACION DE LAS TUBERIAS

Estos accesorios deben sostener firmemente las tuberías verticales y horizontales, permitiendo las dilataciones y contracciones y el ajuste de las pendientes. En la fig. , se han representado algunos sistemas de fijación.

Cuando la estructura de la casa es de madera los soportes de las tuberías se fijan directamente a las piezas de la armazón por medio de patillas o platinas. Cuando la estructura es de hierro se usan grapas de hierro sujetas a las piezas de la armazón. Para fábrica de ladrillo o de hormigón se empotran piezas de hierro maleable o se emplean hornos de anclaje.

La distancia entre sujetadores debe ser, en general, para tuberías horizontales, de 3 m para tubos de 3/4 de pulgada o más.- Para tubos de 1/2 pulgada o menos debería ser de 1.80 m a --

2.40 m. En las tuberías verticales debe ponerse un sujetador - en cada piso cuando los tubos son de una pulgada o menores y puede ponerse un sujetador cada dos pisos, si los tubos son mayores. En los tubos de cobre los sujetadores deben colocarse a distancias más pequeñas.



## COLADERAS

- A). De cuerpo de fierro fundido: Excelentes
- B). De cuerpo de plomo: Buenas dependiendo de la calidad de su conexión a la tubería.

## JUNTAS

- A). Fierro Fundido (Juntas de macho y campana)
- A-1. Estopa alquitranada y trenzada y plomo de lingote - (excelente)
- A-2. Asbesto cemento (bueno)
- A-3. Compuestos a base de azufre y aditivos (regular) no debe usarse cuando en la campana se inserta tubería de cobre.
- A-4. Anillos planos de hule o neopreno (bueno)
- A-5. Cemento no debe usarse
- B). Fierro galvanizado y negro
- B-1. Azarcón y aceite de linaza (excelente)
- B-2. Litargiro y glicerina (excelente en agua caliente)
- B-3. Compuestos patentados (buenos)
- C). Cobre
- C-1. Soldadura de estaño y plomo 50 x 50 (excelentes en agua fría).

- C-2. Soldadura de estaño y plomo 95 x 5 (propia para -  
agua caliente)
- C-3. Soldadura de planta (excelente y propia para vapor)
- D). P. V. C.
  - D-1. Cementos especiales (excelente)
  - D-2. Enchufes patentados (excelente para desagues) re -  
quiere atraques en agua a presión.
- E). Asbesto cemento
  - E-1. Anillos de hule o neopreno (excelente) requieren -  
atraques en agua a presión.
  - E-2. Juntas Gibault (excelente) requieren atraques en -  
agua a presión.

### III. 2 VALVULAS Y GRIFOS

Se emplean válvulas de compuerta, de plato, de retención y de ángulo, según las necesidades de las distribuciones de agua. - Las válvulas de hasta 1 1/2 pulgadas de diámetro deben ser de bronce, y las de 2 pulgadas en adelante deben tener el cuerpo de hierro y los discos y asientos de la válvula de bronce. 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, canillas o espitas sirven para dar salida a la misma.

1) VALVULAS DE COMPUERTA. Consisten en una compuerta en forma de cuña que se mueve por medio de un tornillo y que al bajar -



se introduce entre dos anillos de latón que rodean el tubo de paso y proporcionan un doble asiento a la compuerta. La entrada y la salida de agua se encuentran una enfrente de otra sobre un mismo eje con lo que la resistencia al paso del agua es mínima. Este tipo de válvula se emplea cuando se desea mantenerla completamente abierta o completamente cerrada, es decir, cuando se deja circular el agua con la máxima libertad o se la cierra enteramente. Cualquier extremo puede servir como entrada (fig. 2. a)

2) VALVULAS DE PLATO. Se manejan por medio de volante y tornillo que hacen descender un disco hasta que oprime fuertemente un asiento metálico. Cuando la válvula está abierta, la corriente de agua está obligada a sufrir una desviación que reduce el caudal y causa a veces una acumulación de sedimentos. Habitualmente el disco está provisto de una empaquetadora blanda que se cambia fácilmente cuando está usada. Este tipo de válvula se emplea para graduar por estrangulamiento el caudal suministrado. El extremo de entrada debe ser el correspondiente al plato. (fig. 2. b).

3) VALVULAS DE RETENCION. Estas válvulas se emplean cuando se desea que el agua que circula por una cañería lo haga siempre en la misma dirección y hay posibilidad de que se invierta el sentido de dicha circulación.

a) La válvula de cierre vertical consiste en un disco li-

bre que cierra por gravedad cuando se igualan las presiones sobre sus dos caras. Cuando predomina la presión sobre la cara de entrada, la corriente levanta el disco y abre la válvula, pero cuando predomina la que actúa sobre la cara opuesta, el empuje del agua fuerza el disco a descender sobre su asiento y la válvula se cierra. El caudal de agua queda reducido por este tipo de válvula de retención (fig. 3. a).

b) La válvula de retención de disco oscilante tiene un plato con charnela que se levanta fácilmente por la presión del agua que le empuja por un lado y que se cierra fuertemente cuando el agua circula en sentido opuesto. Este tipo de válvula se parece a la válvula de compuerta en que no reduce el caudal de la corriente. (fig. 3. b.).

c) Las válvulas de ángulo cambian la dirección de la corriente de agua al mismo tiempo que sirven para graduarla (fig. 3. c.).

4) GRIFOS DE MACHO. Contienen una pieza troncocónica perforada perpendicularmente al eje y que se ajusta a un asiento de metal. El grifo o canilla está abierto cuando la perforación de la pieza móvil se alinea con el eje del tubo y se cierra rápidamente al dar vuelta a la llave porque la perforación se pone en dirección transversal con relación a la de circulación

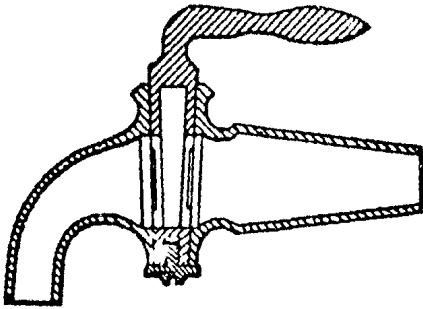
del agua. Los grifos intercalados en un tubo o llaves de paso se manejan del mismo modo (Fig. 4. a).

5) GRIFOS DE PLATO. Estos actúan por presión de una zapati--lla sobre un asiento de metal de manera muy similar a la que se vio para la válvula de plato. Se cierran contra la corriente del agua y pueden utilizarse en tuberías de alta presión -- sin temor a golpes de ariete. (fig. 4. b.).

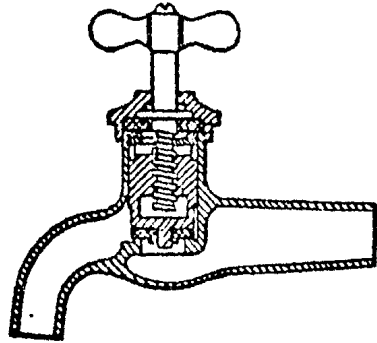
6) GRIFOS DE CIERRE AUTOMATICO. Están dispuestos para dar -- paso al agua mientras se mantienen abiertos con la mano y se cierran por medio de un resorte instalado en su interior tan pronto como la presión de la mano deja de actuar. Son generalmente del tipo de presión y permiten una apreciable economía en el consumo de agua cuando se emplean en las grandes salas de aseo de las instituciones, comercio o casas de oficinas. Es ta clase de grifos no es recomendable, sin embargo, para residencias ni en los cuartos de baño privados de hoteles o viviendas.

7) REGULADORES DE PRESION. Se llaman así los aparatos que limitan la presión del agua de una canalización a determinado valor fijado de antemano, cualquiera sea la presión del agua en la red de suministro. Su acción depende de las superficies relativas de abertura de las válvulas, relación que puede modificarse graduando la presión de los resortes que actúan sobre -- las mismas. Los reguladores de presión se utilizan para reducir

el esfuerzo que soportan las canalizaciones interiores de un edificio cuando la presión en la red pública de distribución es demasiado elevada, y para rebajar la presión sobre los ramales correspondientes a los pisos bajos de los edificios que se alimentan por tanques situados en la azotea.

