



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS**

**Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.**

**El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.**

**Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.**

**Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.**

**Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.**

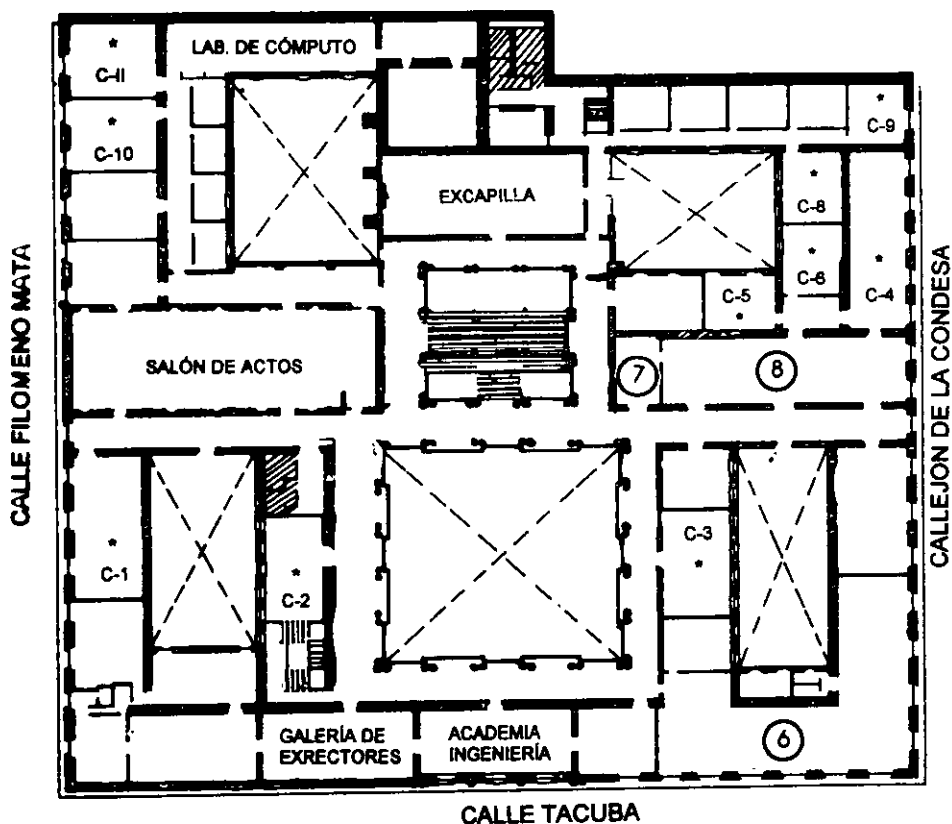
**Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.**

**Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores imparten sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.**

**Atentamente**

**División de Educación Continua.**

# PALACIO DE MINERIA



**1er. PISO**

## GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
3. LIBRERÍA UNAM
4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
6. OFICINAS GENERALES
7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
8. SALA DE DESCANSO

SANITARIOS

\* AULAS

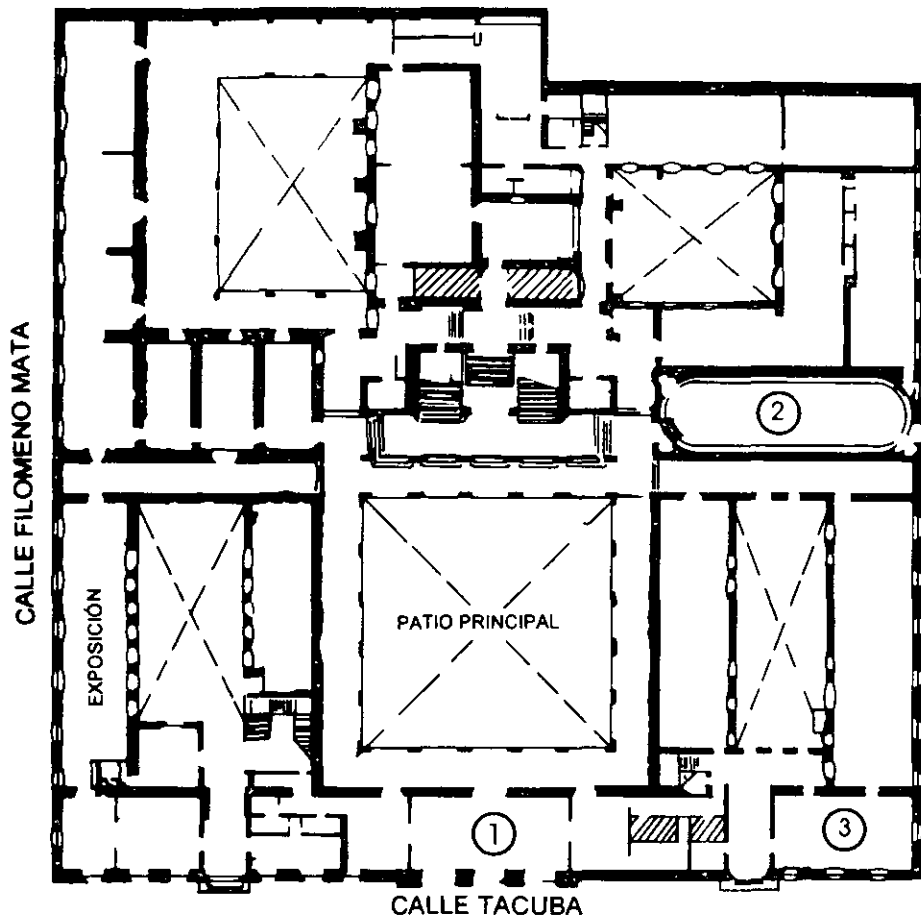


DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.  
CURSOS ABIERTOS

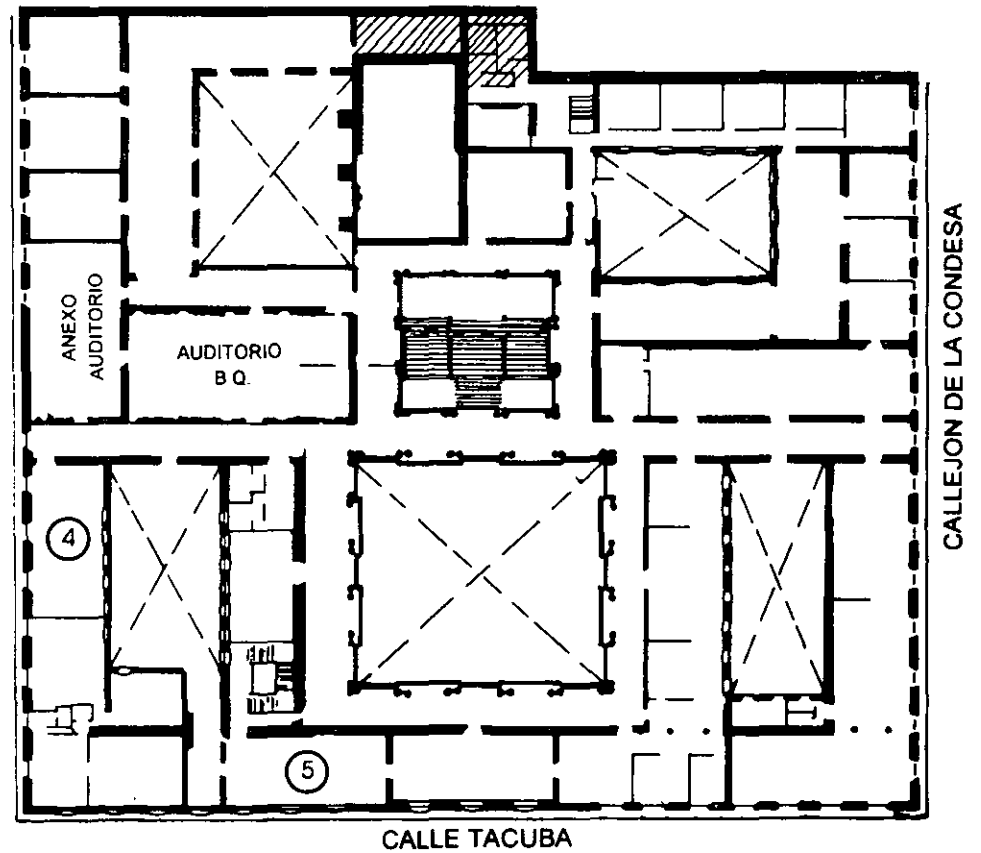
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



# PALACIO DE MINERIA



PLANTA BAJA



MEZZANINNE



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

# **CURSOS ABIERTOS**

## **CA08 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**DEL 17 AL 27 DE SEPTIEMBRE**

**Tema**

**INSTALACIONES SANITARIAS EN  
EDIFICACION**

**EXPOSITOR: ING. ENRIQUE CESAR VALDES  
PALACIO DE MINERÍA  
SEPTIEMBRE DEL 2003**



---

# **INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACION**

**MATERIAL DE APOYO PARA LA CLASE**

UNAM  
Facultad de Ingeniería  
División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica  
Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental



---

## **PRESENTACION**

El Consejo Editorial del Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, edita la presente publicación donde se reproducen los reglamentos y disposiciones vigentes en materia de instalaciones hidráulicas y sanitarias en los edificios. Asimismo, se incluyen tablas y gráficas a fin de evitar repeticiones laboriosas y pérdidas de tiempo en el uso rutinario de los procedimientos que se explican en la clase correspondiente. Se considera que esta publicación resultará de utilidad tanto para la práctica profesional como para la docencia en este campo.

El material ha sido recopilado y preparado por los profesores Enrique César Valdez y Miguel Angel González López.

El Consejo Editorial expresa su gratitud a estas personas, cuya sola compensación será el conocimiento de que sus esfuerzos contribuyen al mejor aprendizaje de los estudiantes de la materia.

---

---

# CONTENIDO

<b>REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS</b>	<b>1</b>
CAPITULO I    DISPOSICIONES GENERALES	1
CAPITULO II    DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION, CIMIENTOS, MUROS, PISOS Y TECHOS DE LOS EDIFICIOS	5
CAPITULO III    DE LA VENTILACION, ILUMINACION Y DIMENSIONES DE LAS CONSTRUCCIONES	7
CAPITULO IV    DE LA PROVISION DE AGUA	11
CAPITULO V    DE LOS EXCUSADOS, MINGITORIOS, FREGADEROS, VERTEDEROS E INSTALACIONES SANITARIAS EN GENERAL	13
CAPITULO VI    DE LAS INSTALACIONES DE ALBAÑALES, CONDUCTOS DE DESAGÜE Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	15
CAPITULO VII    DE LAS COCINAS, ESTUFAS, CHIMENEAS, DISPOSITIVOS PARA CALEFACCION Y OTROS	21
CAPITULO VIII    PROVISION DE GAS EN LOS EDIFICIOS	22
CAPITULO IX    DE LOS GARAGES	23
CAPITULO X    DE LAS OBLIGACIONES DE PROPIETARIOS E INQUILINOS	24
CAPITULO XI    SANCIONES	25
SIMBOLOGIA CONVENCIONAL EN CUMPLIMIENTO DEL ARTICULO 4o.DEL RISRE	26
<b>REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL</b>	<b>29</b>
CAPITULO III    REQUERIMIENTOS DE HIGIENE, SERVICIOS Y ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL	29
CAPITULO VI    INSTALACIONES	31
<b>NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS</b>	<b>34</b>
<b>AYUDAS DE DISEÑO</b>	<b>40</b>

---

# REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS

## CAPITULO I

### Disposiciones Generales

- Art. 1o. Para efectos de este Reglamento, con el nombre de edificios se comprenden, las construcciones destinadas a habitaciones, establecimientos comerciales, fábricas, escuelas, lugares de reunión, así como las bodegas y todo local cualquiera que sea el uso a que se destine.
- Art. 2o. Corresponde a la Secretaría de Salubridad y Asistencia, autorizar, desde el punto de vista sanitario, la construcción, reconstrucción o modificación total o parcial, de edificios públicos o particulares, cuando se cumplan los requisitos que establece este Reglamento y los que establecen los Reglamentos específicos, según el giro o uso a que se destine o pretende destinar el edificio.
- Art. 3o. Los interesados en la construcción de un edificio, deberán presentar una solicitud por duplicado, en la que se expresarán los datos siguientes:
- a) Números de manzana y lote;
  - b) Alineamiento y número oficial;
  - c) Nombre de la colonia o fraccionamiento, y de la calle;
  - d) Zona Postal;
  - e) Nombre del propietario, domicilio y firma;
  - f) Nombre del constructor y su domicilio.

En la solicitud deberá aparecer la certificación de las autoridades que tengan a su cargo la prestación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, haciendo constar si en el lugar señalado para la ejecución de la construcción, existen o no dichos servicios.

Art. 4o. A la solicitud mencionada se acompañarán cinco juegos completos de los planos de proyecto respectivo, los cuales contendrán:

- I. 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.
- II. Los cortes sanitarios que muestren las instalaciones, tuberías, alturas de pisos o niveles, techos, puertas y ventanas, pendientes de albañales, conductos desaguadores 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.

- III. 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, devolviendo al interesado tres juegos de los mismos.

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

- Art. 7o. Las construcciones, reconstrucciones o modificaciones deberán ejecutarse de acuerdo con 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.
- Art. 10. Cuando por cualquier circunstancia se suspenda temporalmente la construcción de una obra ya iniciada, el propietario o director de la obra tendrá obligación de comunicarlo a la Secretaría de Salubridad para que ordene en su caso, las medidas de protección sanitarias que se requieran. Asimismo están obligados a comunicar a dicha Secretaría la fecha en que las obras de construcción se reanuden, para que si se estima pertinente, se practique una visita ocular para determinar si ha lugar o no a reparaciones o modificaciones.

En caso de que la suspensión de la obra tenga una duración mayor de 18 meses, será necesario obtener la revalidación de la autorización respectiva.

- Art. 11. Para realizar demoliciones, deberá solicitarse por escrito la autorización correspondiente de la autoridad sanitaria y cumplir con los siguientes requisitos:
- I. Dotar al predio del tapial o de los tapiales que sean necesarios.
  - II. Que durante la demolición existan instalaciones para riego de agua que eviten molestias de polvo.
  - III. La instalación de pantallas o mamparas que se coloquen delante de la luz cuando haya necesidad de usar sopletes de oxiacetileno o equipos de soldadura eléctrica.
  - IV. Tomar las medidas de seguridad necesarias a fin de evitar accidentes, especialmente los que pongan en peligro la vida de los trabajadores de la demolición, de los transeúntes y de los vecinos de los predios colindantes y daños a las propiedades.
- Art. 12. Previa la construcción de un edificio, cuando los terrenos sean pantanosos, hubieren estado destinados a basureros o cementerios, los interesados deberán comunicar estas circunstancias a la autoridad sanitaria para que dicte las medidas que juzgue pertinentes para evitar peligros a la salubridad pública.

- Art. 13. Antes de iniciarse la construcción, deberá hacerse la conexión correspondiente con los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, instalando al efecto una llave de agua, tanto para uso de los operarios, como para las necesidades de la obra, así como un excusado provisional con servicio de agua conectado al albañal.
- Art. 14. Las autoridades sanitarias practicarán las visitas de inspección que estimen convenientes a los edificios construidos, en construcción, en reconstrucción o en modificación, a fin de vigilar la observancia de las disposiciones relativas del Código Sanitario y de este Reglamento.
- Art. 15. Todo edificio deberá contar con albañales y servicios de agua potable propios y exclusivos; que deberán estar conectados directamente a los servicios públicos. Esta disposición rige aun para los casos de servidumbre legal a que se refiere el Código Civil.
- Para los edificios ya construidos en lugares donde no exista servicio de alcantarillado municipal, se exigirá la construcción de fosa séptica.
- Art. 16. Por ningún concepto podrán suspenderse parcial o totalmente, los servicios de agua potable y atarjeas a los edificios habitados, ya sea que los servicios sean suministrados por las autoridades o empresas particulares.
- Art. 17. En la construcción de edificios en general, para prevenir la infestación de roedores, se satisfarán las normas y procedimientos que la autoridad sanitaria señale.
- Art. 18. No se permitirá la construcción o adaptación de edificios para albergue o explotación de animales dentro de las zonas urbanas, excepción hecha de las construcciones destinadas a parques zoológicos o bien, para actividades transitorias, tales como ferias, circos o exposiciones, las cuales deberán sujetarse a las disposiciones reglamentarias respectivas.
- Art. 19. No se permitirá la existencia de animales en edificios y terrenos sin construir en zonas urbanas, con excepción de pequeñas especies domésticas que cuenten con alojamiento adecuado y siempre que no causen molestias al vecindario.

## CAPITULO II

### De los Materiales de Construcción, Cimientos, Muros, Pisos y Techos de los Edificios.

- Art. 20. Los cimientos, además de garantizar la estabilidad del edificio, se construirán con materiales a prueba de roedores y quedarán debidamente impermeabilizados, a fin de que la humedad del subsuelo no se transmita a los muros.
- Art. 21. Todos los muros macizos exteriores expuestos a la intemperie, deberán tener un espesor mínimo de 15 centímetros. Podrá admitirse un espesor menor si la protección contra la intemperie es, por lo menos, equivalente a la de un muro de ladrillo (tabique) rojo de 15 centímetros.
- Art. 22. Los muros y techos de las piezas destinadas a habitaciones que queden expuestos a la intemperie, que sean construcciones de madera o de materiales laminados, serán dobles, dejando entre ellos un espacio no menor de 5 centímetros. Las juntas de los muros y los techos tanto exterior como interiormente, estarán debidamente arregladas para impedir el paso del aire y del agua, y además, estarán protegidos a prueba de roedores.
- Art. 23. Los parámetros exteriores de los muros, cualquiera que sea su espesor, deberán impedir el paso de la humedad. En los paramentos de los muros exteriores contruidos en forma de que los materiales queden aparentes, el mortero de las juntas para unirlos será a prueba de roedores y de intemperie.
- Art. 24. Los paramentos interiores de los muros deberán tener superficie resistente para el uso normal a que se les destine.
- Art. 25. Los muros de las cocinas y baños, tendrán un revestimiento hasta una altura mínima de 1.50 metros, con un material resistente, impermeable y fácilmente aseable.
- Art. 26. Los techos se construirán de modo que impidan el paso del aire y el agua y en forma tal, que eviten los cambios bruscos de temperatura en las habitaciones.
- La pendiente mínima en la cubierta de las azoteas, será de 1.5 % .
- Art. 27. Por cada 100 metros cuadrados de azotea o de proyección horizontal en techos inclinados, se instalará por lo menos un tubo de bajada pluvial de 7.5 centímetros de diámetro o uno de área equivalente al tubo circular ya especificado.



Para desaguar marquesinas, se permitirá instalar bajadas pluviales con diámetro mínimo de 5 centímetros o de una área equivalente, para superficies hasta de 25 metros cuadrados como máximo.

- Art. 28. En la parte superior de las bajadas de agua pluvial, se colocará un embudo provisto de coladera cuya superficie de escurrimiento sea cuando menos igual al área del tubo de bajada.
- Art. 29. Los techos planos o inclinados, llevarán medias canales colectoras y bajadas pluviales, cuando el agua de lluvia pudiera descargar a la vía pública, a predios o provocar humedades en los muros propios o colindantes.
- Art. 30. Las juntas para cubrir separaciones de edificios, las de dilatación o las que se usen en las construcciones de materiales laminados en cubiertas, aleros, tragaluces o cualquiera otro tipo de construcción, deberán construirse en forma tal que impidan el paso del agua y serán a prueba de roedores.
- Art. 31. Las superficies libres de construcción, deberán ser pavimentadas, o tener jardín, o en ambas formas. Cuando la superficie sea pavimentada, tendrá una pendiente mínima de 1. % hacia coladeras con obturador hidráulico fijo.
- Art. 32. Los pisos de los cuartos de baño, cocinas, excusados y pasillos se construirán de materiales impermeables y a prueba de roedores.
- Art. 33. La construcción de piletas, tanques y en general depósitos de agua, así como de lavaderos, se hará con materiales impermeables. La parte expuesta de los muros a la humedad que provenga por el uso de dichas instalaciones, deberá impermeabilizarse.
- Art. 34. Cuando en las construcciones se vaya a emplear un nuevo material o preparaciones distintas de los ya conocidos y aceptados, su uso deberá someterse a la aprobación de la autoridad sanitaria.

### CAPITULO III

#### De la ventilación, iluminación y dimensiones de las construcciones.

- Art. 35. Los pisos de la planta baja de los edificios, deberán construirse 10 centímetros, por lo menos, mas altos que los patios, y éstos a su vez 10 centímetros más altos que el nivel de la acera o banqueta de la vía pública, salvo casos especiales en los que la topografía del terreno lo impida.
- Art. 36. Los pisos bajos de los edificios estarán protegidos contra la humedad, mediante procedimientos de impermeabilización, y en casos especiales se dejará un espacio libre entre el suelo natural y el piso de la planta baja por lo menos de 40 centímetros, comunicándose con la calle, patios o espacios abiertos por ventilas para garantizar la libre circulación del aire. Los pisos y las ventilas tendrán la debida protección contra roedores.
- Art. 37. Las piezas destinadas a habitación, ya sea de día o de noche, tendrán luz y ventilación directas al exterior por medio de puertas o ventanas convenientemente distribuidas, a fin de que la iluminación y ventilación sean uniformes dentro del local. La superficie de iluminación no será menor del 20 % de la superficie del piso de la habitación. Las ventanas y las puertas, en su caso, tendrán una sección movable que permita la renovación del aire. Esta superficie movable tendrá, cuando menos 1/3 de los claros de iluminación.

La iluminación y ventilación directas del exterior, se satisfarán: de la vía pública, de los patios del edificio o por diferencia de niveles dentro del área del propio edificio.

Para modificaciones a los edificios construidos con anterioridad a la vigencia de este Reglamento, y como excepción para satisfacer los requerimientos de luz y ventilación directas, se podrá verificar por medio de tragaluces provistos de rejillas para ventilación o bien, linternillas e instalaciones mecánicas automáticas para la renovación del aire.

- Art. 38. Para los locales que por circunstancias especiales se les deba suministrar ventilación artificial, ésta se proporcionará por medio de instalaciones mecánicas que garanticen la renovación eficiente del aire en el interior del local. Las instalaciones para la renovación del aire, se diseñarán considerando los factores de velocidad, movimiento del aire, temperatura y humedad relativa. El movimiento no será superior a 0.25 metros por segundo, velocidad medida a una altura de 0.90 metros sobre el nivel del piso del local. La temperatura (bulbo seco), estará comprendida entre los 17 y 23°C., y la humedad relativa comprendida entre el 30

y 60 % . En términos generales, la renovación del aire tendrá seis cambios por hora como mínimo.

Art. 39. Para efectos del presente Reglamento, se considerarán como viviendas mínimas, las que estén integradas por dos piezas, cocina, baño y patio de servicio.

Las dimensiones mínimas de las dependencias para este tipo de viviendas, serán las siguientes:

Piezas Habitación 7.50 metros cuadrados de superficie.

Anchura 2.50 metros.

Altura 2.30 metros a 2.80 metros, según clima.

Cocina 6.00 metros cuadrados de superficie

Anchura 1.50 metros

Baño 2.00 metros cuadrados de superficie.

Anchura mínima 1.00 metro

Patio 4.00 metros cuadrados

Anchura 2.00 metros mínimo

La vivienda mínima contará con las instalaciones sanitarias siguientes:

a) Excusado

b) Lavabo

c) Fregadero

d) Regadera

e) Lavadero.

El patio de servicio de este tipo de vivienda, podrá ser exclusivo de ésta, o formar parte de la superficie de servicios generales en patios comunes o azoteas, en donde podrán instalarse los lavaderos, pero siempre considerando una superficie de 4 metros cuadrados como mínimo por vivienda.

Las viviendas especiales de uso transitorio podrán ser de una sola pieza, pero tendrán cocina y baño en locales independientes. Estarán amuebladas y pueden quedar exceptuadas de patio de servicio.

Art. 40. En toda vivienda, las piezas destinadas a dormitorio tendrán las siguientes características: 7.50 metros cuadrados de superficie mínima de piso, con dimensión mínima libre de 2.50 metros en planta. La altura libre de piso a cielo interior para clima frío, sin instalación de calefacción, será de 2.30 metros y 2.80 metros para clima cálido, sin aire acondicionado o ventilación mecánica, si existen las instalaciones mencionadas, la altura libre mínima admisible será de 2.30 metros.

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.

Art. 42. Los patios que sirvan para dar iluminación y ventilación, tendrán las siguientes dimensiones mínimas en relación con la altura de los muros que los limiten:

Patios para dar iluminación y ventilación para habitaciones de día y noche:

<b>Altura hasta</b>	<b>Dimensión mínima</b>
4 metros	2.50 metros
8 metros	3.25 metros
12 metros	4.00 metros

En el caso de alturas mayores, la dimensión mínima del patio debe ser el tercio de la altura del paramento total de los muros.

Patios para dar iluminación y ventilación a cocinas y baños:

<b>Altura hasta</b>	<b>Dimensión mínima</b>
4 metros	2.00 metros
8 metros	2.25 metros
12 metros	2.50 metros

En el caso de alturas mayores, la dimensión mínima del patio debe ser 1/5 de la altura del paramento total de los muros.

Para efectos de las dimensiones que para patios señala el presente Reglamento, se considerará la parte a cielo abierto libre de la prolongación a plomo de las construcciones. Queda prohibido dar luz y ventilación a las habitaciones abriendo ventanas o estableciendo dispositivos con el mismo fin hacia predios colindantes.

Cuando los patios sirvan para dar acceso a viviendas, queda prohibido su uso para instalar en ellos maquinaria o cualquier objeto que los obstruya.

Art. 43. Los edificios de departamento de más de 5 niveles, deberán contar con ascensor para personas, además de las escaleras.

Art. 44. Todos los departamentos de un edificio deben desembocar a pasillos que conduzcan directamente a las escaleras. El ancho de los pasillos nunca será menor de 1.20 metros.

Art. 45. Los edificios de más de una planta, destinadas a habitación tendrán por lo menos una escalera, aun cuando cuenten con elevadores; la escalera o escaleras, comunicarán todos los niveles con el nivel de banqueta, no debiendo estar ligadas las de niveles superiores con las de los sótanos. A una escalera podrán desahogar hasta 20 departamentos o viviendas en cada piso; el ancho mínimo de las escaleras será de 1.20 metros en edificios de habitación multifamiliares y de 0.90 metros en los unifamiliares, la huella neta de los escalones no será menor de 25 centímetros y los peraltes no mayores de 18 centímetros: cuando la altura entre niveles sea mayor a la mínima señalada por este Reglamento, las escaleras se interrumpirán por medio de descansos situados a un desnivel no mayor de 2.50 metros; toda escalera tendrá por lo menos un pasamanos con una altura no menor de 90 centímetros: las escaleras que requieran protección lateral, estarán provistas de un barandal con pasamanos. Las escaleras de los edificios de habitación multifamiliar; serán construidas con material incombustible, y los vanos de los barandales no serán de más de 15 centímetros en su dimensión mínima.

Art. 46. Toda ventana de iluminación, así como puertas de acceso, no podrán tener cristales, sino a partir de una altura de 90 centímetros sobre el nivel del piso.

En el caso especial de motivos funcionales en que se requiera prolongar cristales hasta niveles de piso, se proveerá especialmente a los que den al exterior en fachadas de patios y calles, de dispositivos de seguridad hasta una altura de 90 centímetros sobre el nivel del piso.

Art. 47. Se entenderá por sótano, la parte de un edificio cuyo piso se encuentre bajo el nivel de la acera o de los patios.

Art. 48. Para que el sótano pueda ser autorizado como habitación, deberá llenar las siguientes condiciones:

I. Que disponga de luz y ventilación, directas en las condiciones señaladas por este Reglamento para las habitaciones en general.

II. Que su altura mínima sea de 2.30 metros y la superficie mínima de 7.50 metros cuadrados. El lado menor de 2.50 metros como mínimo.

- III. Que los cimientos, pisos y muros estén contruidos con materiales impermeables que impidan el paso de la humedad, tanto del subsuelo como de la superficie de la acera o de los patios.
- IV. Que los pisos y muros, incluyendo la cimentación, estén contruidos con materiales a prueba de roedores.
- V. Que las puertas de acceso y las ventanas para ventilación e iluminación, estén protegidas con materiales a prueba de roedores.

Art. 49. Ningún punto de un edificio podrá estar a una altura mayor de 1.75 veces la distancia horizontal entre dicho punto y el lindero más cercano de las manzanas vecinas.

Se exceptúan de lo dispuesto anteriormente, los motivos arquitectónicos tales como miradores, torrecillas y otros de escasa importancia y de carácter ornamental.

Art. 50. Para edificios situados en esquina, se permitirá que sea la calle más ancha la que norme la altura del edificio de acuerdo con lo dispuesto en el artículo anterior, hasta una profundidad igual a su vez y media al ancho de la calle más angosta.

## 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:

- I. De los servicios públicos establecidos.
  - II. De pozos que reúnan condiciones para proporcionar agua potable, previa autorización de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y de las autoridades sanitarias.
  - III. 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 de 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.

## CAPITULO V

### **De los excusados, mingitorios, fregaderos, vertederos e instalaciones sanitarias en general.**

Art. 62. En todo edificio habrá un excusado por lo menos. Cuando el número de habitantes pase de 10, se instalarán excusados a razón de uno por cada 10 personas o fracción que no llegue a este número.

Art. 63. En los edificios en que cada departamento o vivienda cuente con un local destinado a baño y excusado, esta pieza tendrá cuando menos, las instalaciones sanitarias siguientes: regadera, lavabo y excusado.

En los baños en que solamente existan regaderas, sin tener tina, la parte del piso sobre el que descargue la regadera estará separada del resto por medio de un reborde de 10 centímetros de altura mínima y será provista dicha superficie de coladera de obturación hidráulica y tapa a prueba de roedores.

Art. 64. Por excepción se permitirá en los edificios construidos con anterioridad a la vigencia del presente Reglamento, llamados casas de vecindad, que un baño de regadera sirva para varias viviendas en la proporción de uno por cada 15 habitantes (considerándose a razón de 5 personas por vivienda), el que estará provisto de un espacio separado por un murete, para vestidor. Además, en dichas casas de vecindad se permitirá que como mínimo haya un excusado por 15 habitantes y un mingitorio por cada 20. Los baños, excusados y mingitorios de que se trata serán de tipo individual e instalados en locales que tengan luz y ventilación directas. Los excusados estarán dotados de taza e instalación hidráulica con agua a presión y descarga a voluntad. Tanto el local de baño de regaderas como el de excusados, estará formado por dos departamentos separados y destinados, uno para hombres y otro para mujeres con instalaciones propias e independientes.



Art. 65. Los locales destinados a baños o excusados deberán tener piso impermeable y sus muros revestidos con materiales impermeables hasta 1.50 metros de altura, salvo el perímetro de las regaderas en que la altura mínima será de 1.80 metros. El piso desaguará a una coladera con obturador hidráulico fijo y con tapa a prueba de roedores.

Art. 66. En los casos en que un gabinete para servicios sanitarios tenga ventilación artificial, el sistema que se establezca para dicha ventilación deberá contar con un dispositivo independiente para abrirse o cerrarse a voluntad.

Art. 67. Las conexiones de tubos de descarga de los excusados con el albañal se harán mediante piezas especiales.

Art. 68. Los excusados serán de modelos aprobados por las autoridades sanitarias. Queda prohibido el sistema de excusados de tipo colectivo.

Los asientos de las tazas de los excusados, serán impermeables y fácilmente aseables.

Todo excusado al instalarse deberá quedar provisto de tubo ventilador.

Art. 69. Los mingitorios serán de tipo individual, de sobreponer o de pedestal, provistos de desagüe con sifón de obturación hidráulica y estarán dotados con tubo para ventilación, ya sea individual o en serie si se trata de una batería de mingitorios.

Art. 70. El desagüe de tinás, regaderas, bidets y lavadoras de ropa, contará con un obturador hidráulico de tipo bote. Los lavabos y vertederos deberán estar provistos de sifón con obturación hidráulica y además sus tubos de descarga tendrán ventilación individual o conectada a otros tubos de ventilación.

Art. 71. Los fregaderos de cocina en edificios destinados a habitación, desaguarán por medio de un sifón con obturación hidráulica, conectado al mueble, con registro para limpieza y con diámetro no menor de 38 mm.

Los fregaderos de las cocinas de establecimientos que den servicio colectivo, además del sifón prescrito, estarán dotados de una caja para recolección de grasa.

Art. 72. Cada departamento o vivienda contará con un lavadero, que puede estar instalado en las azoteas, azotehuelas o pozos de luz. Cada lavadero tendrá un techo que resguarde de la lluvia y del sol.

## CAPITULO VI

### **De las instalaciones de albañales, conductos de desagüe y plantas de tratamiento de aguas negras.**

Art. 73. Se entiende por albañales, los conductos cerrados que con diámetro y pendiente necesarios se construyan en los edificios para dar salida a toda clase de aguas servidas.

Art. 74. Los albañales podrán construirse:

- I. OCULTOS, en el piso bajo de los edificios, con tubos de barro vitrificado con sal, asbesto cemento, fierro fundido, concreto revestido interiormente de asfalto, que garantice su impermeabilidad. En todos los casos, los tubos serán lisos en su interior.
- II. VISIBLES, apoyados sobre el piso bajo o suspendidos de los elementos estructurales del edificio, con tubos de fierro fundido, revestidos interiormente con sustancias protectoras contra la corrosión, de fierro galvanizado, cobre, asbesto cemento, o de plástico rígido.

En cualquiera de estos casos, estarán debidamente protegidos.

Art. 75. Los tubos que se empleen para albañales serán de 15 centímetros de diámetro interior, cuando menos, deberán satisfacer las normas de calidad establecidas por la Secretaría de Industria y Comercio, o en su defecto, las que fije la autoridad sanitaria.

No podrán emplearse materiales distintos a los señalados en el artículo anterior para la construcción de albañales, sin la autorización de la autoridad sanitaria.

Art. 76. Los albañales se construirán bajo los pisos de los patios o pasillos de los edificios.

Cuando a juicio de la autoridad sanitaria haya causa justificada que imposibilite la construcción de los albañales en los términos de este artículo, se permitirá su modificación.

Art. 77. Antes de proceder a la colocación de los tubos de albañal, se consolidará el fondo de la excavación para evitar asentamientos del terreno.

Art. 78. Los albañales se instalarán cuando menos a un metro de distancia de los muros.

Cuando por circunstancias especiales no se pueda cumplir con esta disposición, la instalación se hará con la protección necesaria contra asentamientos y posibles filtraciones, previa autorización de la autoridad sanitaria.

Art. 79. En los conductos para desagüe se usarán:

- I. Tubos de fierro fundido revestidos interiormente con substancias protectoras contra la corrosión.
- II. Tubos de fierro galvanizado.
- III. Tubos de cobre.
- IV. Tubos de plástico rígido.
- V. De cualquier otro material que aprueben las autoridades sanitarias.

Los tubos para conductos desaguadores tendrán un diámetro no menor de 32 mm., ni inferior al de la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima de 2% para diámetros hasta de 76 mm., y para diámetros mayores, la pendiente mínima será de 1.5 %.

Art. 80. Cuando los conductos de desagüe, por razones estructurales sean construidos de tubos de otros materiales aceptados por la autoridad sanitaria, podrán estar descubiertos siempre que sus juntas y registros estén herméticamente cerrados y su interior revestido por materiales protectores contra la corrosión.

Art. 81. Los cambios de dirección de los albañales y las conexiones de ramales, se harán con deflexión de 45° como máximo.

Art. 82. Las piezas "T" para conexión de ramales de bajadas con albañales, sólo se permitirán cuando el cambio de dirección sea vertical a horizontal.

Art. 83. Los albañales se construirán con una pendiente no menor de 1.5%, salvo el caso en que sea necesario usar otros medios que satisfagan a la autoridad sanitaria.

Art. 84. Para facilitar la limpieza de los albañales, éstos estarán dotados de registros que se colocarán a distancia no mayor de diez metros. Los registros llevarán una cubierta que a la vez que se pueda remover con facilidad cierre ajustadamente.

Cuando por circunstancias especiales se autorice que los albañales ocultos pasen por alguna habitación, los registros estarán provistos de doble cubierta que a la vez que se puedan remover con facilidad cierre herméticamente.

En el lugar inmediato y anterior al cruzamiento del albañal con el límite del predio y la vía pública habrá un registro.

Art. 85. Los registros para los albañales ocultos, se construirán de acuerdo con los modelos aprobados por la autoridad sanitaria, y sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

Para profundidad hasta de un metro .....	40 x 60 cm.
Para profundidad hasta de dos metros .....	50 x 70 cm.
Para profundidad de más de dos metros ..	60 x 80 cm.
Las cubiertas no serán menores de .....	40 x 60 cm.

En los albañales visibles, los registros estarán constituidos por un orificio en el propio tubo no menor de 10 cm. de diámetro, provisto de tapa con cierre hermético.

Las tapas serán del mismo material del que se construya el albañal y estarán sujetas con soldadura de plomo, rosca o con abrazaderas.

Art. 86. En cada cambio de dirección y en cada conexión de las ramales con el albañal principal, se construirá un registro.

Art. 87. Los albañales estarán provistos en su origen de un tubo ventilador de 5 centímetros de diámetro mínimo, de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, asbesto cemento, o de plástico rígido, hasta una altura no menor de 1.80 metros a partir del nivel del piso, pudiendo el resto ser de lámina galvanizada o de cualquier otro material aprobado por la autoridad sanitaria, y se prolongará 2 metros arriba de la azotea:

Cuando la altura mínima señalada para que el tubo ventilador sobresalga de la azotea no sea suficiente para eliminar las molestias por gases mal olientes, la autoridad sanitaria resolverá lo conducente.

No será necesario tubo ventilador en el origen del albañal, cuando se encuentre a una distancia no mayor de 3 metros de un excusado.

Art. 88. Las bajadas de agua pluvial serán de lámina galvanizada, fierro fundido o de otros materiales aprobados por la autoridad sanitaria, y se fijarán de una manera sólida a los muros.

Art. 89. Las bajadas de agua pluvial no podrán utilizarse como tubos ventiladores.

Art. 90. Las bajadas pluviales, se conectarán al albañal por medio de un sifón o de una coladera con obturación hidráulica y tapa a prueba de roedores, colocada abajo del tubo de descarga. La parte inferior del tubo de bajada, se encontrará cortada a pluma, cuando descargue sobre coladera. La conexión podrá ser directa, sin sifón

ni coladera cuando las bocas de entrada del agua o las bajadas, se localicen en azoteas no transitadas y a una distancia no menor de 3 metros de cualquier vano de ventilación.

- Art. 91. Queda prohibido el sistema llamado de gárgolas o canales, que descarguen a chorro desde las azoteas.
- Art. 92. Los desagües pluviales de marquesinas y saledizos, se harán por medio de tuberías de fierro fundido, fierro galvanizado, asbesto cemento, cobre o plástico rígido, empotradas en los muros o adheridos a ellos, y su descarga final será en el interior del propio edificio, en la forma especificada por este Reglamento para los desagües pluviales.
- Art. 93. Los desagües de albercas, fuentes, refrigeradores, bebederos y en general instalaciones que eliminen aguas no servidas, descargarán mediante coladeras con obturación hidráulica, provistas de tapa a prueba de roedores, en los términos señalados en este Reglamento para la eliminación de aguas pluviales.
- Art. 94. Los tubos de descarga de los excusados, serán de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, asbesto cemento, o de plástico rígido y se colocarán en el paramento exterior de los muros o empotrados en los mismos.
- Art. 95. Los propietarios de edificios situados en calles donde exista alcantarillado tendrán la obligación de solicitar a la Autoridad Municipal, la conexión del albañal de los mismos edificios, con la red de alcantarillado. Al conceder la conexión del albañal con la atarjea correspondiente, la autoridad municipal o la que haga sus veces, decidirá si la conexión de referencia requiere la instalación de algún procedimiento que coadyuve a corregir posibles obturaciones en el albañal. El procedimiento que se requiera lo señalará la autoridad correspondiente, y se lo dará a conocer al interesado, el cual tendrá la obligación de instalarlo en el edificio.
- Art. 96. La comunicación directa o indirecta de todos los conductos desaguadores con los albañales, se hará por medio de obturadores hidráulicos, fijos, provistos de ventilación directa.
- Art. 97. Los tubos ventiladores que sirven para dar salida a los gases procedentes de los albañales y de los conductos desaguadores, serán de fierro fundido, galvanizado, de cobre, de asbesto cemento o de plástico rígido y podrán estar colocados en el paramento exterior de los muros o empotrados en los mismos, y su diámetro mínimo será de 5 centímetros.

Cuando se trate de tubos de ventilación directa de cualquiera de los muebles sanitarios, con excepción del excusado, el diámetro no será inferior a la mitad del que tenga el conducto desaguador que ventila, y en ningún caso, menor de 32 mm.

Art. 98. Cuando el mismo tubo ventilador sirva para varios excusados, colocados a distintas alturas, se ligarán los sifones entre sí por medio de un tubo de 38 mm. de diámetro que termine en el de ventilación arriba del excusado más alto.

Art. 99. Cuando haya un grupo de excusados en una sola planta de un edificio, conectados al mismo tubo de descarga, un solo tubo de ventilación puede servir para los excusados, siempre que el número de éstos no exceda de cinco.

Quando haya un grupo de mingitorios conectados al mismo tubo de descarga, un solo tubo de ventilación puede servir para dichos mingitorios, siempre que no excedan de ocho.

Art. 100. Las conexiones de los tubos de fierro fundido, se harán por medio de estopa y plomo; las de fierro y plomo; las de fierro no fundido con uniones de rosca, las de tubo de plomo con plomo, las de cobre o plomo y, las de tubo de barro o de cemento con mortero de cemento y arena en la proporción de 1 por 2.

Art. 101. Queda absolutamente prohibido hacer conexiones taladrando los tubos, pues en cada caso deberán emplearse las piezas especiales para el objeto y los materiales señalados por este Reglamento.

Art. 102. Todo tubo de descarga comunicará con el albañal por intermedio de un sifón hidráulico. Se permitirá que un mismo sifón sirva para dos tubos de descarga a la vez cuando la distancia entre estos dos tubos y el sifón no excede a de sesenta centímetros.

Art. 103. Se procurará que los sifones queden junto de las aberturas superiores de los tubos que comuniquen con el albañal; pero de no ser esto posible, la distancia que los separe de las aberturas no podrá ser mayor de 60 centímetros.

Art. 104. Los tubos de fierro fundido o de otros materiales metálicos aprobados por las autoridades sanitarias, que por cualquier circunstancia hayan de quedar ocultos en el suelo, deberán protegerse con una capa de asfalto o con preparaciones antioxidantes.

Art. 105. Cuando a juicio de las autoridades respectivas, el sistema de saneamiento de un edificio pareciere defectuoso en su funcionamiento, se practicará la respectiva prueba de agua o de aire, y en su caso se ordenará corregirlo inmediatamente a cargo del propietario.

Art. 106. Sólo podrá autorizarse la instalación de fosas sépticas o plantas de tratamiento de aguas negras para edificios ubicados en lugares que se encuentren fuera del perímetro de las redes de saneamiento y en tanto no existan servicios de atarjeas.

Toda fosa séptica o planta de tratamiento de aguas negras será de material y capacidad aprobados por las autoridades sanitarias.

Art. 107. Ninguna autoridad podrá autorizar la construcción o instalación de plantas de tratamiento de aguas negras, sin la previa aprobación de las autoridades sanitarias.

Art. 108. Las fosas sépticas llenarán las siguientes condiciones:

- a) Constarán de una cámara de fermentación, de un departamento de oxidación y de un pozo absorbente o bien, drenes para irrigación sub-superficial.
- b) La cámara de fermentación o de acción séptica deberá ser cubierta, construida y revestida con material impermeable, calculándose su capacidad a razón de 150 litros-por persona y por día. La capacidad mínima será para 10 personas.
- c) La cámara de fermentación o séptica, estará provista de dispositivos para que las aguas negras al llegar a ella, lo hagan en forma lenta y sin agitación.
- d) La cámara de oxidación o lecho bacteriano se encontrará descubierto, conteniendo material poroso como tezontle, piedra quebrada o grava que se utilizará como medio filtrante oxidante.
- e) En el caso de no disponer de terreno, y para la fosa séptica mínima, el lecho bacteriano se encontrará cubierto, con un tubo ventilador de veinte centímetros de diámetro como mínimo.
- f) Al tanque séptico descargarán únicamente las aguas negras que provengan de excusados, mingitorios y fregaderos de cocina.

La autoridad sanitaria dispondrá, si las aguas procedentes de baños, lavabos y del filtro oxidante, descargarán directamente a drenes superficiales o a pozos absorbentes.

Art. 109. La autoridad sanitaria decidirá el procedimiento técnico para el tratamiento de aguas negras, en los casos en que no se usen los citados en artículos anteriores.

## CAPITULO VII

### **De las cocinas, estufas, chimeneas, dispositivos para calefacción y otros.**

- Art. 110. Todo edificio destinado a habitación, tendrá una cocina para la preparación de alimentos, independiente de los espacios destinados a habitación.
- Art. 111. Las cocinas tendrán luz y ventilación directas por medio de ventanas a espacios libres, cuya superficie será de 1/6 del área del piso y, en ningún caso, menor de un metro cuadrado.
- Art. 112. Queda prohibido establecer cocinas en el interior de los locales destinados a dormitorio.
- Art. 113. Para la instalación de toda clase de equipos permanentes de calefacción, ya sea en edificios destinados a habitación o para cualquier otro uso, se requiere la aprobación del proyecto respectivo por las autoridades sanitarias correspondientes.
- Art. 114. La instalación de calderas para calefacción central o para agua caliente, en los edificios para habitación, se hará de manera que no cause molestias ni constituya peligro.
- Art. 115. Las estufas, caloríferos, hornos y todo aparato que produzca humo o gas proveniente de la combustión, contarán con dispositivos especiales para su eliminación y estarán contruidos o colocados de manera que eviten el peligro de incendio o de intoxicación.
- Art. 116. Las chimeneas para calefacción en el interior de las habitaciones, deberán ser de materiales incombustibles y estarán provistas de un tiro para la salida de gases y humos de combustión.
- Art. 117. Los tubos o tiros para la salida de humos o gases de combustión, se prologarán por lo menos hasta dos metros arriba de las azoteas o muros de arrimo que estén a menos de diez metros de distancia de dichos tubos.

Las autoridades sanitarias podrán exigir mayor altura de la señalada o la colocación de dispositivos especiales, si se comprueba que los gases, humos o el hollín, molestan a los vecinos o causan daño a propiedades de éstos.