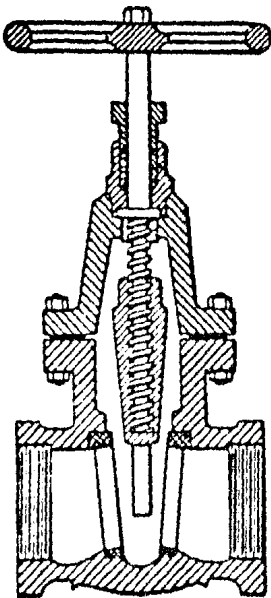


a) Grifo de Macho.

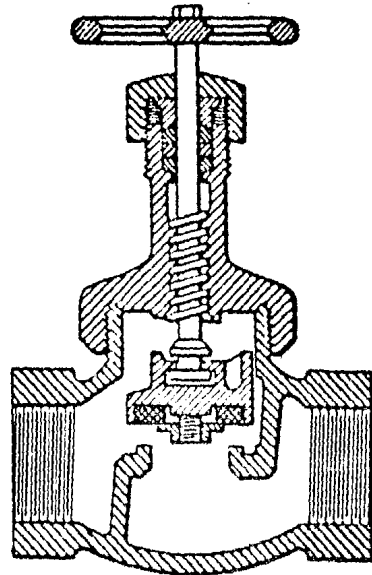


b) Grifo de plato.

Fig. 1 Grifos de Macho y de plato.

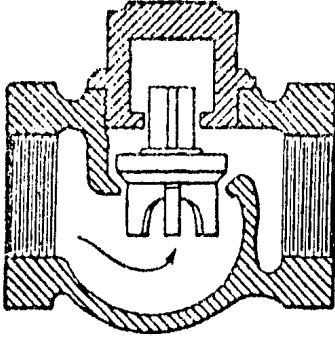


a) Válvula de compuerta

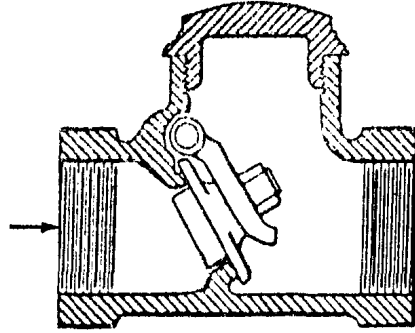


b) Válvula de plato

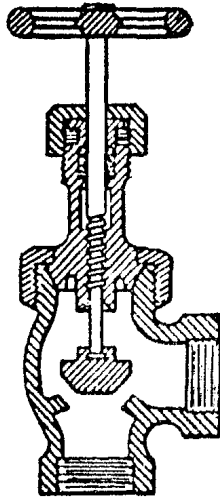
Fig. 2. Válvula de compuerta y de plato



a) Válvula de retención de cierre vertical



b) Válvula de retención de disco oscilante



c) Válvula de ángulo

Fig. 3. Válvula de retención y de ángulo

## UTILIDAD DE LAS VALVULAS

- A). Compuerta: Excelente para agua fría o caliente.
- B). Globo: Buenos para graduar flujo de agua fría y caliente (en general el vástago debe ir horizontalmente para evitar tapones de aire).  
Excelente para vapor; con el vástago horizontal para permitir el paso del condensado.
- C). Retención Check
- C.1). Verticales: Buenas para flujo hacia arriba.
- C.2). Horizontales: Buenas para flujo horizontal.  
(fuerte caída de presión).
- C.3). Columpio: Excelente en flujo horizontal.  
y en flujo hacia arriba.
- C.4). Cierre amortiguado: Excelente en todos sentidos y protectora de golpe de ariete.

#### IV. MUEBLES SANITARIOS Y SU COLOCACION

Los muebles sanitarios deben ser: de materiales no absorbentes, higiénicos, facilmente lavables y agradables. Los materiales comunmente utilizados son: porcelana opaca o vitrificada, loza, fundición esmaltada y acero inoxidable; aunque existen otros: plásticos, aluminio, cobre, bronce...

Los muebles que normalmente se encuentran en un edificio, son: excusados, lavabos, lavaderos, fregaderos, duchas, tinas, bidets y mingitorios. Cada uno de ellos puede tener diferente tipo y funcionamiento; por ejemplo.

Hay excusados de caída normal.

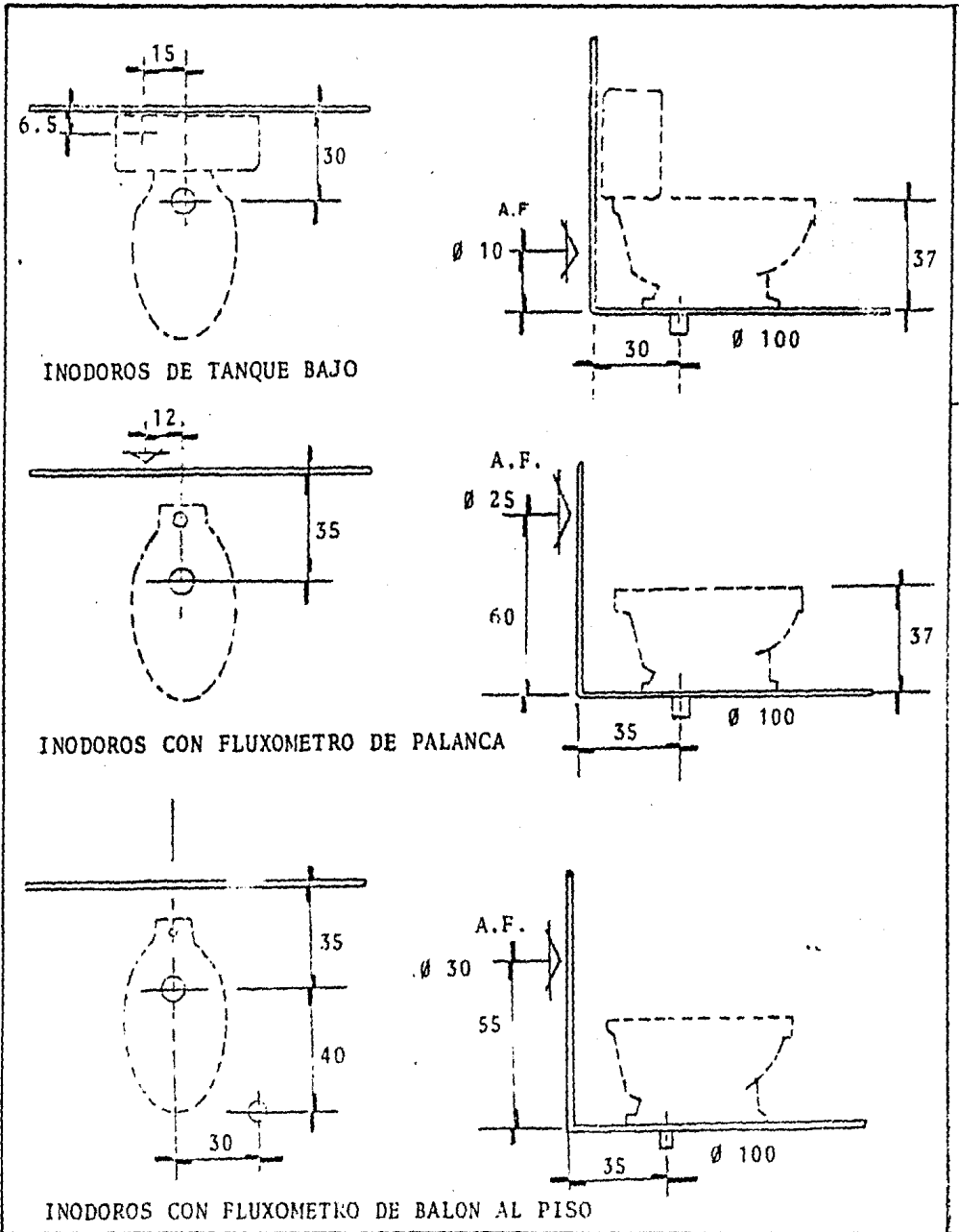
Hay excusados de caída normal con taza suspendida.