## CAPITULO VIII

### Provisión de gas en los edificios.

Art. 118. En los edificios unifamiliares, los recipientes de gas se colocarán a la intemperie, en lugares ventilados, en patios, jardines o azoteas donde no queden expuestos a deterioros accidentales por personas, vehículos u otros medios. En los multifamiliares, dichos recipientes estarán protegidos por medio de una jaula resistente que evite el acceso de niños y personas ajenas al manejo, mantenimiento y conservación del equipo.

Los recipientes se colocarán sobre un piso debidamente consolidado, donde no existan flamas o materiales inflamables, pasto o hierba y protegidos debidamente para evitar riesgos de incendio o explosión.

Art. 119. Las tuberías que conduzcan el gas, así como las válvulas, conexiones y recipientes en general, llenarán las especificaciones exigidas por la Secretaría de Industria y Comercio y por las leyes y reglamentos respectivos.

Las tuberías de conducción de gas se podrán instalar ocultas en el subsuelo de los patios o jardines, o bien, visibles, convenientemente adosadas a los muros, en cuyo caso estarán localizadas 1.80 metros como mínimo sobre el piso.

Queda prohibido el paso de tuberías conductoras de gas por el interior de las piezas destinadas a dormitorios, a menos que estén alojadas dentro de otro tubo, cuyos extremos estén abiertos al aire exterior.

Art. 120. Los calentadores de gas para agua, podrán colocarse en patios o azoteas y cuando se instalen en cocinas, deberán colocarse adosados a algunos de los muros que limiten con el exterior y provistos de un sistema que permita una ventilación constante.

Art. 121. Queda prohibida la instalación de calentadores de agua que usen gas como combustible en el interior de los cuartos para baño. Se permitirá la existencia de estos calentadores en dichos cuartos, en los edificios construidos con anterioridad a este Reglamento, siempre que el local disponga de una renovación de aire constante.

Art. 122. En caso de calefacción por gas, las instalaciones correspondientes serán de tipo fijo, y los gases, productos de la combustión, tendrán salida hacia el exterior por medio de tiro o chimeneas.

Los fabricantes de los calefactores de gas, que por su diseño no requieran tiro o chimenea, solicitarán de las autoridades sanitarias, previamente a la iniciación de ventas, la autorización de uso correspondiente, misma que les será concedida siempre que demuestren que el aparato diseñado efectúa una combustión completa. Los calefactores de gas de cualquier tipo, estarán provistos de elementos de seguridad que impidan la salida del gas combustible, cuando no se encuentren funcionando.

## CAPITULO IX

### De los garages.

Art. 123. Los edificios multifamiliares, de oficinas y en general, todo edificio destinado a fines comerciales, con excepción de los de viviendas mínimas, tendrán garage para guardar vehículos de combustión interna, que reunirá las condiciones siguientes:

- a) Estará preferentemente ubicado en el mismo edificio.
- b) Podrá estar en otro predio siempre que éste se encuentre dentro de una distancia no mayor de 150 metros, y sea de uso exclusivo del edificio de que se trate.  
  
En este caso, su destino o servidumbre se comprobará mediante la inscripción en el Registro Público de la Propiedad.
- c) Tendrá capacidad para alojar los vehículos del 50 % como mínimo del número total de unidades rentables.
- d) El piso será de material impermeable a prueba de roedores, tendrá pendiente limitada entre 1 y 3 % hacia coladeras de obturación hidráulica fija, provistas de tapa, también a prueba de roedores.
- e) Los muros que lo limiten serán de material incombustible, impermeable y a prueba de roedores.
- f) En locales cerrados, la cubierta será de material incombustible la iluminación podrá ser natural o artificial, y la ventilación será proporcionada por medio de claros cuya superficie total sea igual a la quinta parte, como mínimo, de la superficie del piso.

Cuando no se pueda dar ventilación natural al garage, ésta se proporcionará por

medios mecánicos que renueven efectivamente el aire cuando menos 6 veces por hora. En cualquiera de los casos, los productos derivados de la combustión, (humo, gases) se extraerán mecánicamente por medio de dispositivos que los desalojen sobre el nivel de las azoteas más altas que se encuentren en un radio de 10 metros independientemente de los medios de ventilación del local.

Las bocas de los ductos para extracción, estarán colocados sobre el nivel del piso, y se protegerán con rejillas metálicas a prueba de roedores.

g) Tendrán hidrantes, en cantidad suficiente para las necesidades del local.

h) Contarán con extinguidores de acción química y depósitos con arena, convenientemente colocados en prevención de incendios o explosiones.

Art. 124. En el caso de edificios unifamiliares que tengan garage, este tendrá piso revestido con material impermeable, depósitos de arena y extinguidor.

Art. 125. Los edificios construidos con anterioridad a la vigencia de este Reglamento, que carezcan de garage, en caso de ampliación deberán construirlo en los términos del presente ordenamiento.

## CAPITULO X

### De las obligaciones de propietarios e inquilinos

Art. 126. Los propietarios de los edificios, independientemente de lo que sobre el particular establezcan los contratos que lleven a cabo con los inquilinos, serán los responsables ante las autoridades sanitarias, de la conservación, buen estado y mantenimiento de las instalaciones y servicios sanitarios, muros, pisos, techos y, en general de los propios edificios, con el fin de que éstos se encuentren ajustados a lo dispuesto en este Reglamento.

Art. 127. Los inquilinos tienen la obligación de mantener en buen estado de aseo, las habitaciones que ocupen, haciendo el uso apropiado de los servicios sanitarios y evitando aglomeraciones de personas o de animales que puedan perjudicar la higiene de los habitantes de los edificios.

Art. 128. En los edificios destinados a departamentos, los propietarios están obligados a mantener aseados los patios generales, los de servicio, excusados, mingitorios, baños y depósitos de agua que sean de uso común para los inquilinos, así como

todas aquellas partes del edificio que no pertenezcan a las habitaciones o departamentos.

Art. 129. La limpieza de patios, excusados, tinacos, pisos y muros de uso exclusivo para cada departamento, serán por cuenta de los inquilinos ocupantes del edificio.

Art. 130. Cuando las instalaciones de servicios sanitarios, calefacción, iluminación, ventilación y en general cualquier parte de las construcciones de los edificios, ocasionen daños a los colindantes, por lo que respecta a la salubridad, los propietarios están obligados a corregir las deficiencias que se señalen, a satisfacción de las autoridades sanitarias.

Art. 131. Los propietarios o inquilinos de los edificios en la parte que a cada uno corresponde, están obligados a extraer diariamente las basuras de los patios, habitaciones, azoteas o departamentos, depositándolas en botes metálicos con tapa de cierre ajustado, previamente a su retiro del edificio.

Art. 132. Tanto los propietarios como los inquilinos, están obligados a que los obturadores hidráulicos establecidos en los patios generales de servicio, o especiales de los departamentos, tengan agua en todo tiempo para evitar malos olores.

Art. 133. Cuando las dependencias de un edificio se destinen a usos comerciales o industriales, las obras de acondicionamiento sanitario que se requieran, queden a cargo de los inquilinos, así como su conservación y mantenimiento.

Las obras de acondicionamiento no deberán alterar las condiciones sanitarias del edificio y para ejecutarlas se requiere la autorización del propietario.

Art. 134. Los inquilinos que ocupen viviendas, departamentos o accesorias en los edificios, están obligados a permitir la ejecución de las obras que ordenen las autoridades sanitarias, cuando no se requiera la desocupación total.

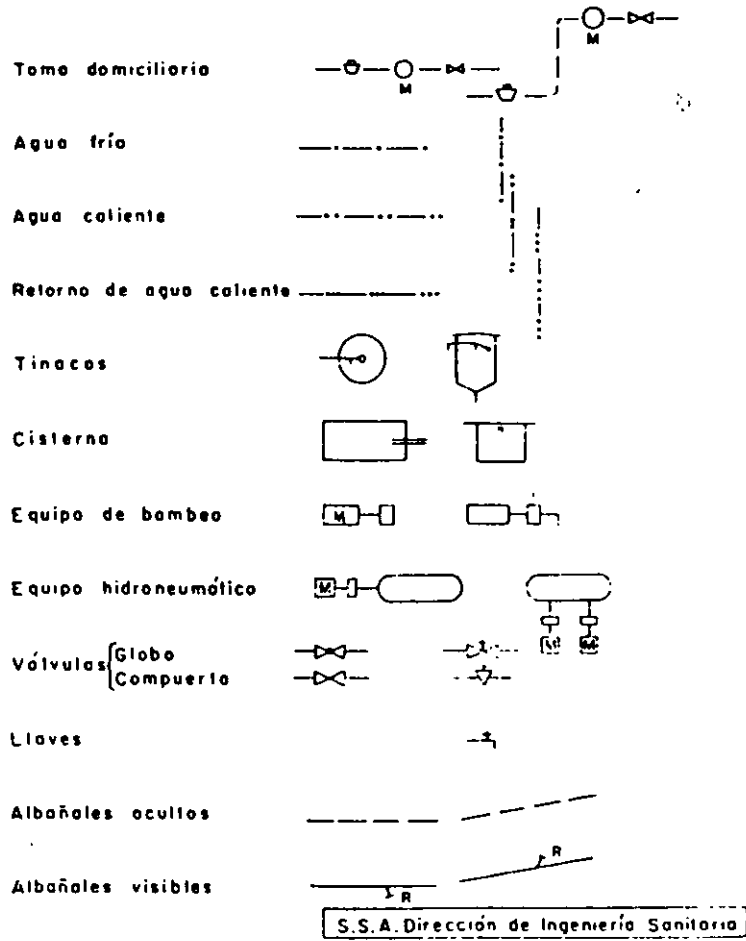
## CAPITULO XI

### Sanciones

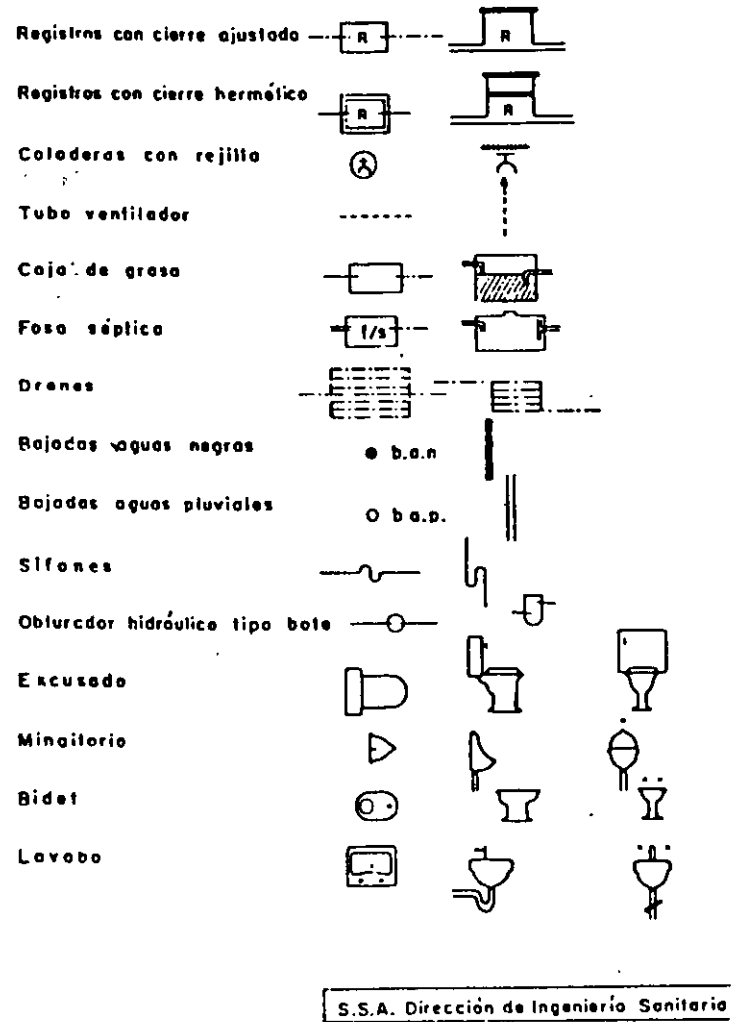
Art. 135. La calificación, imposición y notificación de las sanciones por violaciones al presente Reglamento, se harán de acuerdo con lo que fije el Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos y en la misma forma, el procedimiento por inconformidad con la sanción impuesta, será el que establezca el propio Código.

**SIMBOLOGIA CONVENCIONAL EN CUMPLIMIENTO DEL ARTICULO 4<sup>o</sup> DEL REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA RELATIVA A EDIFICIOS**  
(Diario Oficial de 20 de Mayo de 1964)

①



②



Tino	
Fregadero	
Regadera	
Veredero	
Lavadora	
Lavadero	
Bebadero	
Refrigerador	
Calderas	
Equipo de aire acondicionado	
Aiberco	
Chimeneas	
Bote de basura	
Puerlos	

S.S.A. Dirección de Ingeniería Sanitaria

③















Muro	
Ventana	
Patio	
Tragolez	
Linternilla	
Iluminación y ventilación por desnivel	
Jardín	
Escalera	
Piso de Mosaico	
Lambrines	
Extinguidor	
Caja de Manguera	
Depósito de Arena	
Extractor con rejilla	

④

Muro	
Ventana	
Patio	
Tragolez	
Linternilla	
Iluminación y ventilación por desnivel	
Jardín	
Escalera	
Piso de Mosaico	
Lambrines	
Extinguidor	
Caja de Manguera	
Depósito de Arena	
Extractor con rejilla	

S.S.A. Dirección de Ingeniería Sanitaria

INSTALACIONES PARA GAS

Estufa con un quemador		EQ
Estufa con dos quemadores		E2Q
Estufa con tres quemadores		E3Q
Estufa con tres quemadores y horno		E3QH
Estufa con cuatro quemadores		E4Q
Estufa con cuatro quemadores y horno		E4QH
Estufa con cuatro quemadores horno y comal		E4QHC
Calefactor con rejilla		CAL
Calentador de agua con almacenamiento		
Calentador de agua al paso		CP
Válvula de paso (Globo)		
Válvula de paso (Macho)		
Regulador de recipientes portátiles		

S.S.A. - Dirección de Ingeniería Sanitaria

**REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES  
PARA EL  
DISTRITO FEDERAL\***

**(Extractos)**

**PROYECTO ARQUITECTONICO**

**CAPITULO III**

**Requerimientos de higiene, servicios  
y acondicionamiento ambiental**

Art. 82. Las edificaciones deberán estar provistas de servicios de agua potable capaces de cubrir las demandas mínimas de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias.

Art. 83. Las edificaciones estarán provistas de servicios sanitarios con el número mínimo, tipo de muebles y sus características que se establecen a continuación:

\* Publicado en la Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal el 2 de agosto de 1993



- I. Las viviendas con menos de 45 m<sup>2</sup> contarán, cuando menos con un excusado, una regadera y uno de los siguientes muebles: lavabo, fregadero o lavadero,
- II. Las viviendas con superficie igual o mayor a 45 m<sup>2</sup> contarán cuando menos, con un excusado, una regadera, un lavabo, un lavadero y un fregadero,
- III. Los locales de trabajo y comercio con superficie hasta 120 m<sup>2</sup> y hasta quince trabajadores o usuarios contarán, como mínimo, con un excusado y un lavabo o vertedero;
- IV. En los demás casos se proveerán los muebles sanitarios de conformidad con lo dispuesto en la Normas Técnicas Complementarias.

Art. 84. Las albercas públicas contarán cuando menos con:

- I. Equipos de recirculación, filtración y purificación de agua;
- II. Boquillas de inyección para distribuir el agua tratada y de succión para los aparatos limpiadores de fondo, y
- III. Rejillas de succión distribuidas en la parte honda de la alberca, en número y dimensiones necesarias para que la velocidad de salida del agua sea la adecuada para evitar accidentes a los nadadores.

Art. 85. Las edificaciones que requieran licencia de uso de suelo con dictámen aprobatorio, según lo que establece el artículo 53 de este Reglamento, con una altura de más de cuatro niveles, en lo que se refiere al almacenamiento y la eliminación de la basura, deberán observar lo dispuesto en las Normas Técnicas Complementarias.

Art. 86. Deberán ubicarse uno o varios locales para almacenar depósitos o bolsas de basura, ventilados y a prueba de roedores, en los siguientes casos y aplicando los índices mínimos de dimensionamiento:

- I. Conjuntos habitacionales con más de 50 viviendas, a razón de 40 lt./hab, y
- II. Otros usos no habitacionales con más de 500 m<sup>2</sup>, sin incluir estacionamientos, a razón de 0.01 m<sup>2</sup> por m<sup>2</sup> construido.

Art. 87. Las obras para almacenar residuos sólidos peligrosos, químico-tóxicos y radiactivos se ajustarán al presente Reglamento, a sus Normas Técnicas Complementarias y a Leyes y Reglamentos aplicables.

Art. 88. Las edificaciones que produzcan contaminación por humos, olores, gases y vapores, energía térmica o lumínica, ruidos y vibraciones, se sujetarán a lo dispuesto por las Leyes y Reglamentos aplicables en materia de contaminación ambiental.

Art. 90. Las edificaciones que se destinen a industrias y establecimientos deberán utilizar Agua bis Residual Tratada en sus obras de edificación y contar con la red hidráulica necesaria para su uso, de conformidad con lo establecido en el artículo 77 del Reglamento de Agua y Drenaje para el Distrito Federal.

## CAPITULO VI

### Instalaciones

#### Sección primera

#### Instalaciones hidráulicas y sanitarias

- Art. 150. Los conjuntos habitacionales, las edificaciones de cinco niveles o más y las edificaciones ubicadas en zonas cuya red pública de agua potable tenga una presión inferior a diez metros de columna de agua, deberán contar con cisternas calculadas para almacenar dos veces la demanda mínima diaria de agua potable de la edificación y equipadas con sistema de bombeo.
- Las cisternas deberán ser completamente impermeables, tener registros con cierre hermético y sanitario y ubicarse a tres metros cuando menos, de cualquier tubería permeable de aguas negras.
- Art. 151. Los tinacos deberán colocarse a una altura de, por lo menos, dos metros arriba del mueble sanitario más alto. Deberán ser de materiales impermeables e inocuos y tener registros con cierre hermético y sanitario.
- Art. 152. Las tuberías, conexiones y válvulas para agua potable deberán ser de cobre rígido, cloruro de polivinilo, fierro galvanizado o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes.
- Art. 153. Las instalaciones de infraestructura hidráulica y sanitaria que deban realizarse en el interior de predios de conjuntos habitacionales y otras edificaciones de gran magnitud, previstas en la fracción II del artículo 53 del Reglamento, deberán sujetarse a lo que disponga el Departamento para cada caso.
- Art. 154. Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua; los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas y los mingitorios, tendrán una descarga máxima de diez litros por minuto, y dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio; y los lavabos, y las tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tendrán llaves que no consuman más de diez litros por minuto.
- Art. 155. En las edificaciones establecidas en la Fracción II del Artículo 53 de este Reglamento, el Departamento exigirá la realización de estudios de factibilidad de tratamiento y reúso de aguas residuales, sujetándose a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos aplicables, para definir la obligatoriedad de tener separadas sus instalaciones en agua pluviales, jabonosas y negras las cuales se canalizarán por sus respectivos albañales para su uso, aprovechamiento o desalojo; de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias.
- Art. 156. En las edificaciones de habitación unifamiliar de hasta 500 m<sup>2</sup> y consumos máximos de agua de 1000 m<sup>3</sup> bimestrales, ubicadas en zonas donde exista el servicio público de alcantarillado de tipo separado, los desagües serán separados, uno para aguas pluviales y otro para aguas residuales. En el resto de las edificaciones los desagües se harán separados y estarán sujetos a los proyectos de uso racional de agua, reúso, tratamiento, regularización y sitio de descarga que apruebe el departamento.

- Art. 157. Las tuberías de desagüe de los muebles sanitarios deberán de ser de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, cloruro de polivinilo o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes.
- Las tuberías de desagüe tendrán un diámetro no menor de 32 mm, ni inferior al de la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima de 2 %.
- Art. 158. Queda prohibido el uso de gárgolas o canales que descarguen agua a chorro fuera de los límites propios de cada predio.
- Art. 159. Las tuberías o albañales que conducen las aguas residuales de una edificación hacia afuera de los límites de su predio, deberán ser de 15 cm de diámetro como mínimo, contar con una pendiente mínima de 2 % y cumplir con las normas de calidad que expida la autoridad competente.
- Los albañales deberán estar provistos en su origen de un tubo ventilador de 5 cm de diámetro mínimo que se prolongará cuando menos 1.5 m arriba del nivel de la azotea de la construcción.
- La conexión de tuberías de desagüe con albañales deberá hacerse por medio de obturadores hidráulicos fijos, provistos de ventilación directa.
- Art. 160. Los albañales deberán tener registros colocados a distancias no mayores de 10 m entre cada uno y en cada cambio de dirección del albañal. Los registros deberán ser de 40 x 60 cm, cuando menos, para profundidades de hasta un metro; de 50 x 70 cm, cuando menos para profundidades mayores de uno hasta dos metros y de 60 x 80 cm, cuando menos, para profundidades de más de dos metros. Los registros deberán tener tapas con cierre hermético, a prueba de roedores. Cuando un registro deba colocarse bajo locales habitables, o complementarios, o locales de trabajo y reunión deberán tener doble tapa con cierre hermético.
- Art. 161. En las zonas donde no exista red de alcantarillado público, el Departamento autorizará el uso de fosas sépticas de procesos bioenzimáticos de transformación rápida, siempre y cuando se demuestre la absorción del terreno.
- A las fosas sépticas descargarán únicamente las aguas negras que provengan de excusados y mingitorios.
- En el caso de zonas con suelos inadecuados para la absorción de las aguas residuales, el Departamento determinará el sistema de tratamiento a instalar.
- Art. 162. La descarga de agua de fregaderos que conduzcan a pozos de absorción o terrenos de oxidación deberán contar con trampas de grasa registrables. Los talleres de reparación de vehículos y las gasolineras deberán contar en todos los casos con trampas de grasa en las tuberías de agua residual antes de conectarlas a colectores públicos.
- Art. 163. Se deberán colocar desarenadores en las tuberías de agua residual de estacionamientos públicos descubiertos y circulaciones empedradas de vehículos.
- Art. 163. bis. En las construcciones en ejecución, cuando haya necesidad de bombear el agua freática durante el proceso de cimentación, o con motivo de cualquier desagüe que se requiera, se descargará el agua en un decantador para evitar que sólidos en suspensión azoven la red de alcantarillado. Queda prohibido desalojar agua al arroyo de la calle o la coladera pluvial, debiéndose instalar desde el inicio de la construcción el albañal

autorizado que se conecta al drenaje.

Art. 164.