Hay excusados de caída normal con heces visibles.

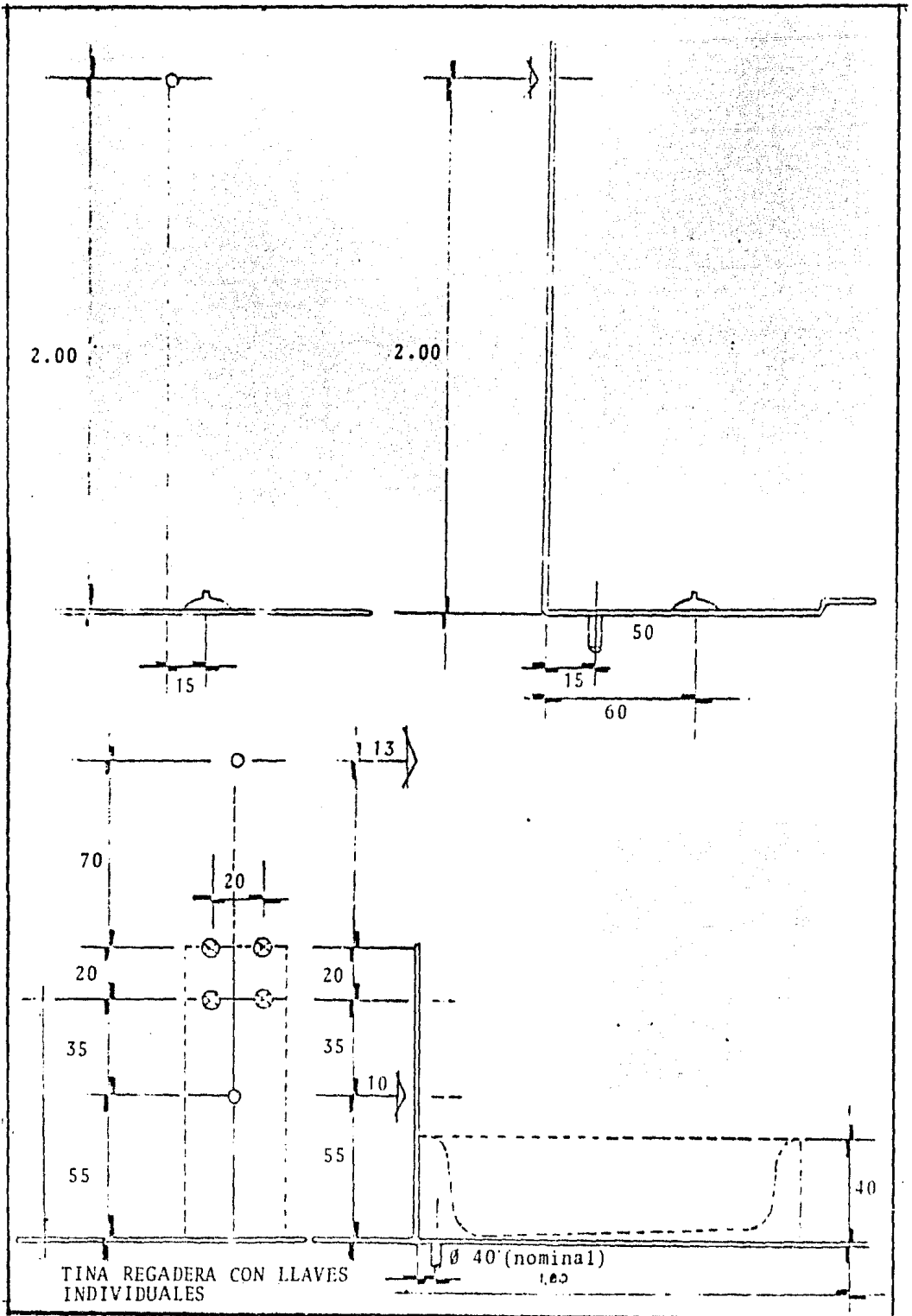
Hay excusados de aspiración o sifónicos, etc.

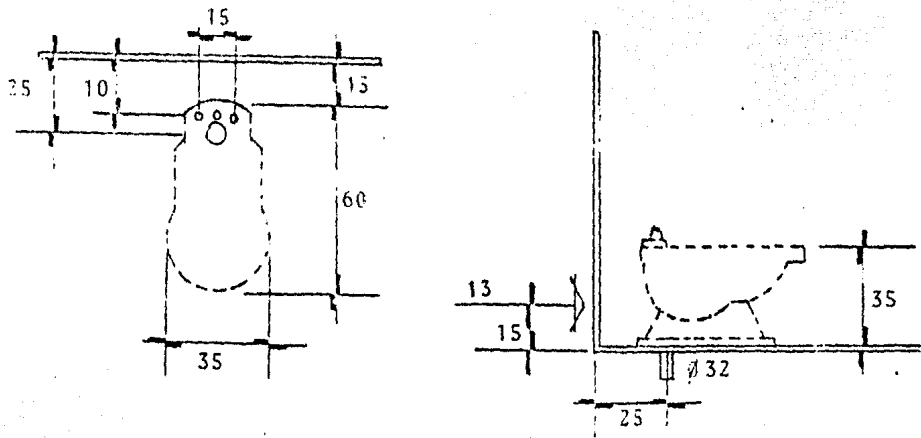
La colocación de cada mueble se hará con todo cuidado, para tener la seguridad de permanencia del agua en los grifos, válvulas y en el mueble en sí, y así garantizar su funcionamiento correcto.

GUIA MECANICA DE ALIMENTACION Y DESAGUE DE MUEBLES SANITARIOS.