En las edificaciones ubicadas en calles con red de alcantarillado público, el propietario deberá solicitar al Departamento la conexión del albañal con dicha red, de conformidad de lo que al efecto dispone el Reglamento de Agua y Drenaje para el Distrito Federal y pagar los derechos que establezca la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

**NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS  
DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES  
HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

**C. REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE**

Tipología	Subgénero	Dotación mínima	Observaciones
I. HABITACIÓN	Vivienda	150 Lts./Hab /día	a
II. SERVICIOS			
II.1 OFICINAS	Cualquier tpo	20 Lts./m <sup>2</sup> /día	a,c
II.2 COMERCIO	Locales comerciales Mercados Baños públicos Lavandería de autoservicio	6 Lts./m <sup>2</sup> /día 100 Lts./puesto/día 300 Lts./bañista/regadera/día 40 Lts./kilos de ropa seca	a b
II.3 SALUD	Hospitales, clínicas y centros de salud Orfanatorios y asilos	800 Lts./cama/día 300 Lts./huésped/día	a,b,c a,c
II.4 EDUCACIÓN Y CULTURA	Educación elemental Educación media y superior Exposiciones temporales	20 Lts./alumno/turno 25 Lts./alumno/turno 10 Lts./asistente/día	a,b,c a,b,c b
II.5 RECREACIÓN	Alimentos y bebidas Entretenimiento Circos y ferias Dotación para animales, en su caso Recreación social Deportes al aire libre, con baño y vestidores Estadios	12 Lts./comida 6 Lts./asiento/día 10 Lts./asistente/día 25 Lts./animal/día 25 Lts./asistente/día 150 Lts./ asistente/día 10 Lts./asiento/día	a,b,c a,b b a,c a,c a a,c
II.6 ALOJAMIENTO	Hoteles, moteles y casas de huéspedes	300 Lts./huésped/día	a,c
II.7 SEGURIDAD	Reclusorios Cuarteles	150 Lts./interno/día 150 Lts./persona/día	a,c a,c
II.9 COMUNICACIONES Y TRANSPORTE	Estaciones de transporte Estacionamientos	10 Lts./pasajero/día 2 Lts./m <sup>2</sup> /día	c
III. INDUSTRIA	Industria donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto desaseo Otras industrias	100 lts./Trabajador 30 lts /Trabajador	
IV. ESPACIOS ABIERTOS	Jardines y parques	5 Lts./m <sup>2</sup> /día	

Observaciones

- a) Las necesidades de riego se considerarán por separado a razón de 5 Lts./m<sup>2</sup>/día.
- b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se considerarán por separado a razón de 100 Lts./trabajador/día
- c) En lo referente a la capacidad del almacenamiento de agua para sistemas contra incendios deberá observarse lo dispuesto en el artículo 122 de este Reglamento.

**D. REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SERVICIOS SANITARIOS**

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
II. SERVICIOS II.1 OFICINAS	Hasta 100 personas	2	2	---
	De 101 a 200	3	2	---
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	---
II.2 COMERCIO:	Hasta 25 empleados	2	2	---
	De 26 a 50	3	2	---
	De 51 a 75	4	2	---
	De 76 a 100	5	3	---
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	---
II.2.8 BAÑOS PÚBLICOS:	Hasta 4 usuarios	1	1	2
	De 5 a 10	2	2	1
	De 11 a 20	3	3	4
	De 21 a 50	4	4	8
	Cada 50 adicionales o fracción	3	3	4
II.3 SALUD:	<b>Salas de espera:</b>			
	Por cada 100 personas	2	2	---
	De 101 a 200	3	2	---
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	---
	<b>Cuartos de camas:</b>			
	Hasta 10 camas	1	1	1
	De 11 a 25	3	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1
	<b>Empleados:</b>			
	Hasta 25 empleados:	2	2	---
De 26 a 50	3	2	---	
De 51 a 75	4	2	---	
De 76 a 100	5	3	---	
Cada 100 adicionales o fracción	3	2	---	
II.4 EDUCACIÓN Y CULTURA EDUCACIÓN ELEMENTAL MEDIA SUPERIOR.	Cada 50 alumnos	2	2	---
	Hasta 75 alumnos	3	2	---
	De 76 a 150	4	2	---
	Cada 75 adicionales o fracción	2	2	---
CENTROS DE INFORMACIÓN:	Hasta 100 personas	2	2	---
	De 101 a 200	4	4	---
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	---
INSTALACIONES PARA EXHIBICIONES:	Hasta 100 personas	2	2	---
	De 101 a 400	4	4	---
	Cada 200 adicionales o fracción	1	1	---

**NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
II.5 RECREACIÓN:	<b>Entretenimiento:</b>			
	Hasta 100 personas	2	2	---
	De 101 a 200	4	4	---
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	---
	<b>Deportes y Recreación:</b>			
	<b>Canchas y centros deportivos:</b>			
	Hasta 100 personas	2	2	2
	De 101 a 200	4	4	4
	Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	2
	<b>Estadíos:</b>			
Hasta 100 personas	2	2	---	
De 101 a 200	4	4	---	
Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	---	
II.6 ALOJAMIENTO:	Hasta 10 huéspedes	1	1	1
	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	2	1
II.7 SEGURIDAD:	Hasta 10 personas	1	1	1
	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1
II.8 SERVICIOS FUNERARIOS:	<b>Funerarias y velatorios:</b>			
	Hasta 100 personas	2	2	---
	De 101 a 200 personas	4	4	---
	Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	---
II.9 COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	<b>Estacionamientos:</b>			
	<b>Empleados</b>			
	Hasta 100 personas	1	1	---
	Público	2	2	---
	<b>Terminales y estaciones de transporte:</b>			
	Hasta 100 personas	2	2	1
	De 101 a 200	4	4	2
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	1
	<b>Comunicaciones:</b>			
	Hasta 100 personas	2	2	---
De 101 a 200	3	2	---	
Cada 100 adicionales o fracción	2	1	---	



**NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
III. INDUSTRIAS:	Industrias, almacenes y bodegas donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto de aseo:			
	Hasta 25 personas	2	2	2
	De 26 a 50	3	3	3
	De 51 a 75	4	4	4
	De 76 a 100	5	4	4
	Cada 100 adicionales o fracción	3	3	3
	Demás Industrias, almacenes y bodegas:			
	Hasta 25 personas	2	1	1
	De 26 a 50	3	2	2
	De 51 a 75	4	3	2
	De 76 a 100	5	3	3
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	2
IV. ESPACIOS ABIERTOS:	Jardines y parques:			
	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 400	4	4	—
	Cada 200 adicionales o fracción	1	1	—

En edificaciones de comercio los sanitarios se proporcionarán para empleados y público en partes iguales, dividiendo entre dos las cantidades indicadas.

En los baños públicos y en deportes al aire libre se deberá contar, además, con un estidor, casillero o similar por cada usuario

En baños de agua fría o de agua caliente se deberán colocar adicionalmente dos regaderas de agua caliente y fría y una de presión:

- V. Los excusados, lavabos y regaderas a que se refiere la tabla de la fracción anterior, se distribuirán por partes iguales en locales separados para hombres y mujeres. En los casos en que se demuestre el predominio de un sexo sobre otro entre los usuarios, podrá hacerse la proporción equisiente, señalándolo así en el proyecto;
- VI. En el caso de locales sanitarios para hombres será obligatorio agregar un mingitorio para locales con un máximo de dos excusados. A partir de locales con tres excusados, podrá sustituirse uno de ellos por un mingitorio, sin necesidad de recalcular el número de excusados. El procedimiento de sustitución podrá aplicarse a locales con mayor número de excusados, pero la proporción entre éstos y los mingitorios no excederá de uno a tres;
- VII. Todas las edificaciones, excepto de habitación y alojamiento, deberán contar con bebedores o con depósitos de agua potable en proporción de uno por cada treinta trabajadores o fracción que exceda de quince, o uno por cada cien alumnos, según sea el caso;
- VIII. En industrias y lugares de trabajo donde el trabajador esté expuesto a contaminación por gases o materiales irritantes o infecciosos, se colocará un lavabo adicional por cada diez personas;
- IX. En los espacios para muebles sanitarios se observarán las siguientes dimensiones mínimas libres:

		Frente (m)	Fondo (m)
Usos domésticos y baños en cuartos de hotel	Excusado	0.70	1.05
	Lavabo	0.70	0.70
	Regadera	0.70	0.70
Baños públicos	Excusado	0.75	1.10
	Lavabo	0.75	0.80
	Regadera	0.80	0.80
	Regadera a presión	1.20	1.20

En baños y sanitarios de uso doméstico y cuartos de hotel, los espacios libres que quedan al frente y a los lados de excusados y lavabos podrán ser comunes a dos o más muebles.

## **NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

---

- X. En los sanitarios de uso público indicados en la tabla de la fracción IV se deberá destinar, por lo menos, un espacio para excusado de cada diez o fracción, a partir de cinco, para uso exclusivo de personas impedidas. En estos casos, las medidas del espacio para excusado serán de 1.70 x 1.70 m., y deberán colocarse pasamanos y otros dispositivos que establezcan las Normas Técnicas Complementarias correspondientes.
- XI. Los sanitarios deberán ubicarse de manera que no sea necesario para cualquier usuario subir o bajar más de un nivel o recorrer más de 50 metros para acceder a ellos;
- XII. Los sanitarios deberán tener pisos impermeables y antiderrapantes y los muros de las regaderas deberán tener materiales impermeables hasta una altura de 1.50 m, y
- XIII. El acceso a cualquier sanitario de uso público se hará de tal manera que al abrir la puerta no se tenga la vista a regaderas, excusados y mingitorios.

## AYUDAS DE DISEÑO

**CUADRO 1  
DIAMETROS Y CARACTERISTICAS DE LOS TUBOS DE HIERRO GALVANIZADO  
DE USO COMUN EN EDIFICACION**

DIAMETRO		PESO kg/m	ESPESOR EN MILIMETROS	ROSCA (NUMERO DE HILOS POR PULGADA)
PULGADAS	MILIMETROS			
1/2	12.7	1.290	2.77	14
3/4	19.1	1.720	2.87	14
1	25.4	2.570	3.38	11
1 1/4	31.8	3.180	3.56	11
1 1/2	38.1	4.120	3.68	11
2	50.8	5.510	3.91	11

**CUADRO 2  
DIAMETROS Y CARACTERISTICAS DE LOS TUBOS DE COBRE TIPO M**

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

**CUADRO 3  
DIAMETROS Y CARACTERISTICAS DE LOS TUBOS DE COBRE TIPO L**

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb por pie kg por m	PESO POR TRAMO lb kg	PRESION MAXIMA lb/pulg <sup>2</sup> kg/cm <sup>2</sup>	PRESION CONSTANTE lb/pulg <sup>2</sup> kg/cm <sup>2</sup>	FLUJO EN: gpm l/min
1/4 6.35	0.375 9.525	0.315 8.001	0.030 0.762	0.126 0.187	2.524 1.146	7200 506.16	1440 101.23	
3/8 9.5	0.500 12.700	0.430 10.922	0.035 0.889	0.198 0.295	3.965 1.800	6300 442.89	1260 88.77	1.873 7.089
1/2 12.7	0.625 15.875	0.545 13.843	0.040 1.016	0.285 0.424	5.705 2.590	5760 404.92	1152 80.98	3.565 13.493
3/4 19	0.875 22.225	0.785 19.939	0.045 1.143	0.455 0.678	9.110 4.136	4632 325.62	926 65.09	9.600 36.336
1 25	1.125 28.575	1.025 26.035	0.050 1.270	0.655 0.976	13.114 5.954	4000 281.20	800 56.24	19.799 74.940
1 1/4 32	1.375 34.925	1.265 32.231	0.055 1.397	0.885 1.317	17.700 8.036	3600 253.08	720 50.61	35.048 132.660
1 1/2 38	1.625 41.275	1.505 38.227	0.060 1.524	1.143 1.698	22.826 10.363	3323 233.60	664 46.67	56.158 212.560
2 51	2.125 53.975	1.985 50.419	0.070 1.778	1.752 2.608	35.042 15.909	2965 208.43	593 41.68	119.099 450.790
2 1/2 64	2.625 66.675	2.465 62.611	0.080 2.032	2.483 3.695	49.658 22.545	2742 192.76	548 38.52	214.298 811.120
3 76	3.125 79.375	2.945 74.803	0.090 2.286	3.332 4.962	66.645 30.257	2582 182.21	518 36.41	347.397 1314.900
4 102	4.125 104.775	3.905 99.167	0.110 2.794	5.386 8.017	107.729 48.909	2400 168.72	480 33.74	747.627 2829.770
6 152	6.125 152.575	5.845 148.463	0.140 3.556	10.218 15.209	204.357 92.778	2000 140.60	400 28.12	

**CUADRO 4**  
**DIAMETROS Y CARACTERISTICAS DE LOS TUBOS DE COBRE TIPO K**

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb por pie kg por m	PESO POR TRAMO lb kg	PRESION MAXIMA lb/pulg <sup>2</sup> kg/cm <sup>2</sup>	PRESION CONSTANTE lb/pulg <sup>2</sup> kg/cm <sup>2</sup>	FLUJO EN: gpm l/min
3/8 9.5	0.500 12.700	0.402 10.210	0.049 1.245	0.269 0.400	5.385 2.445	8820 620.04	1764 124.00	6.640 1.754
1/2 12.7	0.625 15.875	0.527 13.385	0.049 1.245	0.344 0.512	6.890 3.128	7056 496.03	1411 99.19	12.507 3.304
3/4 19	0.875 22.225	0.745 18.923	0.065 1.651	0.640 0.954	12.813 5.817	6685 469.95	1337 93.99	32.594 8.611
1 25	1.125 28.575	0.995 25.273	0.065 1.651	0.840 1.250	16.799 7.627	5200 209.00	1040 73.11	75.042 19.826
1 1/4 32	1.375 34.925	1.245 31.623	0.065 1.651	1.041 1.549	20.824 9.454	4260 299.47	852 59.89	132.270 34.940
1 1/2 38	1.625 40.640	1.481 37.617	0.072 1.829	1.361 2.026	27.231 12.363	3988 280.35	797 56.02	212.240 56.074
2 51	2.125 53.975	1.959 49.759	0.083 2.108	2.062 3.070	41.249 18.727	3515 247.10	703 49.42	454.800 120.158

**CUADRO 5**  
**DIAMETROS Y CARACTERISTICAS DE LOS TUBOS DE COBRE TIPO DWV**

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb por pie kg por m	PESO POR TRAMO lb kg
1 1/4 32	1.375 34.925	1.295 32.893	0.040 1.016	0.651 0.969	13.022 5.912
1 1/2 38	1.625 41.275	1.541 39.141	0.042 1.067	0.810 1.206	16.213 7.361
2 51	2.125 53.975	2.041 51.841	0.042 1.067	1.066 1.587	21.335 9.686
3 76	3.125 79.375	3.035 77.089	0.045 1.143	1.690 2.515	33.801 15.346
4 102	4.125 104.775	4.009 101.829	0.058 1.473	2.876 4.281	57.528 26.118
5 127	5.125 130.175	4.981 126.517	0.072 1.829	4.436 6.603	88.729 40.283

**CUADRO 6  
GASTO MINIMO EN LAS LLAVES O GRIFOS DE LOS APARATOS SANITARIOS**

DIAMETRO MINIMO DEL TUBO DE ENTRADA mm(pulg)	TIPO DE APARATO SANITARIO	PRACTICA EUROPEA		PRACTICA NORTEAMERICANA	
		PRESION EN LA ENTRADA EN METROS DE COLUMNA DE AGUA <sup>(1)</sup>	GASTO POR LLAVE l/s	PRESION EN LA ENTRADA EN METROS DE COLUMNA DE AGUA <sup>(2)</sup>	GASTO POR LLAVE l/s
9.5(3/8)	Lavabo	De 1 a 1.5 m de columna de agua	0.10	5.6	0.19
9.5(3/8)	Lavabo autocerrante		ND	8.4	0.16
13(1/2)	Tina		0.20	3.5	0.38
13(1/2)	Regadera		0.10	8.4	0.32
9.5(3/8)	Bidé		0.10	-	-
9.5(3/8)	WC con depósito		0.10	-	-
25(1)	WC con fluxómetro		2.00 <sup>(3)</sup>	7.0 A 14.0	0.95 A 2.52
13(1/2)	Fregadero de vivienda		0.15	7.0	0.28
19(3/4)	Fregadero de restaurante		0.30	3.5	0.28
13(1/2)	Lavadero para ropa		0.20	3.5	0.32
13(1/2)	Hidrante de riego 20 mm (3/4) de diám.		0.60	-	-
13(1/2)	Hidrante de riego 35 mm (1 1/4) de diám.		1.00	-	-
13(1/2)	Hidrante contra incendio 45 mm (1 3/4) de diám.		3.00	-	-
13(1/2)	Hidrante contra incendio 70 mm (2 3/4) de diám.		8.00	-	-
9.5(3/8)	Urinario de lavado controlado		0.10	-	-
9.5(3/8)	Urinario de lavado continuo		0.05	-	-
9.5(3/8)	Urinario de descarga automática		0.05	-	-

- NOTAS: <sup>(1)</sup> Según el National Plumbing Code de los EUA
- <sup>(2)</sup> El Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios especifica en su artículo 57: "Los depósitos que trabajan por gravedad, se colocarán a una altura de 2 m por lo menos, arriba de los muebles sanitarios del nivel más alto.
- Para aparatos no enlistados puede utilizarse el aparato más similar de la lista tanto para el gasto de su llave o grifo como para el diámetro del tubo de entrada.
- <sup>(3)</sup> Debe tener mayor presión con fluxómetro.

**CUADRO 7  
GASTOS EN LAS DERIVACIONES PARA MUEBLES O APARATOS DE USO PUBLICO**

NUMERO DE MUEBLES O APARATOS	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	30	35	40
	PORCENTAJE A CONSIDERAR DE LA SUMA DE LOS GASTOS DE LOS MUEBLES												
Lavabos	100	100	75	60	50	50	50	50	50	50	50	50	50
WC con depósito	100	67	50	40	37	37	30	30	30	30	30	30	30
WC con fluxómetro	50	33	30	25	25	25	20	20	20	16	15	15	15
Urinaricos	100	67	50	40	37	37	30	27	25	24	23	20	20
Regaderas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**CUADRO 8  
PORCENTAJE A CONSIDERAR EN TRAMOS DE COLUMNAS O DISTRIBUIDORES**

GRUPOS DE APARATOS SERVIDOS	PORCENTAJE DE SIMULTANEIDAD	
	WC CON DEPOSITO	WC CON FLUXOMETRO
1	100	100
2	90	80
3	85	65
4	80	55
5	75	50
6	70	44
8	64	35
10	55	27
20	50	20
30	43	14
40	38	10
50	35	9
75	33	8
100	32	7
150	31	5
200	30	4
500	27	3
1000	25	2



**CUADRO 9  
ALIMENTACIONES  
EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO**

DIAMETRO DEL MUEBLE (mm)	MUEBLE O APARATO	TIPO DE SERVICIO	TIPO DE CONTROL	UNIDAD MUEBLE
13	Inodoro	Público	Tanque	5
25 ó 32	Inodoro	Público	Fluxómetro	10
13	Fregadero	Hotel, restaurante	Llave	4
13	Lavabo	Público	Llave	2
17 ó 25	Mingitono de pared	Público	Tanque	3
13	Mingitorio de pared	Público	Fluxómetro	5
13	Regadera	Público	Mezcladora	4
13	Tina de baño	Público	Llave	4
13	Vertedero	Oficina	Llave	3
-	Cuarto de baño	Privado	WC tanque	6
-	Cuarto de baño	Privado	WC Fluxómetro	8
13	Inodoro	Privado	Tanque	3
25	Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
13	Fregadero	Privado	Llave	2
13	Lavabo	Privado	Llave	1
13	Lavadero LLave de jardín	Privado	Llave	3
13	Regadera	Privado	Mezcladora	2
13	Tina de baño	Privado	Llaves	2
13	Lavadora	Privado	Llaves	3

**CUADRO 10**  
**GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO**  
**EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
1	0.10	-	31	1.31	2.64	72	2.31	3.64
2	0.18	-	32	1.34	2.67	74	2.35	3.68
3	0.25	-	33	1.37	2.70	76	2.38	3.72
4	0.31	-	34	1.40	2.73	78	2.42	3.76
5	0.37	1.30	35	1.43	2.76	80	2.45	3.80
6	0.42	1.39	36	1.46	2.79	82	2.49	3.84
7	0.46	1.48	37	1.49	2.82	84	2.52	3.88
8	0.50	1.56	38	1.52	2.85	86	2.56	3.92
9	0.54	1.63	39	1.55	2.88	88	2.59	3.96
10	0.58	1.70	40	1.58	2.91	90	2.63	4.00
11	0.61	1.76	41	1.61	2.94	92	2.66	4.04
12	0.65	1.82	42	1.64	2.97	94	2.70	4.08
13	0.68	1.88	43	1.67	3.00	96	2.73	4.12
14	0.72	1.93	44	1.70	3.03	98	2.76	4.16
15	0.75	1.98	45	1.73	3.06	100	2.79	4.20
16	0.79	2.03	46	1.76	3.09	102	2.82	4.23
17	0.82	2.08	47	1.79	3.12	104	2.85	4.26
18	0.86	2.13	48	1.82	3.15	106	2.88	4.29
19	0.89	2.17	49	1.84	3.18	108	2.91	4.32
20	0.93	2.21	50	1.87	3.20	110	2.94	4.35
21	0.96	2.25	52	1.92	3.24	112	2.97	4.38
22	1.00	2.29	54	1.97	3.28	114	3.00	4.41
23	1.03	2.33	56	2.02	3.32	116	3.03	4.44
24	1.07	2.37	58	2.06	3.36	118	3.07	4.47
25	1.10	2.41	60	2.10	3.40	120	3.10	4.50
26	1.14	2.45	62	2.14	3.44	122	3.14	4.53
27	1.17	2.49	64	2.17	3.48	124	3.17	4.56
28	1.21	2.53	66	2.21	3.52	126	3.20	4.59
29	1.24	2.57	68	2.24	3.56	128	3.23	4.62
30	1.28	2.61	70	2.28	3.60	130	3.26	4.65

**CUADRO 10**  
**GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO**  
**EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE**  
**(CONTINUACION)**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
132	3.29	4.68	192	4.16	5.55	252	4.95	6.36
134	3.32	4.71	194	4.19	5.58	254	4.98	6.39
136	3.35	4.74	196	4.22	5.60	256	5.00	6.42
138	3.38	4.77	198	4.25	5.63	258	5.03	6.44
140	3.41	4.80	200	4.28	5.66	260	5.05	6.46
142	3.44	4.83	202	4.31	5.69	262	5.08	6.49
144	3.47	4.86	204	4.34	5.72	264	5.10	6.51
146	3.50	4.89	206	4.37	5.74	266	5.13	6.53
148	3.53	4.92	208	4.39	5.77	268	5.15	6.56
150	3.56	4.95	210	4.42	5.80	270	5.18	6.58
152	3.59	4.98	212	4.44	5.83	272	5.20	6.60
154	3.62	5.01	214	4.47	5.85	274	5.23	6.62
156	3.65	5.04	216	4.49	5.88	276	5.25	6.65
158	3.68	5.07	218	4.52	5.91	278	5.28	6.67
160	3.71	5.10	220	4.54	5.94	280	5.30	6.69
162	3.74	5.13	222	4.57	5.96	282	5.33	6.72
164	3.77	5.16	224	4.60	5.99	284	5.35	6.74
166	3.80	5.18	226	4.63	6.02	286	5.38	6.76
168	3.83	5.21	228	4.65	6.04	288	5.40	6.78
170	3.86	5.24	230	4.68	6.07	290	5.43	6.80
172	3.89	5.27	232	4.70	6.10	292	5.45	6.83
174	3.91	5.30	234	4.73	6.12	294	5.48	6.85
176	3.94	5.32	236	4.75	6.15	296	5.50	6.87
178	3.96	5.35	238	4.78	6.18	298	5.53	6.89
180	3.99	5.38	240	4.80	6.20	300	5.55	6.92
182	4.01	5.41	242	4.83	6.23	302	5.58	6.95
184	4.04	5.44	244	4.85	6.26	304	5.61	6.97
186	4.07	5.46	246	4.88	6.28	306	5.64	6.99
188	4.10	5.49	248	4.90	6.31	308	5.66	7.01
190	4.13	5.52	250	4.93	6.34	310	5.69	7.04

**CUADRO 10  
GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO  
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE  
(CONTINUACION)**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
312	5.71	7.07	372	6.46	7.72	432	7.22	8.32
314	5.74	7.09	374	6.49	7.74	434	7.25	8.34
316	5.76	7.11	376	6.51	7.76	436	7.27	8.36
318	5.79	7.13	378	6.54	7.78	438	7.30	8.38
320	5.81	7.16	380	6.56	7.80	440	7.32	8.40
322	5.84	7.19	382	6.59	7.82	442	7.35	8.42
324	5.86	7.21	384	6.62	7.84	444	7.37	8.44
326	5.89	7.23	386	6.65	7.86	446	7.39	8.46
328	5.91	7.25	388	6.67	7.88	448	7.41	8.48
330	5.94	7.28	390	6.70	7.90	450	7.43	8.50
332	5.96	7.30	392	6.72	7.92	452	7.45	8.52
334	5.99	7.32	394	6.75	7.94	454	7.47	8.54
336	6.01	7.34	396	6.77	7.96	456	7.49	8.56
338	6.04	7.36	398	6.80	7.98	458	7.51	8.58
340	6.06	7.39	400	6.82	8.00	460	7.53	8.60
342	6.09	7.41	402	6.85	8.02	462	7.55	8.62
344	6.11	7.43	404	6.87	8.04	464	7.57	8.64
346	6.14	7.45	406	6.90	8.06	466	7.60	8.66
348	6.16	7.47	408	6.92	8.08	468	7.62	8.68
350	6.19	7.50	410	6.95	8.10	470	7.65	8.70
352	6.21	7.52	412	6.97	8.12	472	7.67	8.72
354	6.24	7.54	414	7.00	8.14	474	7.70	8.74
356	6.26	7.56	416	7.02	8.16	476	7.72	8.76
358	6.29	7.58	418	7.05	8.18	478	7.75	8.78
360	6.31	7.60	420	7.07	8.20	480	7.77	8.80
362	6.34	7.62	422	7.10	8.22	482	7.80	8.82
364	6.36	7.64	424	7.12	8.24	484	7.82	8.84
366	6.39	7.66	426	7.15	8.26	486	7.85	8.86
368	6.41	7.68	428	7.17	8.28	488	7.87	8.88
370	6.44	7.70	430	7.20	8.30	490	7.89	8.90

**CUADRO 10  
GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO  
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE  
(CONTINUACION)**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
492	7.91	8.92	630	9.49	10.30	780	11.24	11.74
494	7.93	8.94	635	9.54	10.35	785	11.30	11.78
496	7.95	8.96	640	9.59	10.40	790	11.36	11.82
498	7.97	8.98	645	9.65	10.45	795	11.42	11.86
500	7.99	9.00	650	9.71	10.50	800	11.48	11.90
505	8.04	9.05	655	9.77	10.55	805	11.54	11.95
510	8.10	9.10	660	9.83	10.60	810	11.60	12.00
515	8.16	9.15	665	9.89	10.65	815	11.65	12.05
520	8.22	9.20	670	9.95	10.70	820	11.71	12.10
525	8.28	9.25	675	10.00	10.75	825	11.76	12.15
530	8.34	9.30	680	10.05	10.80	830	11.82	12.20
535	8.40	9.35	685	10.10	10.85	835	11.87	12.25
540	8.46	9.40	690	10.16	10.90	840	11.93	12.30
545	8.51	9.45	695	10.22	10.95	845	11.98	12.35
550	8.56	9.50	700	10.28	11.00	850	12.04	12.40
555	8.62	9.55	705	10.34	11.05	855	12.09	12.45
560	8.68	9.60	710	10.40	11.10	860	12.15	12.50
565	8.74	9.65	715	10.46	11.15	865	12.20	12.55
570	8.80	9.70	720	10.52	11.20	870	12.26	12.60
575	8.86	9.75	725	10.58	11.25	875	12.31	12.65
580	8.92	9.80	730	10.64	11.30	880	12.37	12.70
585	8.97	9.85	735	10.70	11.35	885	12.42	12.75
590	9.02	9.90	740	10.76	11.40	890	12.48	12.80
595	9.07	9.95	745	10.82	11.45	895	12.53	12.84
600	9.13	10.00	750	10.88	11.50	900	12.59	12.88
605	9.19	10.05	755	10.94	11.54	905	12.64	12.92
610	9.25	10.10	760	11.00	11.58	910	12.70	12.96
615	9.31	10.15	765	11.06	11.62	915	12.75	13.00
620	9.37	10.20	770	11.12	11.66	920	12.81	13.04
625	9.43	10.25	775	11.18	11.70	925	12.86	13.08

**CUADRO 10  
GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO  
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE  
(CONTINUACION)**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO		SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
830	12.92	13.12	955	13.19	13.32	980	13.47	13.52
835	12.97	13.16	960	13.25	13.36	985	13.52	13.56
840	13.03	13.20	965	13.30	13.40	990	13.58	13.60
845	13.08	13.24	970	13.36	13.44	995	13.63	13.65
850	13.14	13.28	975	13.41	13.48	1000	13.69	13.69

A PARTIR DE 1000 UM LOS GASTOS PROBABLES PARA MUEBLES CON O SIN FLUXOMETRO SON IGUALES

**CUADRO 10  
GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO  
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE  
(CONTINUACION)**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE
1010	13.78	1220	15.51	1430	17.12	1640	18.60
1020	13.87	1230	15.59	1440	17.19	1650	18.67
1030	13.96	1240	15.67	1450	17.26	1660	18.74
1040	14.05	1250	15.75	1460	17.33	1670	18.81
1050	14.14	1260	15.83	1470	17.40	1680	18.88
1060	14.22	1270	15.91	1480	17.47	1690	18.95
1070	14.30	1280	15.99	1490	17.54	1700	19.02
1080	14.38	1290	16.06	1500	17.61	1710	19.09
1090	14.46	1300	16.13	1510	17.69	1720	19.16
1100	14.54	1310	16.21	1520	17.76	1730	19.23
1110	14.63	1320	16.29	1530	17.83	1740	19.30
1120	14.71	1330	16.37	1540	17.90	1750	19.37
1130	14.79	1340	16.45	1550	17.97	1760	19.44
1140	14.87	1350	16.53	1560	18.04	1770	19.51
1150	14.95	1360	16.60	1570	18.11	1780	19.58
1160	15.03	1370	16.67	1580	18.18	1790	19.65
1170	15.11	1380	16.74	1590	18.25	1800	19.72
1180	15.19	1390	16.81	1600	18.32	1810	19.79
1190	15.27	1400	16.88	1610	18.39	1820	19.86
1200	15.35	1410	16.96	1620	18.46	1830	19.93
1210	15.43	1420	17.04	1630	18.53	1840	20.00

**CUADRO 10**  
**GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO**  
**EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE**  
**(CONTINUACION)**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE
1850	20.07	2360	23.54	3020	27.83	3950	33.15
1860	20.14	2380	23.67	3040	27.96	4000	33.40
1870	20.21	2400	23.80	3060	28.08	4050	33.65
1880	20.28	2420	23.94	3080	28.20	4100	33.90
1890	20.35	2440	24.08	3100	28.32	4150	34.14
1900	20.42	2460	24.21	3120	28.45	4200	34.38
1910	20.49	2480	24.34	3140	28.58	4250	34.62
1920	20.56	2500	24.47	3160	28.70	4300	34.85
1930	20.63	2520	24.60	3180	28.82	4350	35.08
1940	20.70	2540	24.73	3200	28.94	4400	35.31
1950	20.77	2560	24.86	3220	29.06	4450	35.53
1960	20.84	2580	24.99	3240	29.18	4500	35.75
1970	20.91	2600	25.12	3260	29.30	4550	35.97
1980	20.98	2620	25.25	3280	29.42	4600	36.18
1990	21.04	2640	25.38	3300	29.54	4650	36.39
2000	21.10	2660	25.51	3320	29.66	4700	36.60
2020	21.24	2680	25.64	3340	29.78	4750	36.80
2040	21.38	2700	25.77	3360	29.90	4800	36.99
2060	21.52	2720	25.90	3380	30.02	4850	37.19
2080	21.66	2740	26.03	3400	30.13	4900	37.38
2100	21.80	2760	26.16	3420	30.25	4950	37.56
2120	21.94	2780	26.29	3440	30.37	5000	37.74
2140	22.07	2800	26.42	3460	30.49	5050	37.92
2160	22.20	2820	26.55	3480	30.60	5100	38.10
2180	22.33	2840	26.68	3500	30.71	5150	38.28
2200	22.46	2860	26.81	3550	30.99	5200	38.45
2220	22.60	2880	26.94	3600	31.28	5250	38.62
2240	22.74	2900	27.07	3650	31.55	5300	38.79
2260	22.88	2920	27.20	3700	31.83	5350	38.96
2280	23.02	2940	27.33	3750	32.10	5400	39.12
2300	23.15	2960	27.46	3800	32.37	5450	39.29
2320	23.28	2980	27.58	3850	32.63	5500	39.45
2340	23.41	3000	27.70	3900	32.89	5550	39.61

**CUADRO 10  
GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO  
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE  
(CONTINUACION)**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE
5600	39.77	6350	41.91	7200	43.87	8700	46.58
5650	39.93	6400	42.03	7300	44.08	8800	46.74
5700	40.09	6450	42.16	7400	44.28	8900	46.90
5750	40.24	6500	42.28	7500	44.48	9000	47.06
5800	40.39	6550	42.40	7600	44.68	9100	47.21
5850	40.54	6600	42.52	7700	44.87	9200	47.37
5900	40.68	6650	42.64	7800	45.06	9300	47.52
5950	40.82	6700	42.76	7900	45.24	9400	47.68
6000	40.96	6750	42.88	8000	45.42	9500	47.83
6050	41.10	6800	43.00	8100	45.59	9600	47.98
6100	41.24	6850	43.12	8200	45.75	9700	48.13
6150	41.38	6900	43.23	8300	45.92	9800	48.28
6200	41.51	6950	43.34	8400	46.09	9900	48.43
6250	41.65	7000	43.45	8500	46.25	10000	48.57
6300	41.78	7100	43.66	8600	46.42		



**CUADRO 11  
UNIDADES MUEBLE DE DESAGÜE**

MUEBLE	U.M.	DIAMETRO EN mm
Bebedero	0.5	25
Bidet	3	38
Coladera de piso	-	50
Excusado de tanque	4	100
Excusado de válvula	8	100
Fregadero doméstico	2	38
Fregadero doméstico con triturador	3	38
Fregadero de restaurante	3	38
Grupo de baño con wc, lavabo, tina o regadera:		
Con wc de tanque	6	-
Con wc de fluxómetro	8	-
Lavabo (desague chico)	1	32
Lavabo (desague grande)	2	38
Lavabo de barbería	2	38
Lavabo de cirugía	2	38
Lavabo colectivo, cada juego de llaves	2	38
Lavabo dental	1	32
Lavadero	2	38
Lavadora de trastes doméstica	2	38
Mingitorio de pedestal	8	75
Mingitorio de pared	4	50
Mingitorio colectivo, cada 60 cm	2	50
Regadera	2	50
Regadera grupo cada cebolla	3	-
Tina	2	38
Tina grande	2	38
Unidad dental	1	32
Vertedero de cirugía	3	38
Vertedero de servicio	3	75
Vertedero de servicio con trampa	2	50
Vertedero de cocina	4	38

**CUADRO 12  
CAPACIDAD MAXIMA EN U.M. PARA ALBAÑALES  
Y RAMALES DE ALBAÑAL PARA DIVERSAS PENDIENTES**

DIAMETRO mm	PENDIENTE			
	0.5%	1%	2%	4%
32	-	-	1	1
38	-	-	3	3
50	-	-	21	26
64	-	-	24	31
75	-	20'	27'	36'
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700
375	7000	8500	10000	12000

No más de dos inodoros

**CUADRO 13  
CAPACIDAD MAXIMA DE COLUMNAS DE DESAGUE EN U.M.**

DIAMETRO (mm)	CUALQUIER RAMAL HORIZONTAL	BAJADA DE TRES PISOS O MENOS	MAS DE TRES PISOS	
			TOTAL EN LA BAJADA	TOTAL EN UN PISO
32	1	2	2	1
38	3	4	8	2
50	6	10	24	6
64	12	20	42	9
75	20'	30''	60''	16'
100	160	240	500	90
150	620	960	1900	350
200	1400	2200	3600	600
250	2500	3800	5600	1000
300	3900	6000	8400	1500

NOTA: \* No más de dos inodoros

\*\* No más de seis inodoros

**CUADRO 14**  
**LONGITUD MAXIMA DE COLUMNAS DE VENTILACION EN METROS**










DIAMETRO DE LA BAJADA (mm)	U.M.	DIAMETRO DE LA VENTILACION REQUERIDA								
		32	38	50	64	75	100	125	150	200
32	2	9								
38	8	15	46							
64	10	9	30							
50	12	9	23	61						
50	20	8	15	46						
38	42		9	30	91					
75	10		9	30	61	183				
75	30			18	61	152				
75	60			15	24	122				
100	100			11	30	79	305			
100	200			9	28	76	274			
100	500			6	21	55	213			
125	200				11	24	107	305		
125	500				9	21	91	274		
125	1100				6	15	61	213		
150	350				8	15	61	122	396	
150	620				5	9	38	91	335	
150	960					7	30	76	305	
150	1900					6	21	61	213	
200	600						15	46	152	396
200	1400						12	30	122	366
200	2200						9	24	107	335
200	3600						8	18	76	244
250	1000							23	38	305
250	2500							15	30	152
250	3800							9	24	107
250	5600							8	18	76

NOTA: El 20% de la longitud anotada puede ser instalada en posición horizontal.



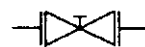


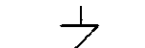
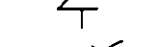
**CUADRO 15  
CARACTERISTICAS DE TANQUES HIDRONEUMATICOS**

CAPACIDAD APROXIMADA galones	DIMENSIONES DEL TANQUE		Peso, para una presión de trabajo de 100 lb/pulg <sup>2</sup> cuando se vacía el tanque, en libras.
	Diámetro en pulgadas	Longitud en pies	
65	20	4	115
85	20	5	140
87	24	4	390
110	24	5	470
135	24	6	540
170	30	5	615
205	30	6	715
340	36	7	970
390	42	6	1050
460	42	7	1190
530	42	8	1310
680	48	8	1770
770	48	9	1950
865	48	10	2170
1300	60	10	3240
1600	60	12	3780
2400	72	12	5620
2820	72	14	6500
3150	72	16	7300
3260	84	12	7570
3700	84	14	8800
4330	84	16	9800
4880	84	18	10570
4830	96	14	11700
5580	96	16	12900
7500	96	22	14600
10000	96	29	18600

**TUBERIAS**

-  Alimentación general de agua fría (de la toma, a tinacos o a cisterna)
-  Tubería de agua fría (red de distribución del edificio)
-  Tubería de agua caliente
-  Tubería de retorno de agua caliente
-  Tubería de sistema contra incendios
-  Puntas de tuberías unidas con bridas
-  Puntas de tuberías unidas con soldadura
-  Punta de tubería con tapón capa
-  Punta de tubería con tapón macho

**Válvulas**

-  De globo (roscada o soldable)
-  De compuerta (roscada o soldable)
-  De compuerta bridada
-  De compuerta de cierre y abertura rápidos
-  De retención (Check) en posición horizontal
-  Check en posición vertical
-  Check en descarga de bombas


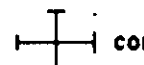

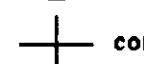



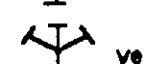
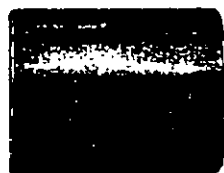
-  codo a 45°
-  conexión cruz roscada
-  codo a 90°
-  conexión cruz soldable
-  tuerca unión
-  yee
-  conexión tee
-  yee doble