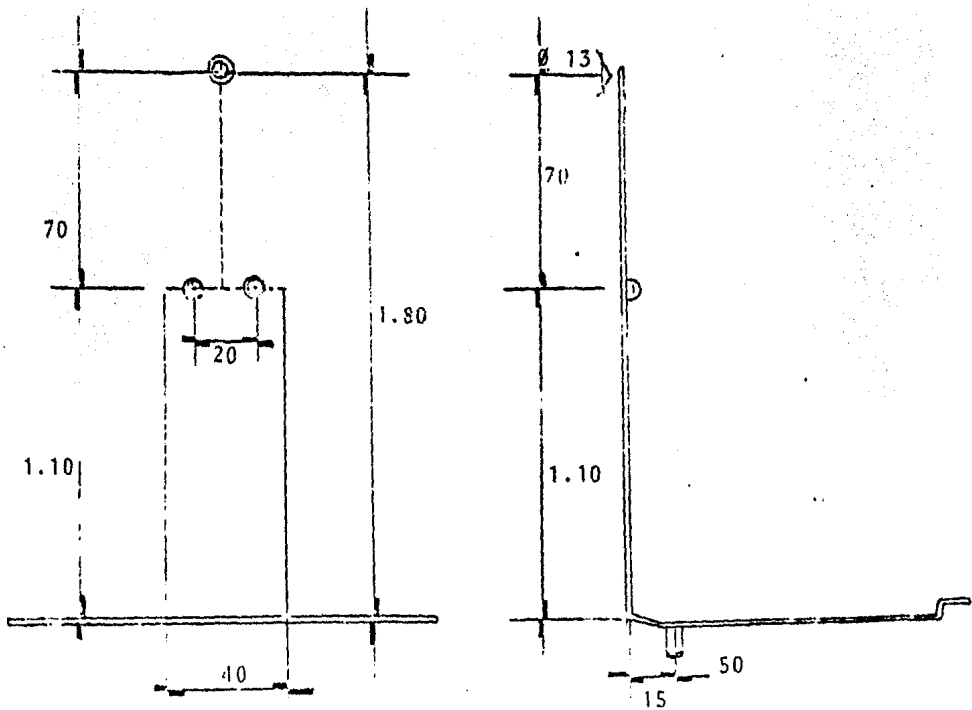




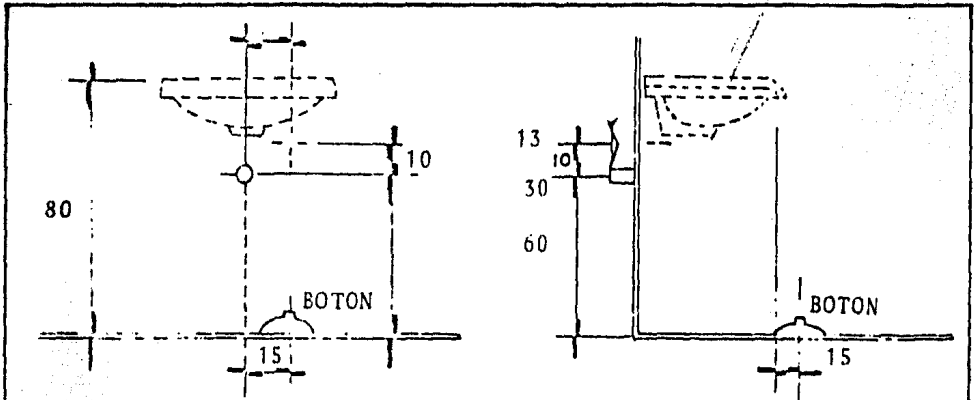




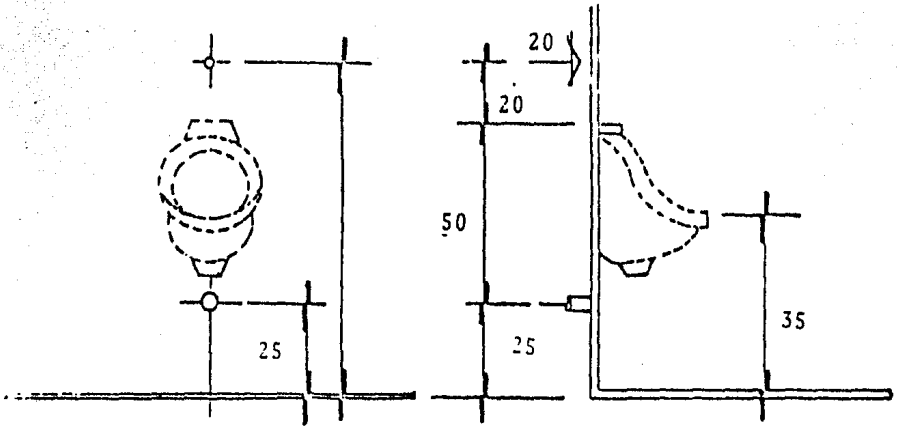
BIDET CON LLAVE MEZCLADORA



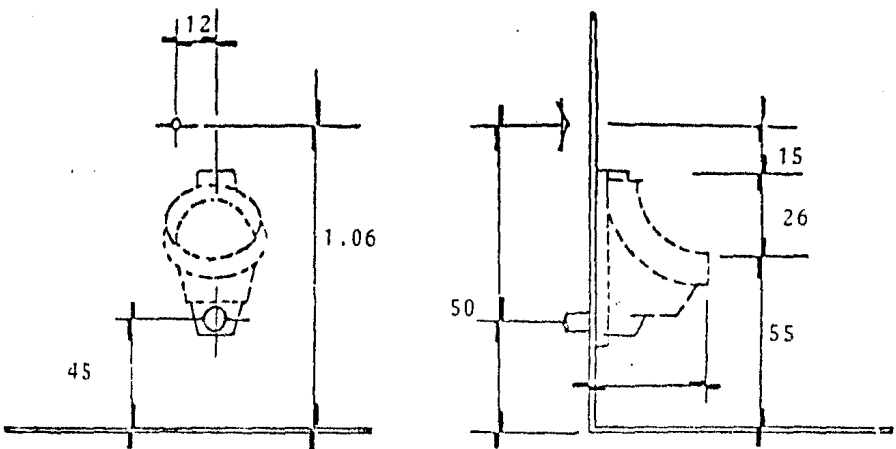
REGADERA CON LLAVES INDIVIDUALES



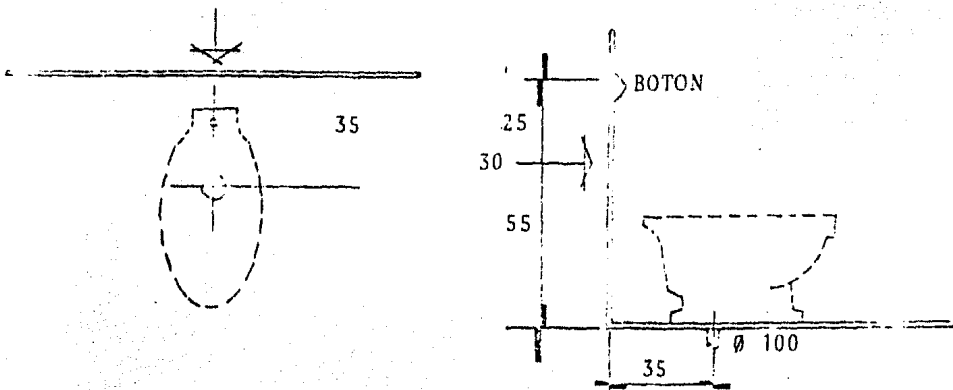
LAVABOS CON VALVULA DE BOTON EN EL PISO



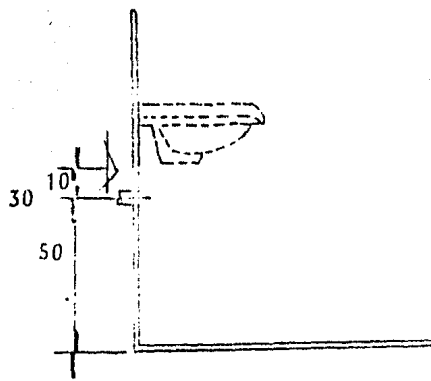
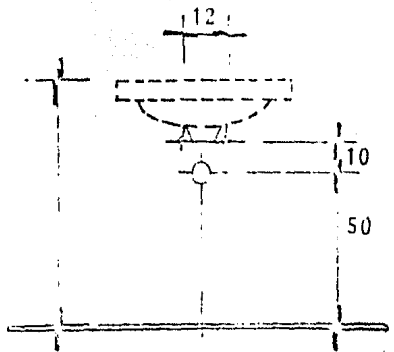
MINGITORIOS CON LLAVE DE RESORTE, SIFON EXTERIOR



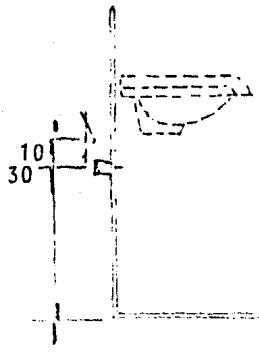
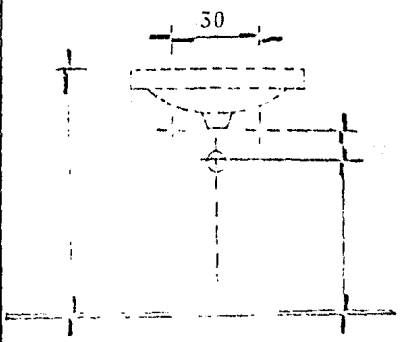
MINGITORIOS CON FLUXOMETRO DE PALANCA (ENTRADA SUPERIOR) SIFON EXTERIOR