Figura 1. Simbología para los planos de la instalación hidráulica



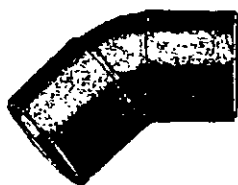
Cople con ranura



Cople corrido



Reducción campana



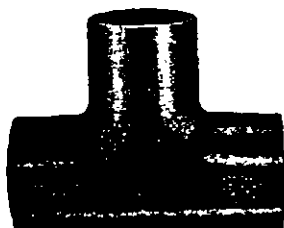
Codo 45°



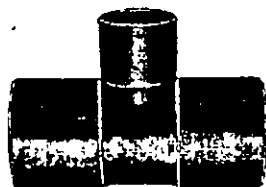
Codo 90°



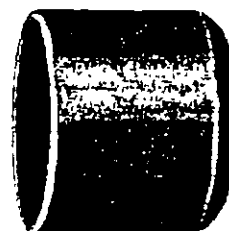
Codo reducido



Tee



Tee reducida



Tapón hembra



Reducción bushing

Figura 2. Conexiones de cobre

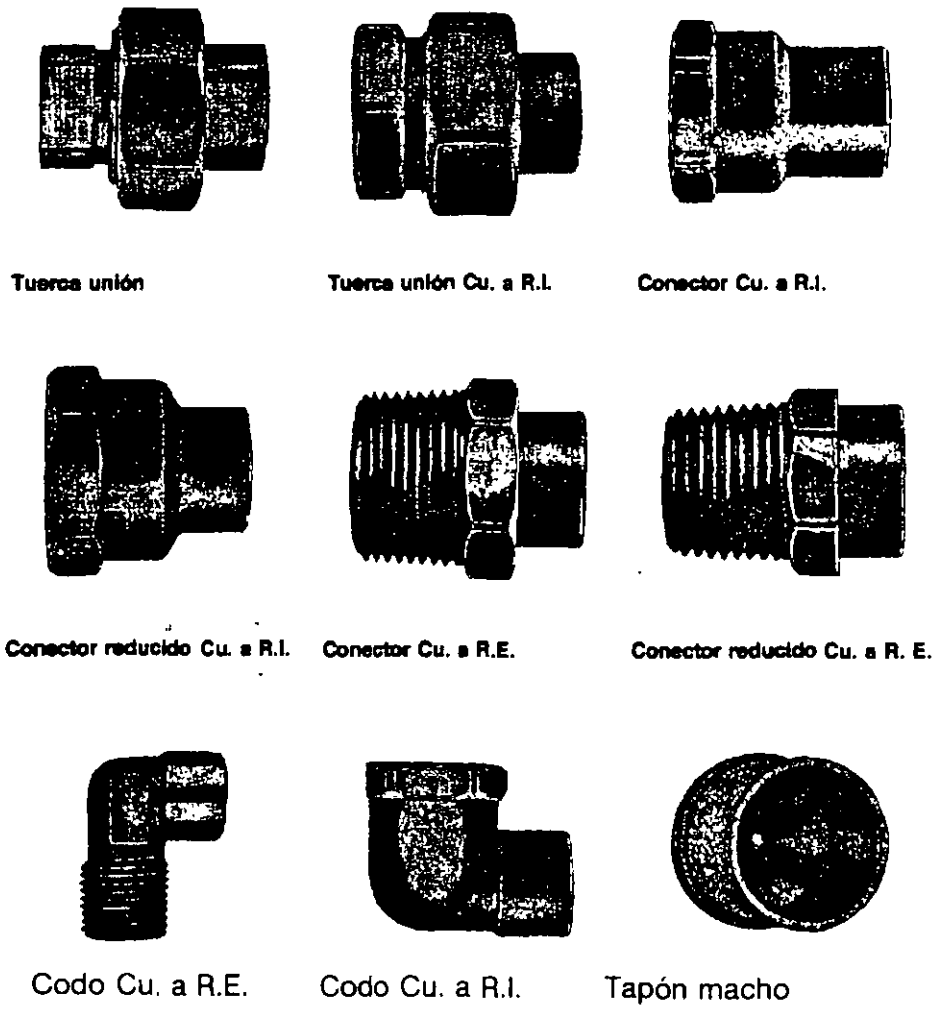


Figura 3. Conexiones de latón forjado

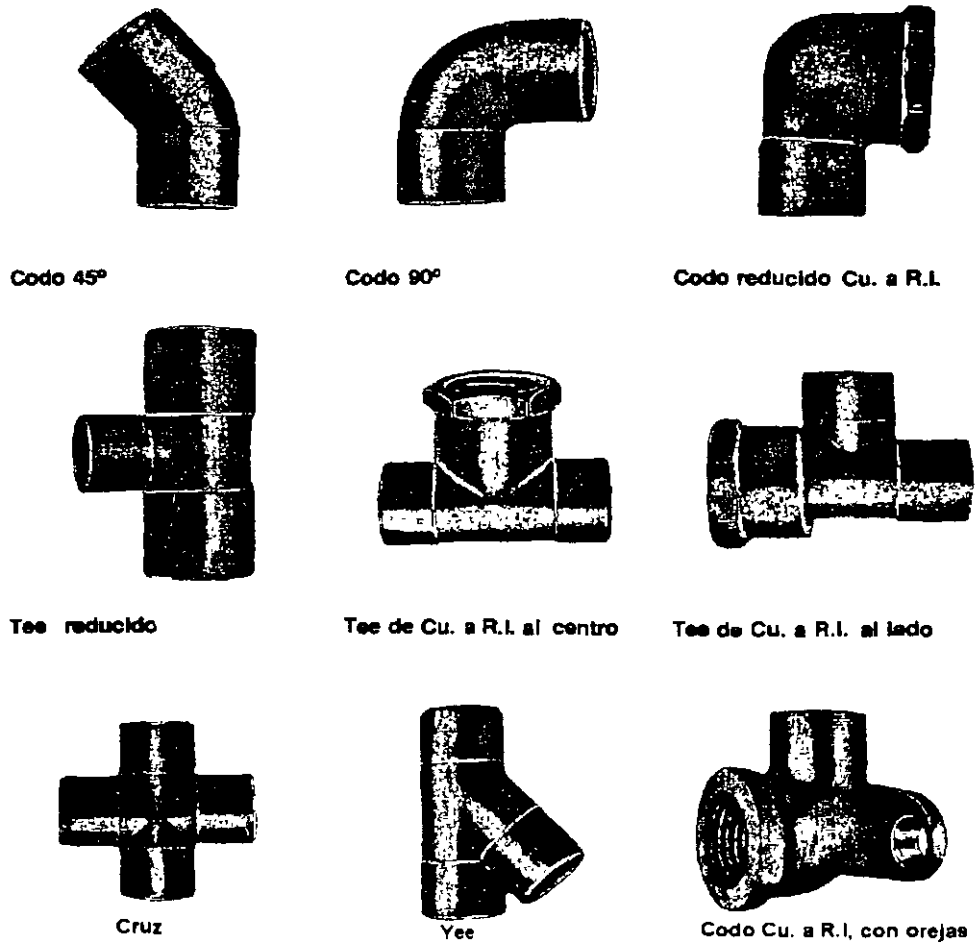


Figura 4. Conexiones de bronce



**CONEXIONES CON CUERDA EN TUBOS  
HIERRO FORJADO (GALVANIZADO O NEGRO)**

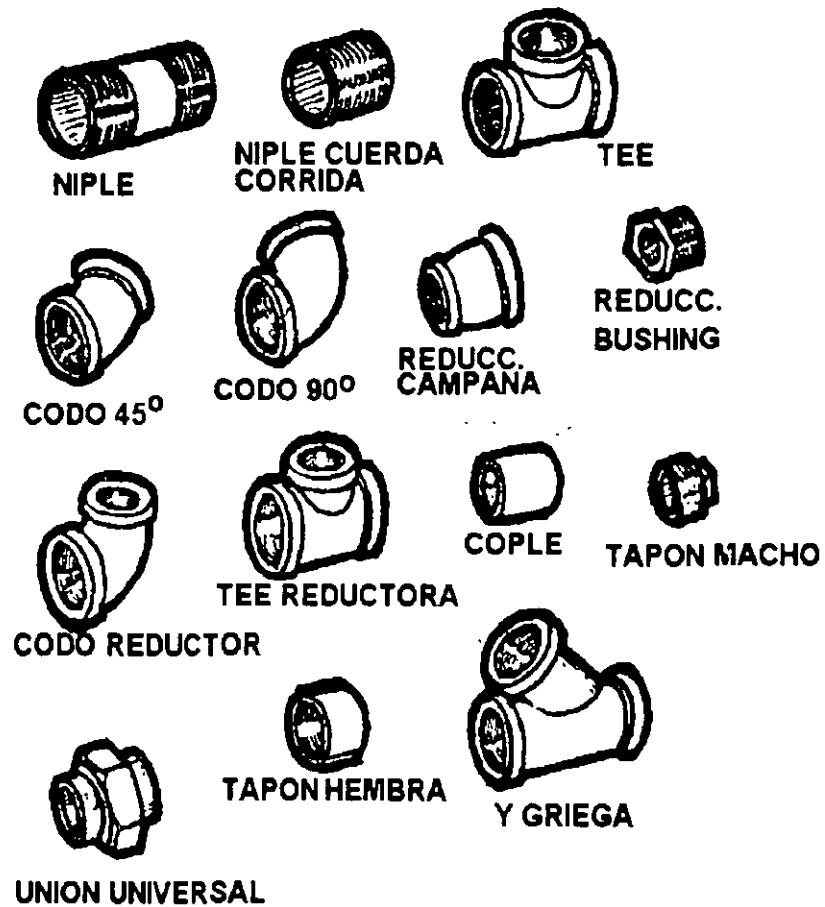


Figura 5. Conexiones de hierro galvanizado

VALVULAS DE SECCIONAMIENTO

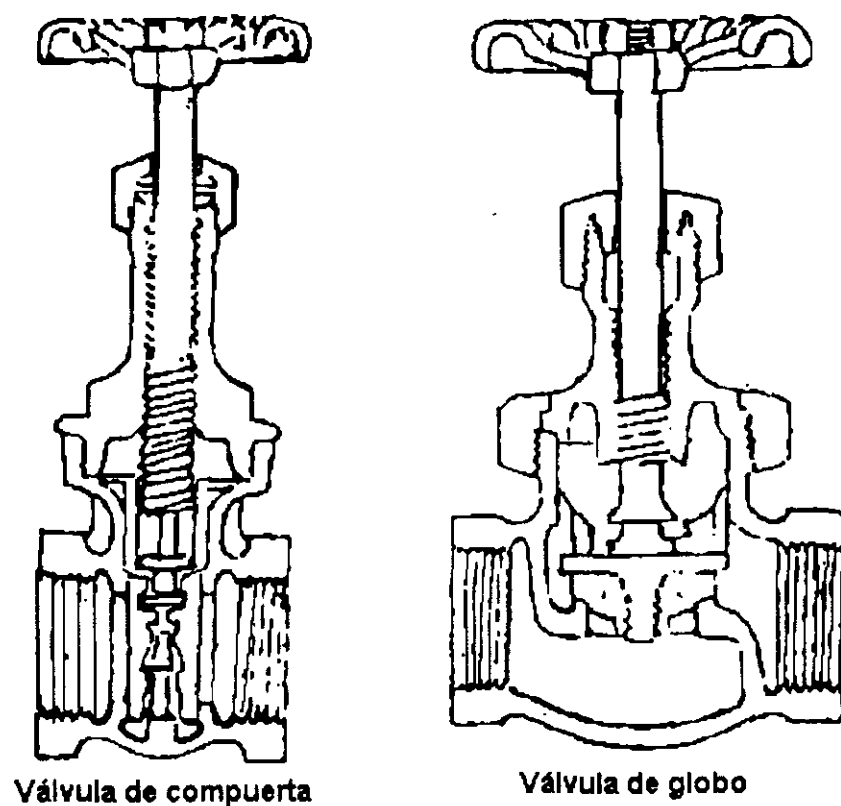


Figura 6.a. Dispositivos de control de una instalación hidráulica

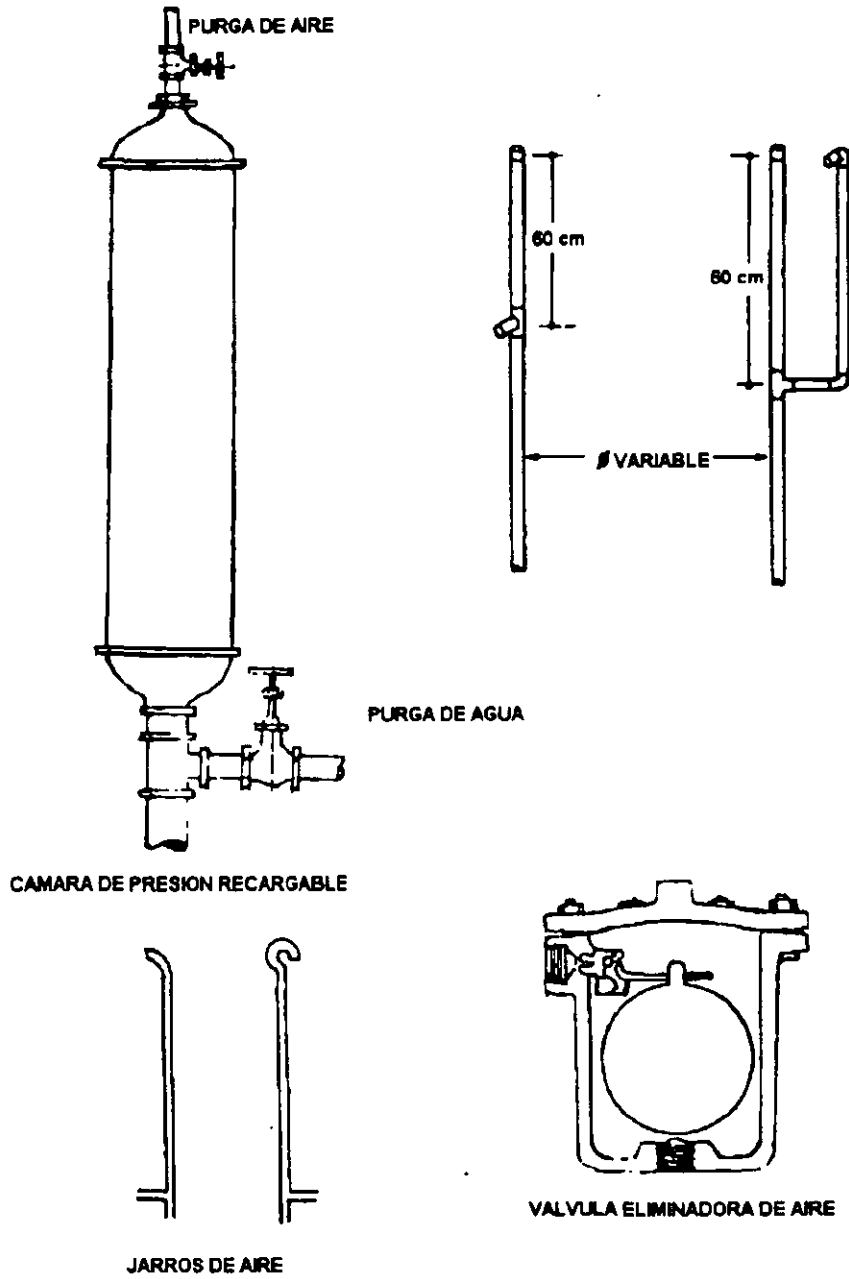
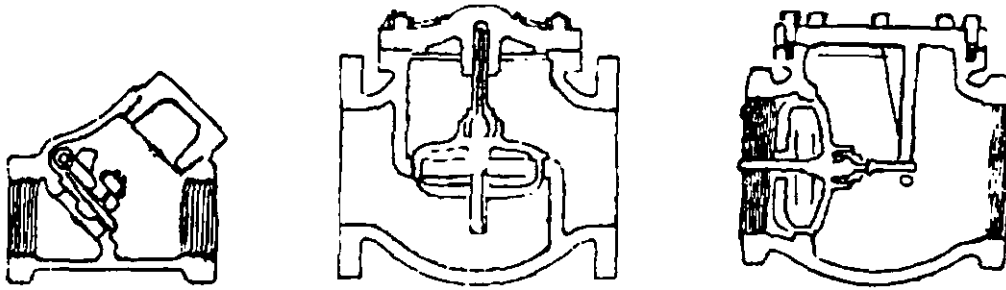
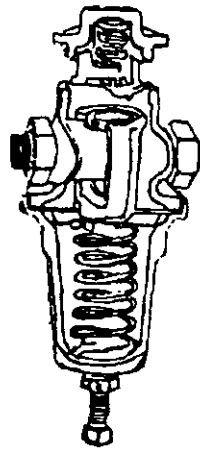


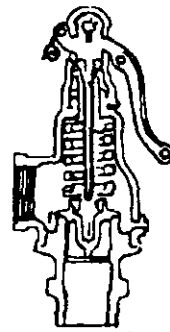
Figura 6.b. Dispositivos de control de una instalación hidráulica



VALVULAS CHECK



VALVULA REDUCTORA DE PRESION



VALVULA DE SEGURIDAD

Figura 7. Dispositivos de protección de una instalación hidráulica

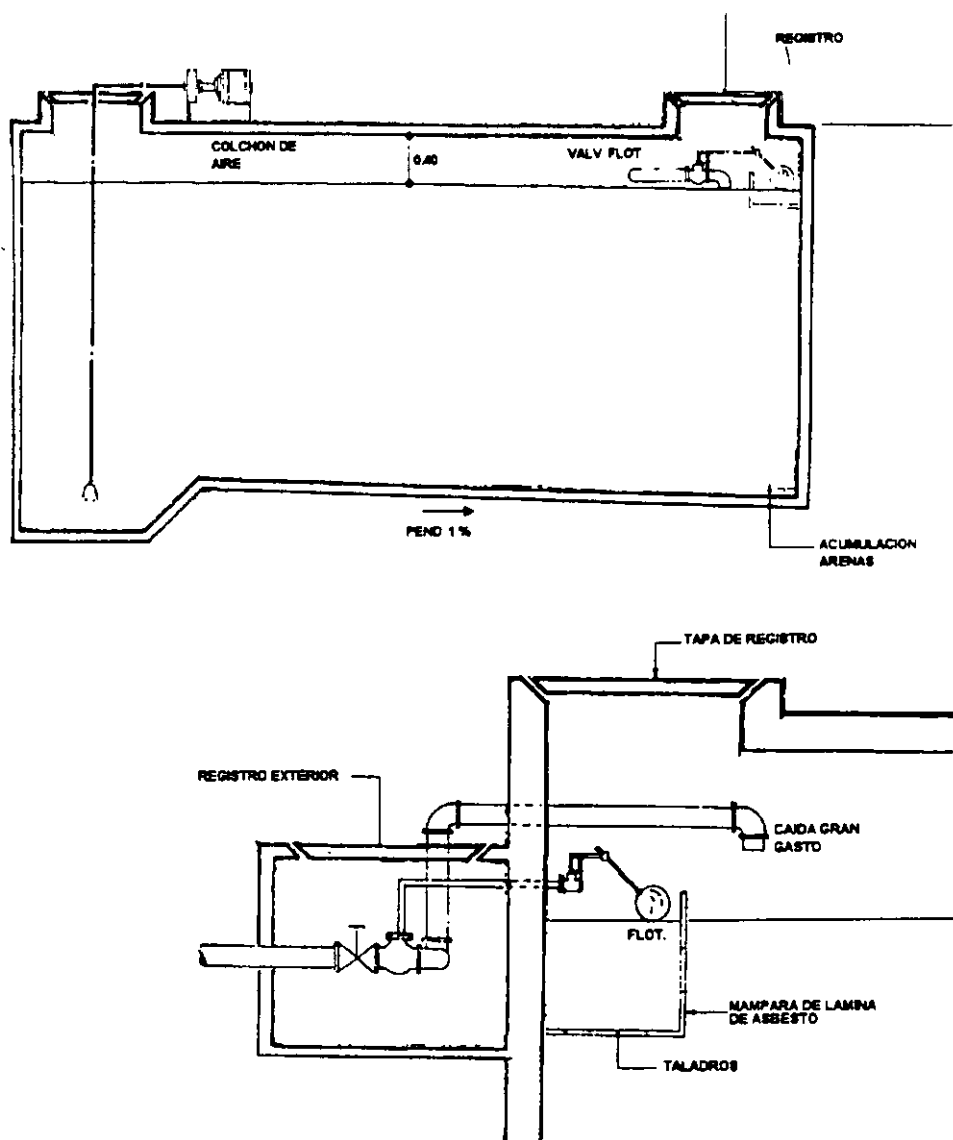


Figura 8.a. Características constructivas de una cisterna

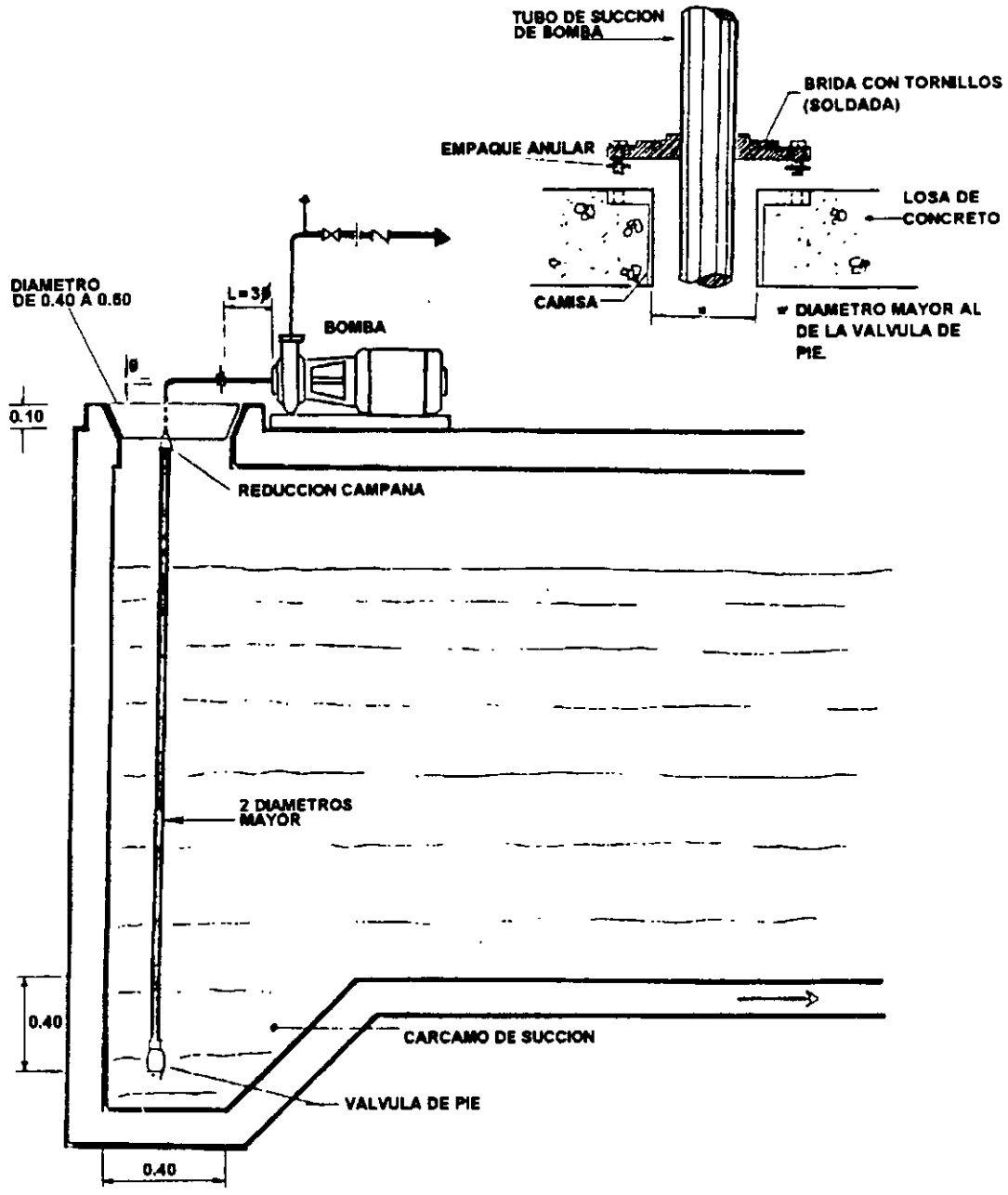


Figura 8.b. Instalación del equipo de bombeo en una cisterna

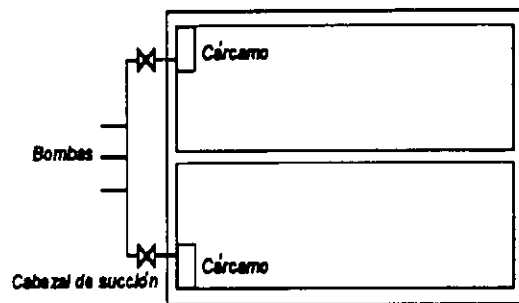


Figura 8.c. Características de una cisterna de doble celda.

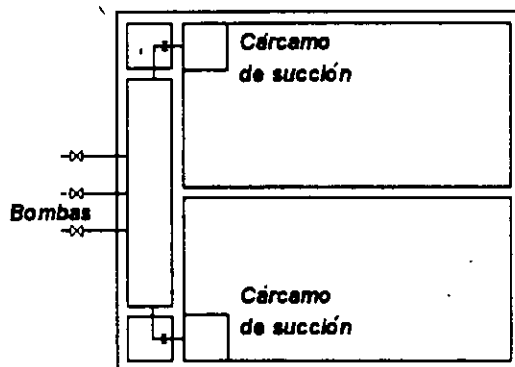


Figura 8.d. Características de una cisterna de doble celda y cárcamo seco.

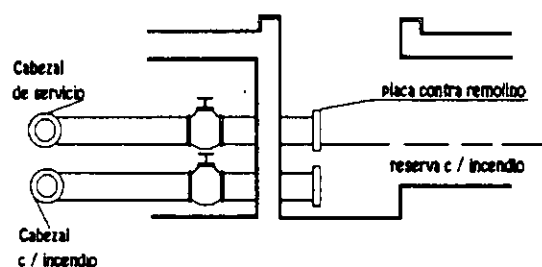
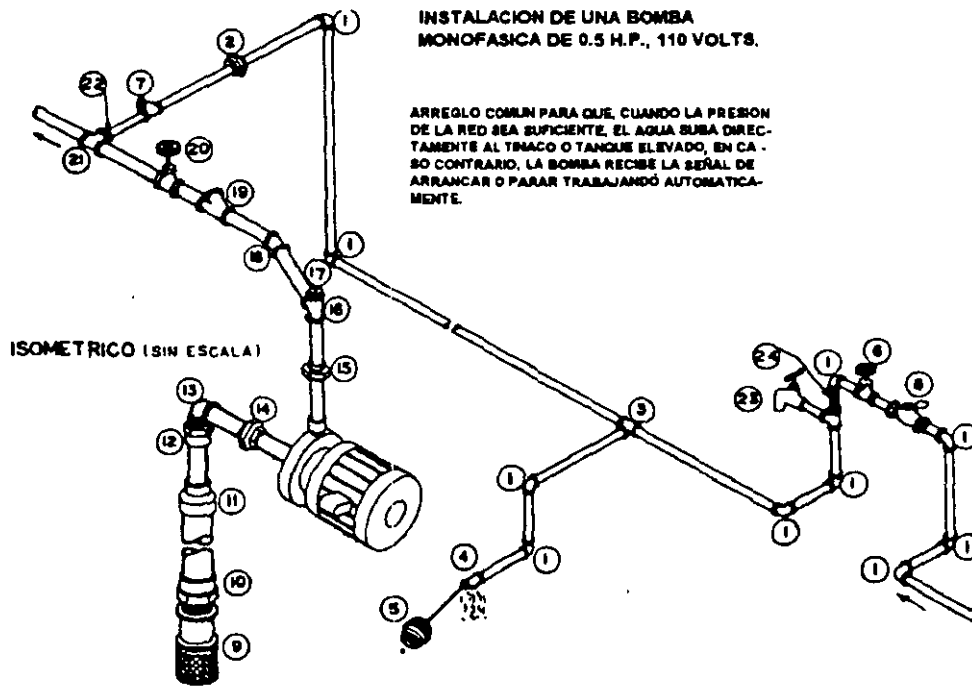


Figura 8.e. Características de la succión con volumen para el control de incendios.

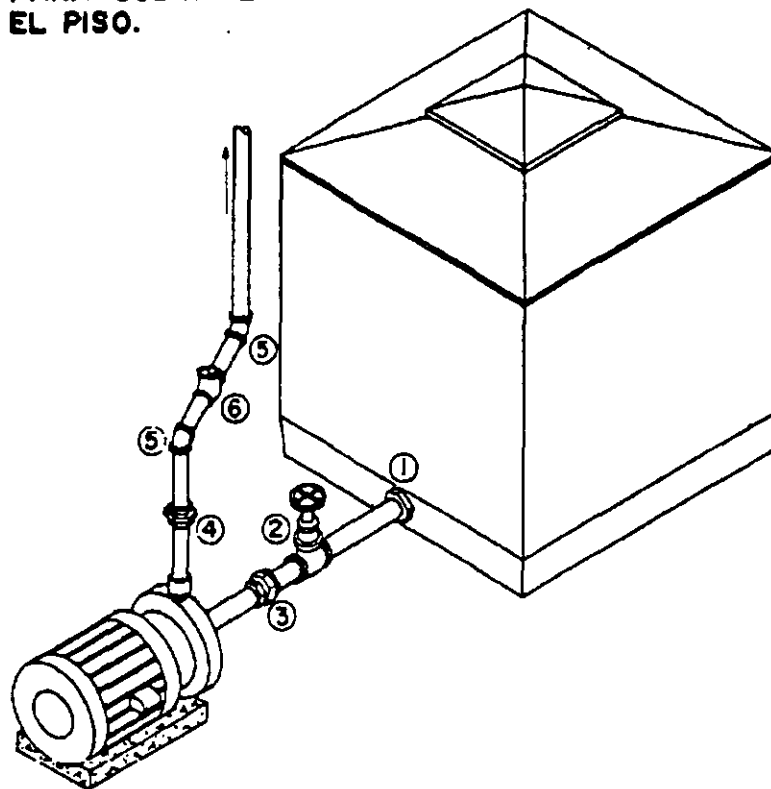


- 1 Codo galvanizado D 13mm x 90°
- 2 Tuerca unión galv. D 13 mm
- 3 Tee galv. D 13 mm
- 4 Válvula de flotador D 13 mm A. P.
- 5 Flotador para A.P.
- 6 Válvula de compuerta roscada D 13 mm
- 7 Válvula check de columpio roscada D 13 mm
- 8 Medidor
- 9 Válvula check pichanca D 38 mm
- 10 Conector de cobre cuerda exterior D 38 mm
- 11 Reducción campana de cobre D 38 x 25 mm
- 12 Conector de cobre cuerda exterior D 25 mm
- 13 Codo galv. D 25 x 90°
- 14 Tuerca unión galv. D 25 mm
- 15 Tuerca unión galv. D 19 mm
- 16 Yee galv. D 19 mm
- 17 Tapón macho D 19 mm
- 18 Codo galv. D 19 mm x 45°
- 19 Válvula check columpio roscada D 19 mm
- 20 Válvula compuerta roscada D 19 mm
- 21 Tee galv. D 19 mm
- 22 Reducción bushing galv. D 19 x 13 mm
- 23 Llave para manguera D 13 mm
- 24 Niple de cuerda corrida D 13 mm

Figura 9.a. Esquema de la instalación de un equipo de bombeo



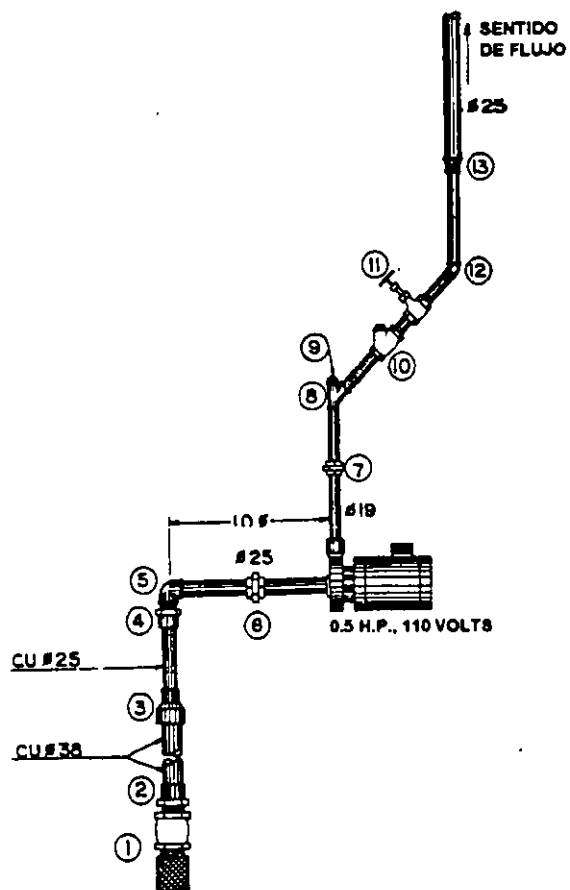
INSTALACION DE UNA BOMBA DE 0.5 H.P., 110 VOLTS,  
PARA SUBIR EL AGUA A PARTIR DE UN TINACO SOBRE  
EL PISO.



- ① REDUCCION BUSHING GALV. # 38 x 25 mm. (RED.B. GALV. # 38 x 25 mm.)
- ② VALVULA DE COMPUERTA ROSCADA # 25 mm. (VALV. COMP. ROSC. # 25 mm.)
- ③ TUERCA UNION GALV. # 25 mm.
- ④ TUERCA UNION GALV. # 19 mm.
- ⑤ CODO GALV. # 19 x 45°
- ⑥ VALV CHECK COLUMPIO # 19 mm.

SE PUEDE PRESCINDIR DE LA VALVULA DE COMPUERTA EN LA TUBERIA DE DESCARGA, PERO NO DE LA VALVULA CHECK, PORQUE EL GOLPE DE ARIETE PRODUCIDO POR EL REGRESO DE LA COLUMNA DE AGUA LO RECIBIRIA EL IMPULSOR, NI HACE FALTA LA YE PORQUE LA BOMBA ESTA CEBADA PERMANENTEMENTE.

Figura 9.b. Esquema de la instalación de un equipo de bombeo



- 1 Pichanca check D 38 mm
- 2 Conector de cobre cuerda exterior D 38
- 3 Reducción campana de cobre D 38 x 25 mm
- 4 Conector de cobre cuerda exterior D 25 mm
- 5 Codo galv. D 25 x 90°
- 6 Tuerca unión galv. D 25 mm
- 7 Tuerca unión galv. D 19 mm
- 8 Yee galv. D 19 mm
- 9 Tapón macho galv. D 19 mm
- 10 Válvula check columpio D 19 mm
- 11 Válvula compuerta roscada D 19 mm
- 12 Codo galv. D 19 x 45°
- 13 Reducción campana galv. D 25 x 19 mm

Figura 9 c. Esquema de la instalación de un equipo de bombeo

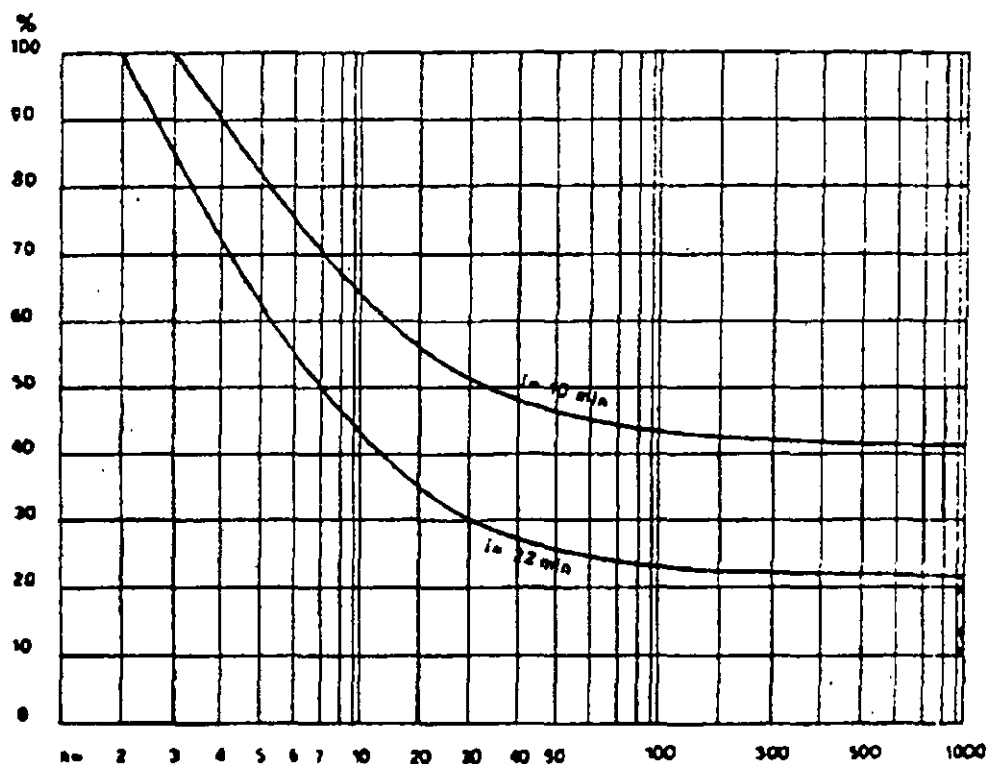


Figura 10. Curvas características de simultaneidad de suministro ( oficinas, retretes con depósito - t= 2 min)

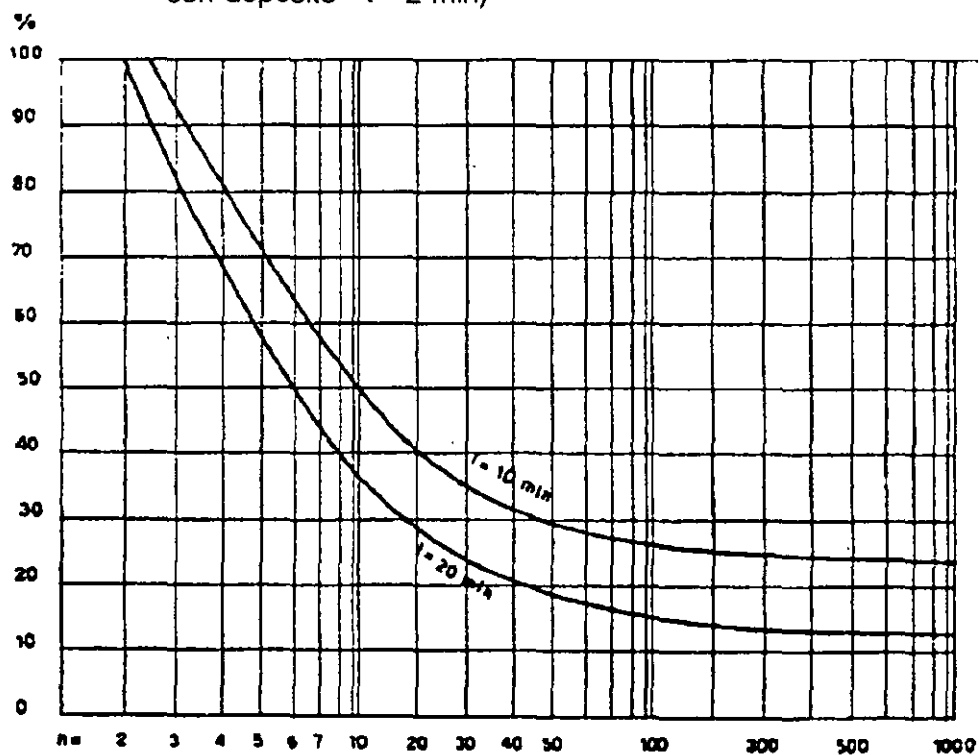


Figura 11. Curvas características de simultaneidad de servicio ( oficinas - lavabos - t= 1min.)

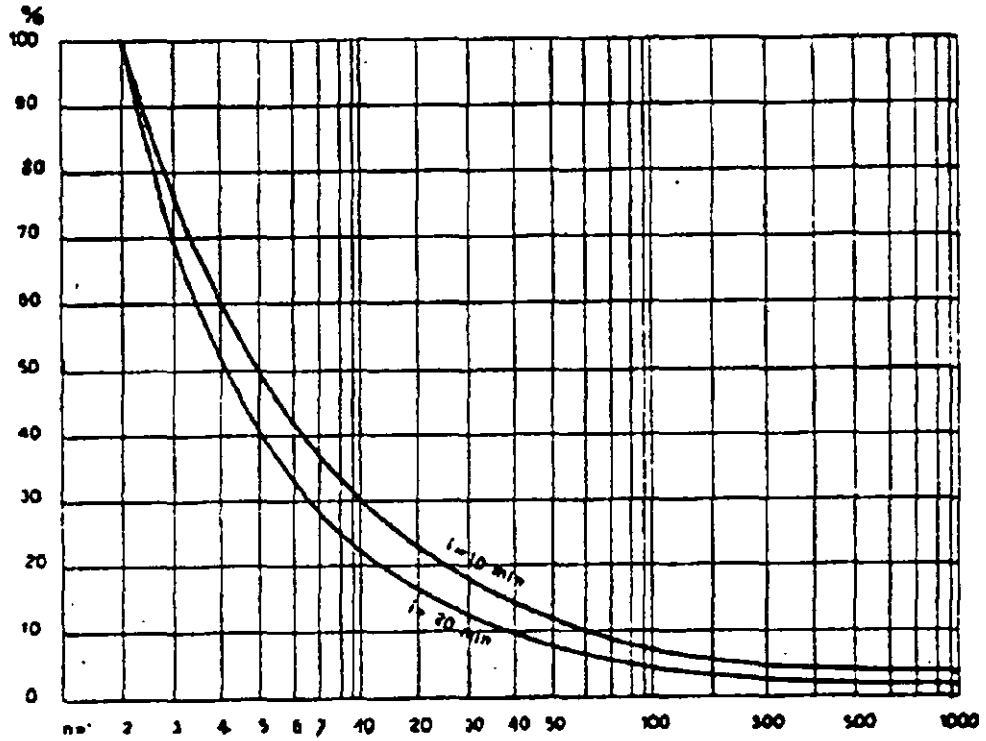


Figura 12 Curvas características de simultaneidad de suministro ( oficinas -retretes con fluxómetro-t= 8 segundos)

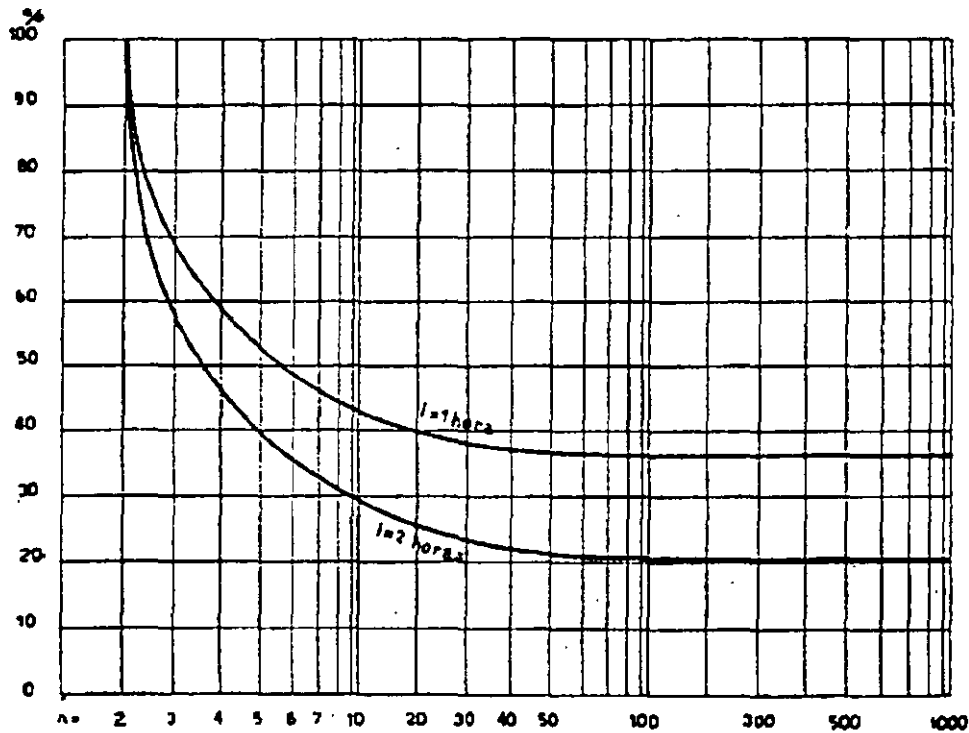


Figura 13. Curvas características de simultaneidad de suministro ( departamentos -bañeras-t= 10 minutos)

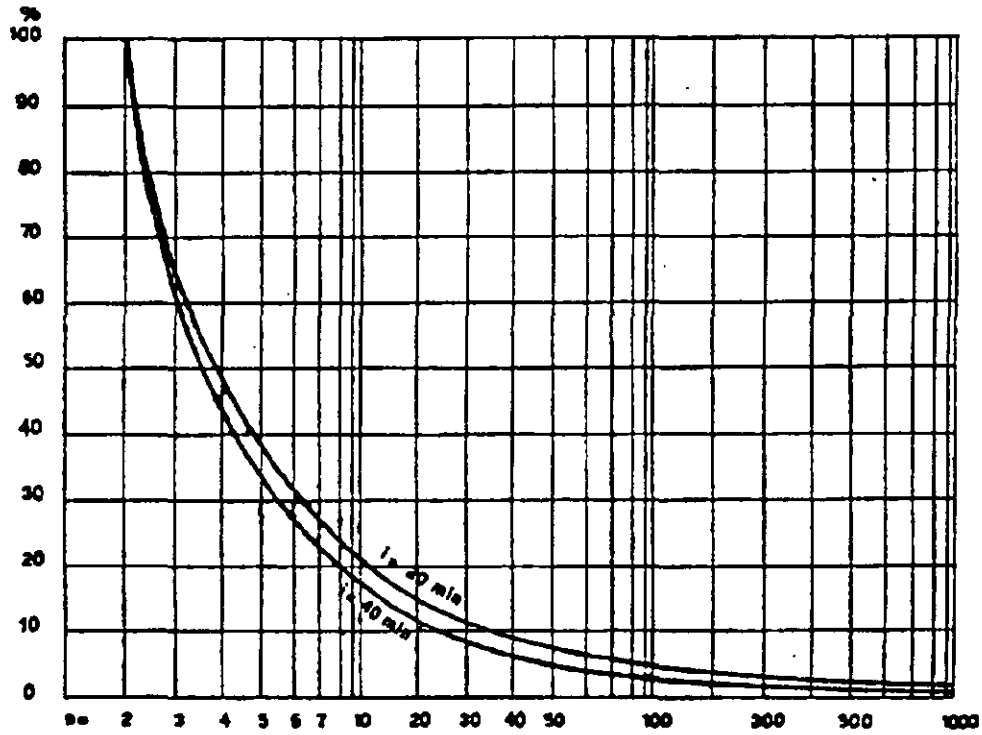


Figura 14. Curvas características de simultaneidad de suministro ( departamentos - retretes con fluxómetro-t= 8 segundos)

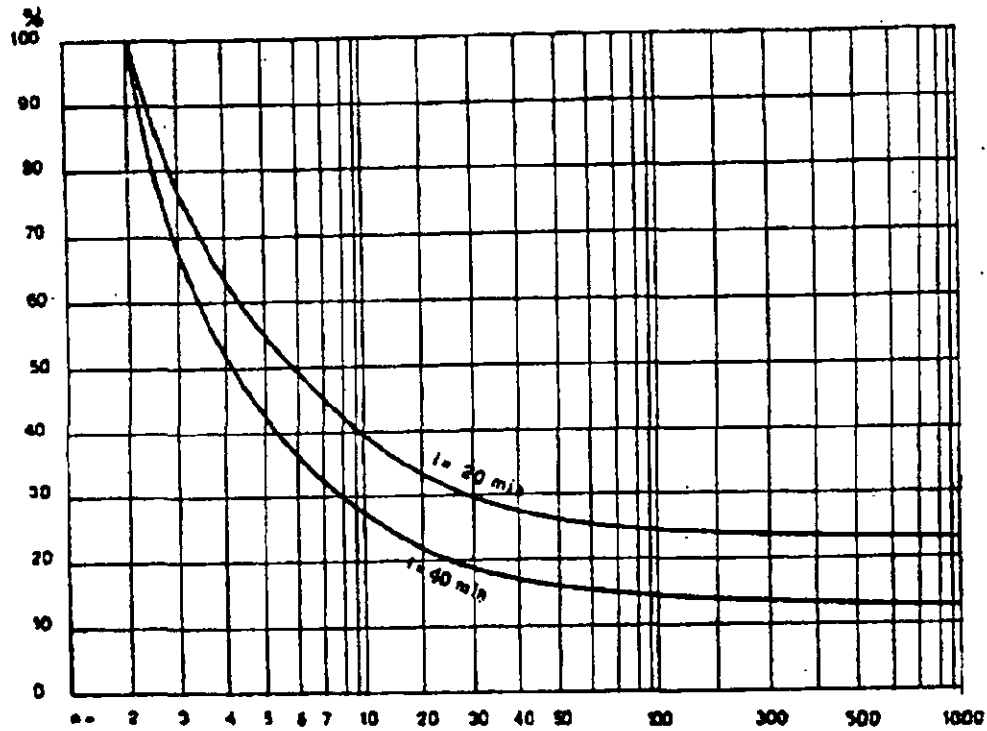

























Figura 15. Curvas características de simultaneidad de suministro ( departamentos - retretes con depósito, lavabos, bidetes-t= 2 minutos)

LONGITUDES EQUIVALENTES (M) DE LAS PERDIDAS LOCALIZADAS DE CARGA  
CORRESPONDIENTE A DISTINTOS ELEMENTOS SINGULARES DE LAS REDES HIDRAULICAS

Clase de resistencia alada	Diámetros de las tuberías (mm)	Diámetros de las tuberías (mm)											
		3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
 manguito de unión		0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15	0,20	0,25
 cono de reducción		0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	4,00	5,00
 codo o curva de 45°		0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25	1,45	1,63
 curva de 90°		0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,98	1,27	1,48	1,54	1,97	2,61	3,42
 codo de 90°		0,38	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21	2,94	3,99
 te de 45°		1,02	0,84	0,80	0,98	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30
 te arqueada o de curvas (pantalones)		1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,00	5,40	6,00	6,60
 te confluencia de ramal (paso recto)		0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
 te derivación a ramal		1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50	6,20	6,90	7,70	8,90
 válvula retención de bombeo de pistón		0,20	0,30	0,55	0,75	1,15	1,80	1,80	2,05	3,40	4,85	6,60	8,30
 válvula retención paso de escuadra		1,33	1,70	2,32	3,85	3,72	4,67	5,75	6,91	8,40	11,1	12,8	15,4
 válvula retención paso de escuadra		5,10	5,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	25,0	38,0	42,0	51,0
 válvula de compuerta abierta		0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,58	0,69	0,81	1,08	1,44	1,70
 válvula de paso recto y asiento inclinado		1,10	1,34	1,74	2,28	2,69	3,46	4,53	5,81	6,69	8,80	10,8	13,1
 válvula de globo		4,05	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0	36,0	47,5
 válvula de escuadra o ángulo (abierta)		1,90	2,55	2,35	4,30	5,80	6,85	8,80	11,1	13,7	17,1	21,2	25,5
 válvula de asiento de paso recto		-	3,40	3,60	4,50	5,65	6,10	8,00	-	-	-	-	-
 intercambiador		-	-	-	2,10	5,00	12,5	13,2	14,2	25,0	-	-	-
 radiador		2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,0
 radiador con valvulería		3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,1	11,4	12,7	14,0	15,0
 caldera		2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,80	7,00	7,50	8,00	10,0
 caldera con valvulería		3,00	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,0	11,0	12,0
 contador	general individual o divisorio					4,5 m.c.d.a.							
						10 m.c.d.a.							

Para tuberías lisas (k = 0,06 mm) multiplique los valores del cuadro por 1,40

Figura 16.

TANQUE HIDRONEUMATICO

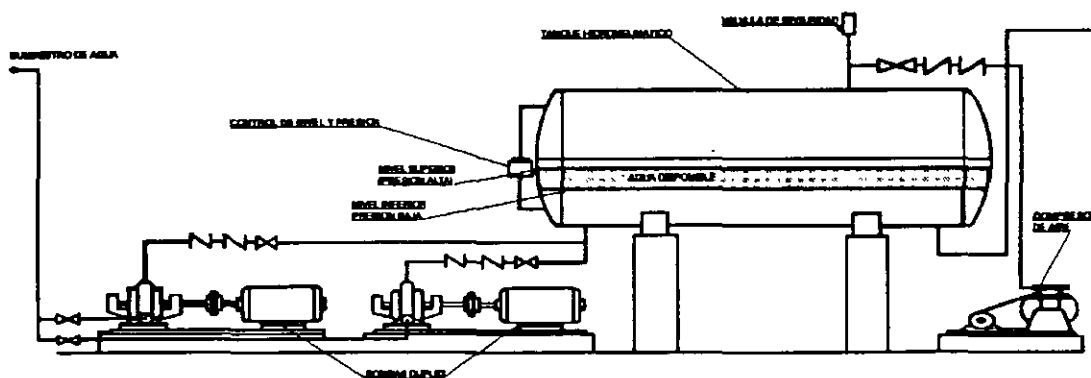


Figura 17. Sistema de tanque hidroneumático.