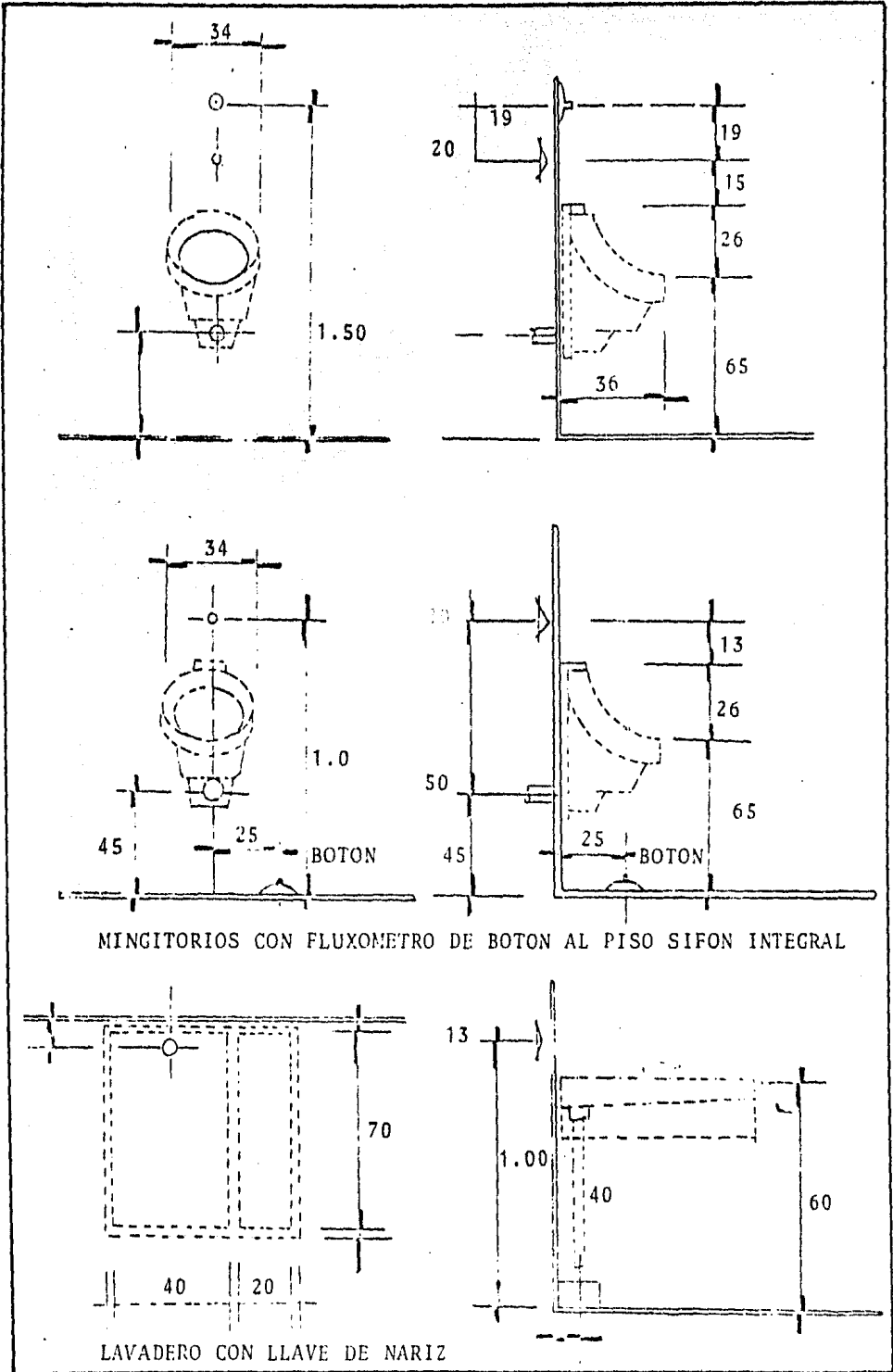
INODOROS DE FLUXOMETRO DE BOTON EN LA PARED (ENTRADA SUPERIOR)



LAVABO DE PARED, TALADRO A 12 CM. (INDIVIDUALES O MEZCLADORA)



LAVABO DE PARED, TALADRO A 30 CM. (MEZCLADORA)



MINGITORIOS CON FLUXOMETRO DE BOTON AL PISO SIFON INTEGRAL

LAVADERO CON LLAVE DE NARIZ

## V. PROBLEMAS DE APLICACION.

### EJEMPLO DE CALCULO, CON EL SISTEMA DIRECTO.

Sea un edificio de 5 niveles, con dos departamentos en cada uno de los 4 superiores y uno en la planta baja; con baños completos, cuyos WC funcionan con válvulas de descarga y las cocinas con una combinación lavadero - fregadero. El grifo más alto está a 14 m. sobre el nivel del tubo distribuidor principal y la presión en la red municipal es de  $4 \text{ Kg/cm}^2$ . Calcular el diámetro de la columna de suministro (Montante).

SOLUCION (en seis pasos):

#### 1. CONSUMO DEL EDIFICIO.

De la tabla 1 obtenemos:

+ por cada baño completo, 8 U.C.; como son  $9 \times 8 = 72 \text{ u.c.}$

+ por cada combin. Lav. - freg. 3 u. c. son  $9 \times 3 = 27 \text{ u.c.}$

Total: 99 u.c.

#### 2. MAXIMO CONSUMO SIMULTANEO.

En las gráficas 1 y 2, 6 de la tabal 4 entrando con las 99 u.c. resultan 260 l/minuto.

### 3. CONTADOR (o medidor).

La tabla 3, para 260 l/min. (cuarto renglón) nos da un contador de 1 1/2" (se elige el menor).

La gráfica 3 nos da la pérdida de presión: 0.90 Kg/cm<sup>2</sup> que ocasiona este contador.

### 4. PRESION EN EL GRIFO MAS ALTO.

Se obtiene analizando las presiones que se tenía y las pérdidas como sigue:

RECODATORIO: 1 Kg/cm<sup>2</sup>  $\approx$  10 m.c.a.  $\approx$  1 atmosfera

+ presión en la red municipal	+ 4.00 Kg/cm <sup>2</sup>
- pérdida por altura a vencer (0.10 x 14 m).	- 1.40 "
- pérdida por contador	- 0.90 "
- suponiendo la presión de trabajo del grifo	- 0.95 "
- lo restante es para vencer la fricción en el montante, y el ramal del grifo.	<hr/> 0.75 Kg/cm <sup>2</sup>

Los dos últimos conceptos del cuadro anterior, pueden intercambiarse; o sea, podemos SUPONER el valor de la pérdida por fricción (como guía se propone en un 20% de la presión en la red), y lo que reste será para que funcione el grifo (también como guía debe observarse que sea aproximado a 1 Kg/cm<sup>2</sup>, que es la

mayor presión que pueden requerir los artefactos sanitarios).

## 5. ELECCION DEL TUBO

Utilizando la gráfica 4, que nos dan las pérdidas por fricción por cada 100 m de tubo, según el diámetro, el Gasto y la clase de material: se sabe con qué presión se cuenta para vencer la fricción (0.75 en este ejemplo) y la longitud del montante (14 m, en este ejemplo); pero nos falta conocer la longitud del ramal hasta el grifo y las pérdidas menores (por válvulas, codos, etc...) que pudieran haber (las cuales estarán expresadas en longitudes equivalentes) y que es lo que en este caso se SUPONE (consideremos unos 30 m en este ejemplo), con lo que se tiene una longitud total de 44 m., debiendo determinarse la pérdida para 100 m (para poder utilizar la grafica), lo cual es muy simple, pues basta plantear la siguiente proporción --

$$\frac{0.75}{44} = \frac{X}{100}, \text{ por lo tanto; } X = \frac{75}{44} = 1.7 \text{ Kg/cm}^2;$$

con lo cual y el gasto de 260 entramos a la gráfica 4, y se obtiene el diámetro: de 2", (siempre se toma el mayor valor).

## 6. DIAMETRO DE LOS RAMALES.

Se siguen los mismos pasos anteriores (1 a 5); desde luego, ya sin considerar las pérdidas que ya no afecten (como por contador, montante, etc...) y si ese ramal surte a dos baños del mismo piso, pues habrá que duplicar el número de u.c.; así, en este caso se tomarán 22 u.c., que dan un consumo máxi



mo probable de 135 l/min.; y para la longitud del ramal, como no se cuenta con planos, seguimos considerando los 30 m. supuestos en el inciso (5) anterior, y con los 0.75 de pérdidas, resultan  $2.50 \text{ Kg/cm}^2$  de pérdidas para 100 m. de tubo; con lo que entrando a la gráfica 4, obtenemos un diámetro de 1 1/2".

#### DIAMETROS COMERCIALES

1/4" = 6 mm.	1 1/4" = 32 mm.	4" = 100 mm.
3/8" = 10 "	1 1/2" = 38 "	6" = 150 "
1/2" = 13 "	2" = 50 "	8" = 200 "
3/4" = 19 "	2 1/2" = 64 "	10" = 250 "
1" = 25 "	3" = 76 "	

## EJEMPLO DE CALCULO CON EL SISTEMA POR GRAVEDAD.

Sea un edificio de 6 pisos, con dos departamentos, en cada piso, que constan de un baño completo, cocina y lavaderos; la altura entre los pisos es de 3.35 m y el tinaco se encuentra a 8.25 m. más alto que el grifo más elevado. Considérese la longitud del tubo del tinaco a la 6a. planta de 13.70 (incluidos los 8.25 y las longitudes equivalentes) y en los siguientes de 5.00 m (3.35 + 1.65 de longs. equivs.).

Determinar el diámetro de la bajante.

Solución:

1. Determinación de la capacidad y la altura de colocación -- del tinaco.

Como cada departamento debe tener su servicio, en este -- ejemplo, consideramos que cada departamento cuenta con dos recámaras; luego, se instalará un tinaco para cada departamento.

$$\begin{aligned}\text{Cap. Tinaco} &= (\text{No. personas}) (\text{dotación}) = 2(\text{No. Rec.}) + 1 \\ &= (100) = \text{del Art. 41. IS. Art. 54. IS.} \\ &= (2 \times 2 + 1) (100 \text{ l/h/d}) = 5 \times 100 = 500 \text{ l/día.}\end{aligned}$$

En cuanto al nivel del agua dentro del tinaco, respecto al grifo más alto, se recomienda que pase de 6.50 m; en este-

caso ya se dió 8.25 m en el enunciado.

2. Consumo por artefacto. Se decidió utilizar artefactos de baja presión en los dos pisos superiores y de alta presión en los cuatro siguientes, como se recomendó: por lo tanto, de la Tabla 2 (para servicio particular):

Para el 6o. y 5o. pisos:

Baño completo, con WC de tanque:	6 u.c. x 2 =	12 u.c.
Fregadero de la cocina.....:	2 u.c. x 2 =	4 u.c.
Lavadero de grifo.....:	3 u.c. x 2 =	<u>6 u.c.</u>
Total por Piso:		22 u.c.

Para los 4 pisos inferiores:

Baño completo, con WC de válv. :	8 u.c. x 2 =	16 u.c.
Fregadero de la cocina.....:	2 u.c. x 2 =	4 u.c.
Lavadero de grifo .....	3 u.c. x 2 =	<u>6 u.c.</u>
Total por Piso:		26 u.c.

Consumo Total en el Edificio: 2 (22) + 4 (26) = 148 u.c.

3. Presiones. Presión que haga funcionar al artefacto que - más requiere y una cantidad adicional para asegurar ese - buen funcionamiento y  $0.15 \text{ Kg/cm}^2$  por pérdidas desconocidas; de la Tabla 2:

Para los 2 pisos superiores:  $0.50 + 0.15 = 0.65$

Para los 4 pisos siguientes:  $1.00 + 0.15 = 1.15$

Para claridad, se acostumbra concentrar los datos en la --  
tabla siguiente:

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
Piso	ALTURAS (m)		UNIDADES DE CONSUMO		MAXIMO CONSUMO PROBABLE 1/min.	PRESIONES			LONGITUDES		PERDIDAS POR FRICCION EN 100 m. = $100 \times (\text{Perd.} \times \text{friccion}) / \text{Longitud Total.}$	DIAMETRO (Pulg.)	PRESION EFECTIVA en el BAJANTE												
	6o	3.35	Por Piso	Total (de U.C.)		Disponible = $(0.10) h - \text{Definitiva.}$	Requerida (por grifo)	Para Fricción = $\text{Disponibile} - \text{Requerida.}$	REAL	TOTAL = $\text{Real} - \text{Equiv.} \approx (1.5) \text{Real. (m)}$															
A	6o	3.35	22	148	300	$0.1 \times 8.25 + 0 = 0.825 + 0 = 0.825$	0.65	$0.825 - 0.65 = 0.175$	9.15	13.70	$\frac{100 \times 0.175}{13.70} = 1.27$	2. 1/2"	0.65												
B	5o	3.35	22	126	280	$0.335 + 0.65 = 0.985$	0.65	$0.985 - 0.65 = 0.335$ $0.985 - 0.885 = 0.10$	3.35	5.00	$\frac{33.5}{5} = 6.7; \frac{10.0}{5} = 2$	1 1/2" 2"	0.65 0.885												
C	4o	3.35	26	104	260	$0.335 + 0.65 = 0.985$ $0.335 + 0.885 = 1.22$	1.15	$0.985 - 1.15 = 0.165$ $1.22 - 1.15 = 0.07$	3.35	5.00	$\frac{7}{5} = 1.4$	2"	1.15												
D	3o	3.35	26	78	230	$0.335 + 1.15 = 1.485$	1.15	$1.485 - 1.15 = 0.335$	3.35	5.00	$\frac{33.5}{5} = 6.7$	1 1/2"	1.15												
E	2o	3.35	26	52	195	$0.335 + 1.15 = 1.485$	1.15	$1.485 - 1.15 = 0.335$	3.35	5.00	$\frac{33.5}{5} = 6.7$	1 1/2"	1.15												
F	1o	3.35	26	26	160	$0.335 + 1.15 = 1.485$	1.15	$1.485 - 1.15 = 0.335$	3.35	5.00	$\frac{33.5}{5} = 6.7$	1 1/2"	1.15												

## A C L A R A C I O N E S:

- COL. 1. Simple denominación de cada renglón.
2. Alturas, de pisos, dadas en el enunciado del problema.
  3. Unidades de Consumo; obtenidas en el inciso 2 de la -- solución.
  4. Suma de las u.c., de abajo hacia arriba.
  5. Datos obtenidos en la curva "A" de la gráfica 2.
  6. Sabemos que  $10 \text{ m.c.a.} \approx 1 \text{ Kg/cm}^2$ , ó  $1 \text{ m.c.a.} \approx 0.10 \text{ Kg/cm}^2$ , por lo que, para obtener la presión disponible, basta hacer  $(0.10) \times \text{Altura}$ ; pero, como arriba de este tramo de la bajante se tiene una columna de agua que ayuda a dar presión, debemos tomarla en cuenta, por lo que se suma (de la col. 13), para tener la presión disponible. El renglón C se aclarará al explicar la columna 8 - C.
  7. Datos del inciso 3 de la Solución.
  8. La presión sobrante, de la que se dispone, servirá para vencer la fricción (en la bajante y ramales) y las pérdidas menores; su valor se obtiene, como se indica en el encabezado de la columna.

### REGLON C y B.

En C-6 al usar el 0.65 de B-13, resulta 0.985, lo que es insuficiente hasta para la presión requerida de -

1.15 y como además debe haber por lo menos de 0.05 a 0.07 para la fricción, HACEMOS:  $1.15 + 0.07 = 1.22$ , - que llevado a C-6 da 0.885, que es lo que debemos tener en B-13; entonces, regresando al renglón B, en col. 8, tendremos  $0.985 - 0.885 = 0.10$ , lo que en B-11 da 2 para los 100 m. y con los 280 l/min de B-5 (en la gráfica 4 resulta un diámetro de 2", mayor que el obtenido ya que se desea que exista menos fricción: de 6.7 bajó a 2), pero ya disponemos de 0.885 como presión definitiva, lo que llevado al renglón C, en col. 8, da 0.07, etc...

- COL. 9. Son datos del enunciado; excepto el renglón A, en que a los 8.25 m se le sumaron 0.90 m. del tinaco a la bajante.
10. Como sabemos, a la longitud real hay que adicionarle longitudes equivalentes, por las pérdidas menores; -- como no se cuenta con planos (arquitectonicos e isométricos) y como guía se supone un 50% más, o sea,  $(1.5) \times \text{Long. Real}$ .
  11. Ya tratado en el suministro directo.
  12. Datos obtenidos en la gráfica 4 (visto).
  13. Son las presiones mínimas que se buscó tener para que funcionen los artefactos (con los diámetros obtenidos) y que podemos asegurar que se tiene en la bajante.

El Manual de Normas del D.D.F. proporciona una forma rápida, - aproximada, para determinar diámetros en edificios de UNA a -

a TRES PLANTAS, mediante una Tabla, formulada para obtener una velocidad máxima de 3 m/seg; con una pérdida de presión de 2.5 Kg/cm<sup>2</sup> por cada 30 m de tubo. TABLA 6.

Dicho Manual, también establece la siguiente fórmula para calcular diámetros de tuberías de Cobre y un nomograma para resolverla:

$$Q = 0.751 d^{2.5} (P/L)^{0.5}$$



## T I N A C O S

EJEMPLO No. 1 Para el cálculo de Capacidad de Tinacos.

Calcular la capacidad de un tinaco para una casa que cuenta con 3 recámaras, en cuyo servicio se ha asignado una dotación de 150 litros por persona y por día.

SOLUCION:

$$\text{Personas} = 3 \times 2 + 1 = 7$$

$$\text{Total litros} = 7 \times 150 = 1050 \text{ litros}$$

El tinaco debe ser de 1100 litros

## C I S T E R N A S

EJEMPLO No. 1 DISEÑO DE CISTERNAS

Diseñar una cisterna para el abastecimiento de agua fría a un edificio de departamentos, que consta de 10 departamentos de 3 recámaras cada uno, considerando una dotación de 150 litros por persona y por día, y una reserva de 100 litros por persona.

SOLUCION:

No. de departamentos = 10

Recámaras por departamento = 3

No. de personas por departamento =  $3 \times 2 + 1 = 7$

Total de personas =  $7 \times 10 = 70$

Dotación asignada = 150 litros por persona por día

Reserva = 100 litros por persona

Total por persona = 250 litros

Volumen de agua por almacenar

$V = 250 \times 70 = 17,500$  litros =  $17.5 \text{ m}^3$

Con los datos obtenidos, se procede a diseñar la cisterna aplicando el criterio en cuanto a la altura total interior de la cisterna  $H$  y a que  $h$  (altura al nivel libre del agua) debe ser  $3/4$  de  $H$ ; o bien, se calcula el volumen total, dejando una altura libre entre el nivel libre del líquido y la parte baja de la losa entre 40 y 50 cm., para no ahogar los dispositivos de control.

## B O M B A S

### EJEMPLO No. 1. DETERMINACION DE VELOCIDAD ESPECIFICA

Determinar la Velocidad Específica de una bomba de 700 Gal/minuto, de capacidad calibrada = 1450 RPM. Si esta bomba se opera a 1200 RPM, ¿qué gasto y qué carga se tendría y qué potencia se requeriría?.

SOLUCION:

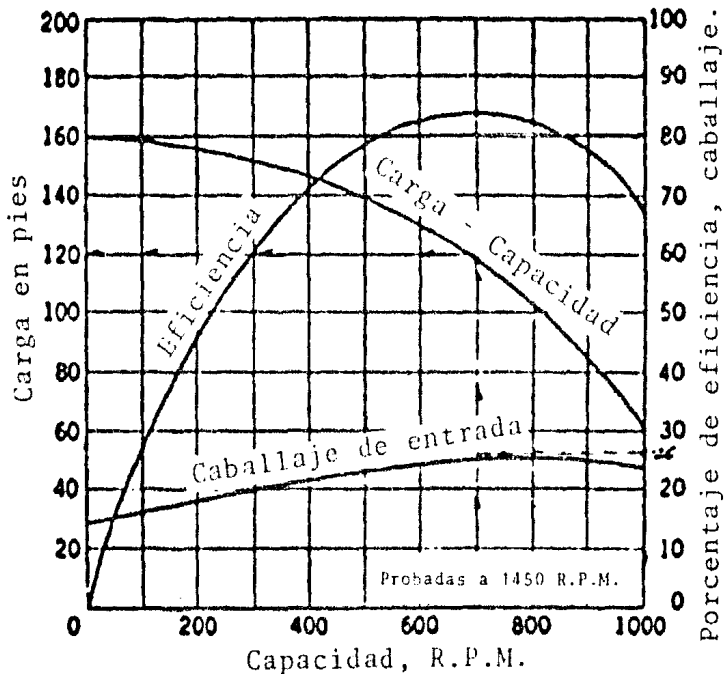
Entrando a las curvas de la figura adjunta, con los 700 gpm., obtenemos: una carga (h) de 120 ft. y un caballaje de 26 HP. - Sustituyendo en las ecuaciones 5, 6, 7 y 8, resulta:

$$V_E = \frac{1450 \times 700^{1/2}}{120^{3/4}} = 1060 \text{ RPM.}$$

$$Q = \frac{1200}{1450} \times 700 = 580 \text{ Gal/minuto.}$$

$$h = \left(\frac{1200}{1450}\right)^2 \times 120 = 82.7 \text{ ft.}$$

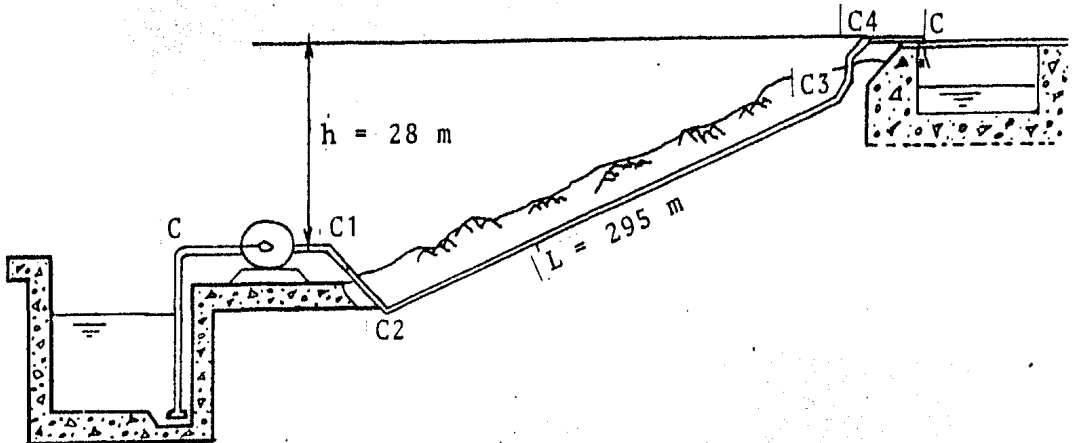
$$P = \left(\frac{1200}{1450}\right)^3 \times 26 = 14.8 \text{ HP.}$$



## B O M B A S

### EJEMPLO NO. 2. DETERMINACION DE LA POTENCIA DE UNA BOMBA

Obtener la potencia de la bomba, para elevar un gasto de 10 l/seg. a una altura vertical de 28 m. (Ver Fig.), donde se tienen 4 codos de 45°, 2 codos de 90° y 2 válvulas de compuerta.



SOLUCION:

Aplicando (13): Pot. =  $\frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{75 \cdot R}$ , en CV.

Sustituyendo datos; o deduciendo valores de las literales:

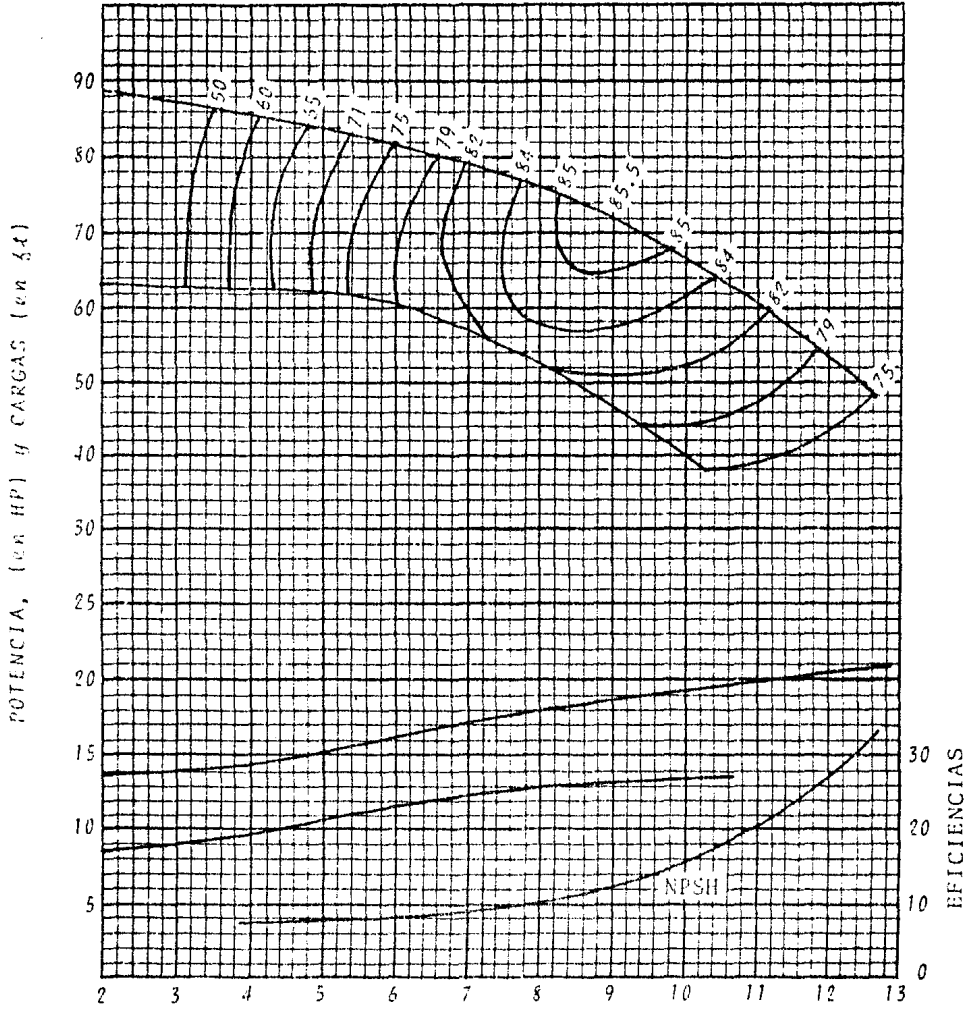
a).  $Q = 10 \text{ l/seg.} = 0.010 \text{ m}^3/\text{seg.}$

b).  $H = h + h_f = 28 + h_f$ , aplicando (15):

$$h_f = (0.03) \left(\frac{L}{D}\right) \times \left(\frac{v^2}{19.62}\right)$$

(60 ciclos)

12M-90  
1760 RPM



Q = CAPACIDAD en 100 galones por minuto

pero,  $L = 295 + (\text{longs. equivalentes})$

Las longitudes equivalentes, de la Tabla No.5. son las que se indican:

$$4 \times 1.50 \text{ m.} = 6.00 \text{ m.}$$

$$2 \times 3.30 \text{ m.} = 6.60 \text{ m.}$$

$$2 \times 0.60 \text{ m.} = \frac{1.20 \text{ m.}}{13.80 \text{ m.}}$$

Por lo tanto, la  $L = 295 + 13.80 = 308.80 \text{ m}$ , sustituyendo: de

$$(15) \dots h_f = (0.03) \left( \frac{308.80}{D} \right) \left( \frac{V^2}{19.62} \right)$$

Para conocer  $D$  y  $V$  aplicamos la fórmula del Gasto:  $Q = A.V$ , -- como se desconocen  $A$  y  $V$ , suponemos una de ellas y obtenemos la otra; sea  $V = 2 \text{ m/seg.}$  (es un valor común: de 2 a 3 m/seg, -  $\approx 7.11 \text{ km/h}$ ) sustituyendo:

$$Q = A.2, \quad 0.010 = 2 \left( \frac{\pi D^2}{4} \right); \quad 0.010 = 2 \times 0.785 D^2;$$

$D = 0.0798 \text{ m.}$ , no se fabrica, elejimos el diámetro comercial superior que es de  $0.10 \text{ m}$ . luego,

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.010}{0.785 \times 0.10^2} = 1.27 \text{ m/seg.}$$

$$\text{Por lo tanto: } h_f = (0.03) \left( \frac{308.80}{0.10} \right) \left( \frac{1.27^2}{19.60} \right) = 7.62 \text{ m};$$

Sustituyendo en (b):  $H = 28 + 7.62 = 35.62$ ; sustituyendo en (13).

$$\text{Pot.} = \frac{1000 \times 0.010 \times 35.62}{75 R} ; \text{ en general, el valor}$$

de la eficiencia del equipo, considera la eficiencia de la bomba ligada a la eficiencia del motor; o sea,  $R = r_b \cdot r_m$ ; valores que podemos suponer de 0.85 para ambos, en este caso; luego,  $R = (0.85) (0.85) = 0.723$ .

Entonces:

$$\text{Pot.} = \frac{356.20}{75 \times 0.723} = \underline{\underline{6.6 \text{ C.V.}}} \text{ Que es el resultado final.}$$

## CONCLUSIONES

Estos datos prácticos están expuestos en forma sencilla, tomando en consideración que han sido formulados para personas que empiezan a compenetrarse en el conocimiento de las instalaciones hidráulicas, desde cómo se proyectan, construyen y como funcionan. Luego, sólo se pretende dar una idea de las mismas, en su más elemental expresión, como lo es una casa habitación, y una breve introducción para empezar a conocer algunas de las condiciones que deben llenar como requisito las instalaciones en edificios de departamentos, de oficinas y otros afines.

Pudiendo con estos datos utilizarlos como herramientas para el cálculo práctico de problemas de sistemas de distribución de agua en edificios.

Esperando que este trabajo sea de utilidad para las personas que lo consulten.



## REFERENCIAS

- \* Apuntes de clase de Instalaciones Sanitarias (1982)
- \* Datos Prácticos de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias.  
Ing. Beserril L. Diego Onesimo  
5a. Edición (1982)
- \* Gaseta del Instituto Nacional de Instalaciones No. 9  
NACOBRE. Nacional de Cobre, S.A. (1982)
- \* Instalaciones en los Edificios  
Charles Merrick Gay  
Charles De Van Fawcett
- \* Instalaciones Técnicas en la Construcción de Viviendas  
Karl Volger  
Editorial Labor, S.A.
- \* Manual Helvex para Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias,  
Gas, Aire Comprimido, Vapor.  
Ing. Sergio Zepeda C. (1977)
- \* Normas Generales de Construcción No. 5 D.D.F. (1981)  
Grupo de Trabajo de la Comisión Interna de Precios  
Unitarios del Departamento del Distrito Federal.  
Ing. Francisco Noreña Casado  
Ing. Enrique Toscano Lats.
- \* Reglamento de Construcciones (1982)  
Editorial Libros Económicos
- \* Reglamento de Ingeniería Sanitaria (1982)  
Editorial Libros Económicos
- \* Tecnología de la Construcción  
Enciclopedia CEAC del Delineante / Dibujo Técnico  
Barcelona España  
Ediciones CEAC, S.A. (1978) 3a. Edición.