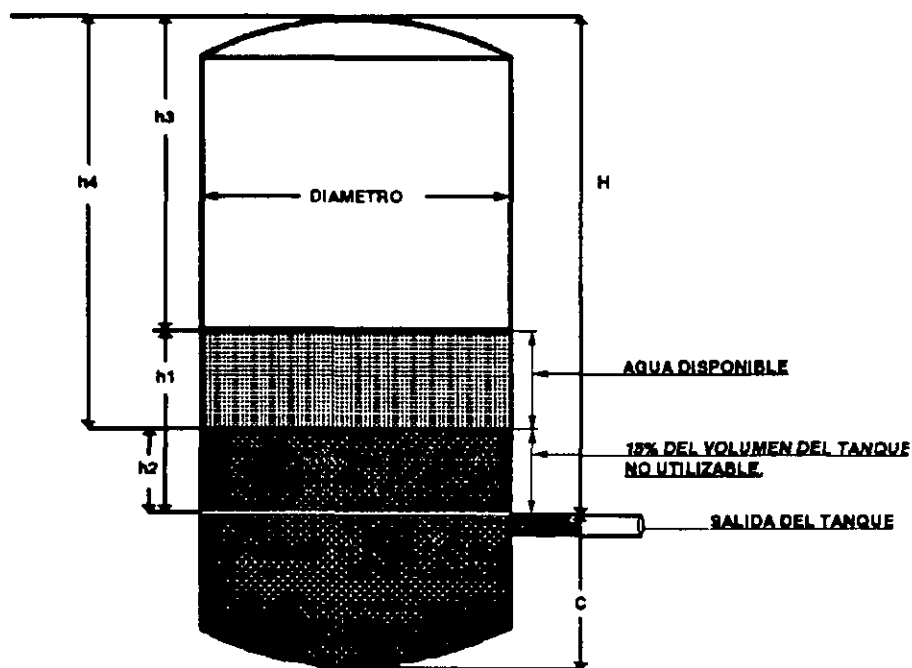


Figura 18. Definición de variables en un autoclave de sistema hidroneumático

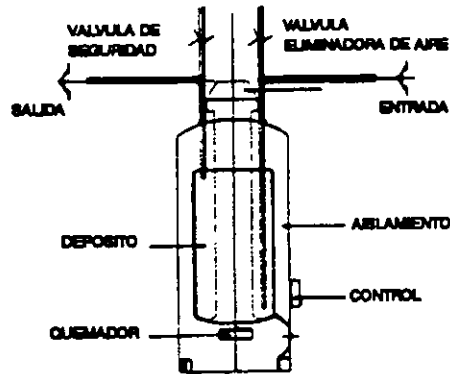


Figura 19. Corta de un calentador de almacenamiento.

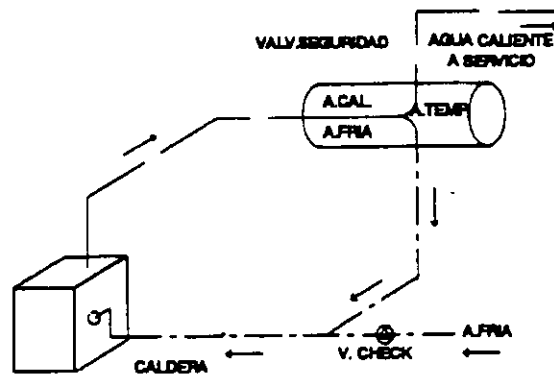


Figura 20. Diagrama de flujo de un sistema de calefacción central.

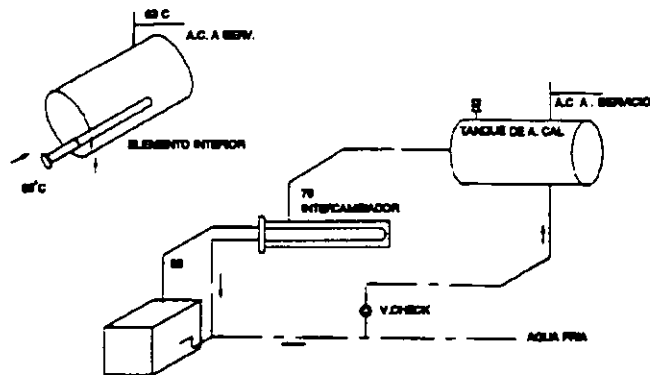
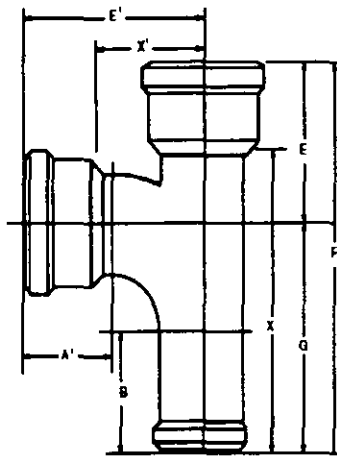


Figura 21. Diagrama de flujo de un sistema de calefacción central con intercambiador.

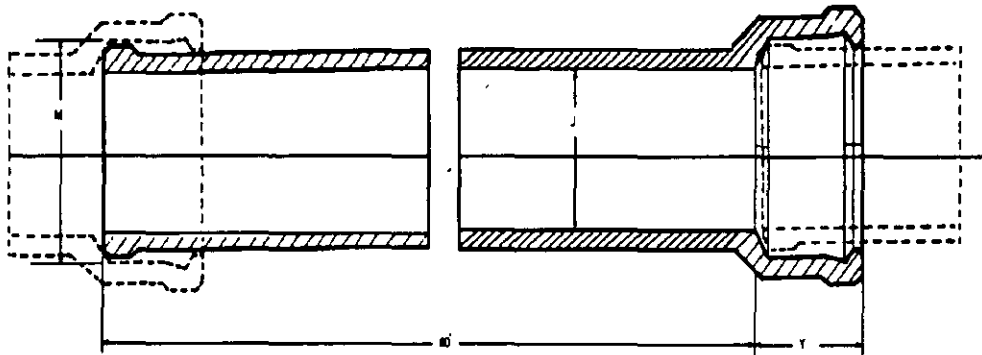


**"T" SANITARIA**



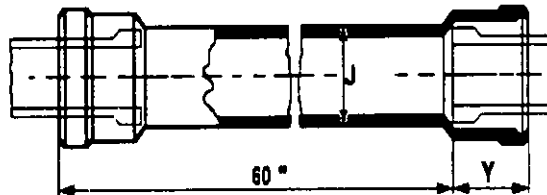
DIAMETRO NOMINAL	A'		B		E		E'		F		G		X		X'		PESO APROX kg	
	cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg		
5	2	70	2 3/4	95	3 3/4	108	4 1/4	133	5 1/4	267	10 1/2	159	6 1/4	203	8	70	2 3/4	3.500
10	4	89	3 1/2	102	4	152	6	190	7 1/2	356	14	203	8	279	11	114	4 1/2	8.000
15	6	89	3 1/2	102	4	178	7	216	8 1/2	406	16	229	9	330	13	140	5 1/2	13.000
10 x 5	4 x 2	76	3	102	4	127	5	178	7	305	12	178	7	229	9	114	4 1/2	5.300

**TUBO DE Fo.Fo. DE UNA CAMPANA**



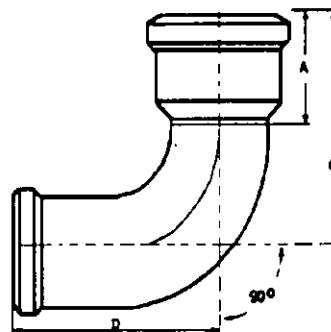
DIAMETRO NOMINAL	M		J		Y		PESO APROX kg	
	cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg		
5	2	67	2 5/8	57	2 1/4	62	2 7/16	9.200
10	4	117	4 5/8	108	4 1/4	75	2 15/16	16.000
15	6	168	6 5/8	159	6 1/4	75	2 15/16	32.000
20	8	222	8 3/4	213	6 3/8	89	3 1/2	49.200

TUBO DE Fo.Fo. DE DOS CAMPANAS



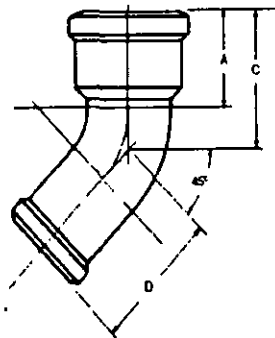
DIAMETRO NOMINAL		J		Y		PESO APROX
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	57	2 1/4	62	2 7/16	10.200
10	4	108	4 1/4	75	2 15/16	16.700
15	6	159	6 1/4	75	2 15/16	32.500
20	8	213	8 3/8	89	3 1/2	50.000

CODO DE 90°



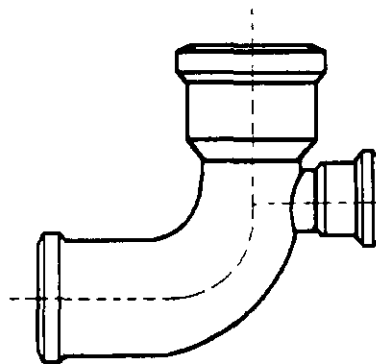
DIAMETRO NOMINAL		A		C		D		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	70	2 3/4	146	5 3/4	152	6	2.200
10	4	89	3 1/2	190	7 1/2	203	8	5.200
15	6	89	3 1/2	216	8 1/2	229	9	9.000

**CODO DE 45°**



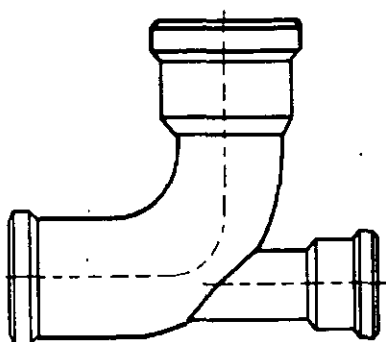
DIAMETRO NOMINAL		A		C		D		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	70	2 3/4	102	4	108	4 1/4	1.700
10	4	89	3 1/2	132	5 3/16	144	5 11/16	4.000
15	6	89	3 1/2	141	5 9/16	154	6 1/16	6.500

**CODO 90° CON VENTILA ALTA**



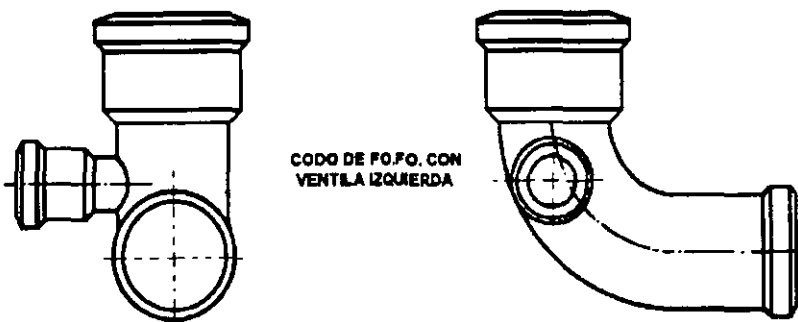
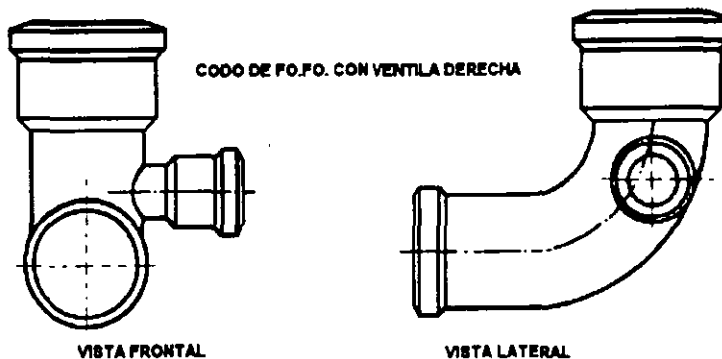
UNICA		PESO APROX.
cm	pulg	kg
10 x 5	4 x 2	6.000

**CODO 90° CON VENTILA BAJA**



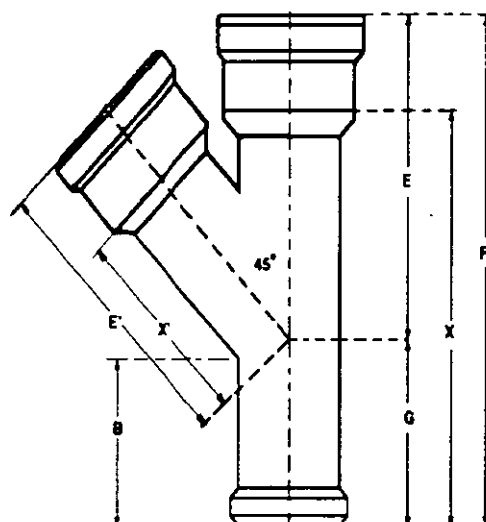
UNICA		PESO APROX.
cm	pulg	kg
10 x 5	4 x 2	6.000

**CODO Fo.Fo. CON VENTILA LATERAL**



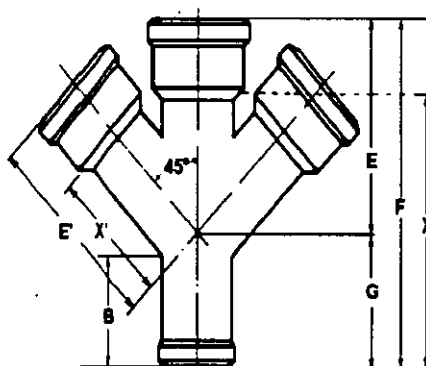
UNICA		PESO APROX.
cm	pulg	kg
10 x 5	4 x 2	6.000

"Y" SENCILLA



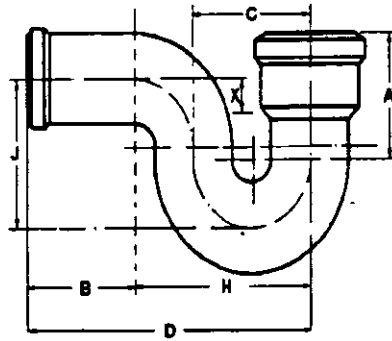
DIAMETRO NOMINAL		B		E		E'		F		G		X		X'		PESO APROX X
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	89	3 1/2	165	6 1/2	165	6 1/2	267	10 1/2	102	4	203	8	102	4	3.200
10	4	102	4	248	9 3/4	248	9 3/4	381	15	133	5 1/4	305	12	171	6 3/4	8.500
15	6	102	4	311	12 1/4	311	12 1/4	457	18	146	5 3/4	381	15	235	9 1/4	18.000
10 x 5	4 x 2	102	4	213	8 3/8	210	8 1/4	305	12	92	3 5/8	229	9	146	5 3/4	6.000

"Y" DOBLE



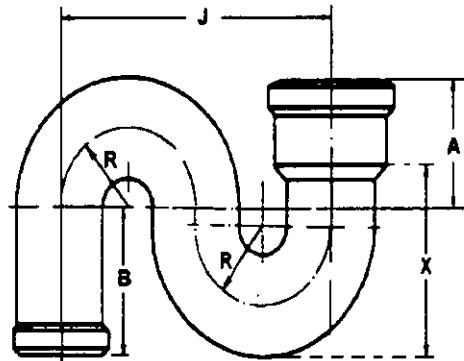
DIAMETRO NOMINAL		B		E		E'		F		G		X		X'		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	89	3 1/2	165	6 1/2	165	6 1/2	267	10 1/2	102	4	203	8	102	4	4.200
10	4	102	4	248	9 3/4	242	9 3/4	381	15	133	5 1/4	305	12	171	6 3/4	10.000
15	6	102	4	311	12 1/4	311	12 1/4	457	18	146	5 3/4	381	15	235	9 1/4	16.300
10 x 5	4 x 2	102	4	213	8 3/8	210	8 1/4	305	12	92	3 5/8	229	9	146	5 3/4	7.600

TRAMPA "P"



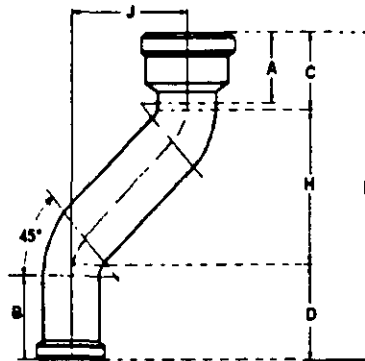
DIAMETRO NOMINAL		A		B		C		D		H		J		X		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	76	3	89	3 1/2	102	4	241	9 1/2	152	6	102	4	38	1 1/2	2.800
10	4	140	5 1/2	127	5	152	6	356	14	229	9	165	6 1/2	25	1	9.500
15	6	190	7 1/2	127	5	203	8	432	17	305	12	216	8 1/2	-	-	14.000

TRAMPA "S"



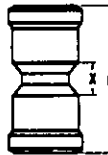
DIAMETRO NOMINAL		A		B		J		R		X		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	76	3	89	3 1/2	203	8	51	2	102	4	3.200
10	4	140	5 1/2	140	5 1/2	305	12	76	3	190	7 1/2	11.000

DESVIACIONES



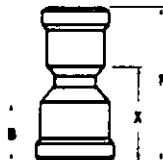
DIAMETRO NOMINAL		A		B		C		D		F		H		J		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5 x 10	2 x 4	70	2 3/4	89	3 1/2	89	3 1/2	108	4 1/4	298	11 3/4	102	4	102	4	2.500
10 x 10	4 x 4	89	3 1/2	102	4	121	4 3/4	133	5 1/4	356	14	102	4	102	4	5.700
10 x 5	4 x 2	89	3 1/2	102	4	121	4 3/4	133	5 1/4	305	12	51	2	51	2	5.400

DOBLE CAMPANA



DIAMETRO NOMINAL		F		X		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
5	2	152	6	25	1	1.700
10	4	178	7	25	1	3.500
15	6	178	7	25	1	5.600

REDUCCION



DIAMETRO NOMINAL		B		F		X		PESO APROX.
cm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg
10 X 5	4 X 2	102	4	190	7 1/2	127	5	2.500
15 X 10	6 X 4	102	4	203	8	127	5	4.600



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

# **CURSOS ABIERTOS**

## **CA08 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**DEL 17 AL 27 DE SEPTIEMBRE**

**TEMA ANEXO**

### **INSTALACIÓN PARA EL SUMINISTRO DE AGUA FRÍA**

**EXPOSITOR: ING. ENRIQUE CESAR VALDES  
PALACIO DE MINERÍA  
SEPTIEMBRE DEL 2003**



INSTALACION PARA EL SUMINISTRO DE AGUA FRIA

INDICE

Capítulo		Página
	Introducción	
4	Sistemas de abastecimiento de agua fría	43
	4.1 Mueble (o aparato) más desfavorable de la instalación.	43
	4.2 Sistemas de abastecimiento de agua fría	45
	4.3 Gasto máximo instantáneo	45
5	Métodos para el cálculo del gasto máximo instantáneo	47
	5.1 Métodos empíricos para el cálculo del gasto máximo instantáneo	47
	5.2 Métodos probabilísticos	55
	5.3 Método alemán de la raíz cuadrada	73
6	Sistema de abastecimiento directo a la red interior de distribución	77
	6.1 Carga requerida por la instalación	77
	6.2 Velocidad recomendada del flujo del agua en las tuberías	80
	6.3 Diseño de sistemas de abastecimiento directo a la red de distribución	80
7	Sistema de abastecimiento directo a depósito elevado	87
	7.1 Carga requerida	88
	7.2 Velocidad recomendada del flujo del agua en las tuberías	88
	7.3 Diseño de sistemas de abastecimiento directo a depósito elevado	88
	7.4 Tipos de depósitos elevados	89
8	Sistema de abastecimiento directo con bombeo a depósito elevado	95
	8.1 Cálculo del diámetro de la toma general de agua y de la línea de llenado de la cisterna	95
	8.2 Diseño de cisternas y capacidad de depósitos elevados	96
	8.3 Bombas: terminología usada y curvas características	102
	Apéndice C. Gastos probables en litros por segundo en función del número de unidades mueble	C.1

---

## **INTRODUCCION**

El diseño de la red interior de distribución de agua en un edificio está condicionado por una serie de factores que es necesario tener en cuenta.

Estos factores son el consumo por aparato, el coeficiente de simultaneidad y las pérdidas de carga.

Para poder compaginar todos estos factores es necesario conocer cada uno de ellos a detalle y así poder estudiar los efectos correspondientes en la instalación. Estos factores se explican en el presente volumen donde también se estudian los métodos de cálculo del gasto máximo instantáneo y se analizan tres de los cuatro tipos de sistemas de abastecimiento de agua fría a los edificios: el sistema de abastecimiento directo a la red interior, el sistema de abastecimiento directo a depósito elevado y el sistema de abastecimiento con bombeo a depósito elevado.

El sistema de abastecimiento con equipo de presión independiente es materia de estudio del volumen 3 de estos apuntes.

---

## CAPITULO 4 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA FRIA

Para llevar a cabo el diseño de la instalación de distribución de agua fría de un edificio, antes de efectuar el trazo debe analizarse de qué manera influirán las condiciones de la red pública de abastecimiento en cuanto a gasto, presión y continuidad del suministro.

### 4.1. Mueble (o aparato) sanitario más desfavorable de la instalación

Se define como "mueble (o aparato) más desfavorable" a aquél que con respecto al punto de alimentación demanda la mayor presión para funcionar satisfactoriamente.

Es común que el mueble más desfavorable sea el más alejado y el más alto con respecto al punto de alimentación de la red, como se muestra en la Figura 4.1. Sin embargo, existen casos como el mostrado en la Figura 4.2, en donde debido a que los muebles y aparatos sanitarios de la planta más elevada son diferentes a los de la penúltima planta y en ésta se tienen considerados muebles con fluxómetro, los cuales requieren mayor presión que los otros aparatos, es probable que en esa planta se encuentre el mueble más desfavorable. En casos semejantes deben analizarse las condiciones de carga de los muebles y aparatos que pudieran estar en las condiciones críticas para definir con exactitud cuál es el "mueble o aparato más desfavorable", ya que el funcionamiento adecuado de toda la instalación estará gobernado por ese mueble.

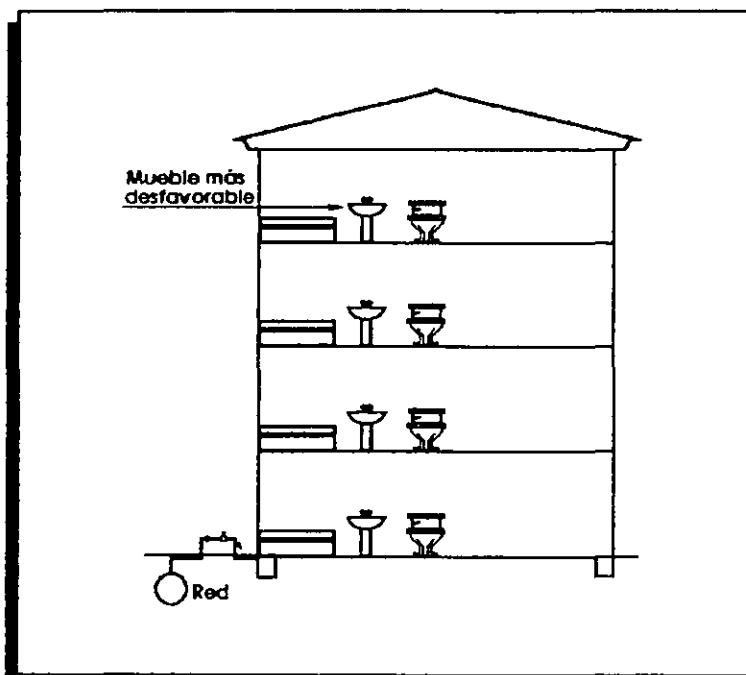


Figura 4.1.a. Posible ubicación del mueble más desfavorable.

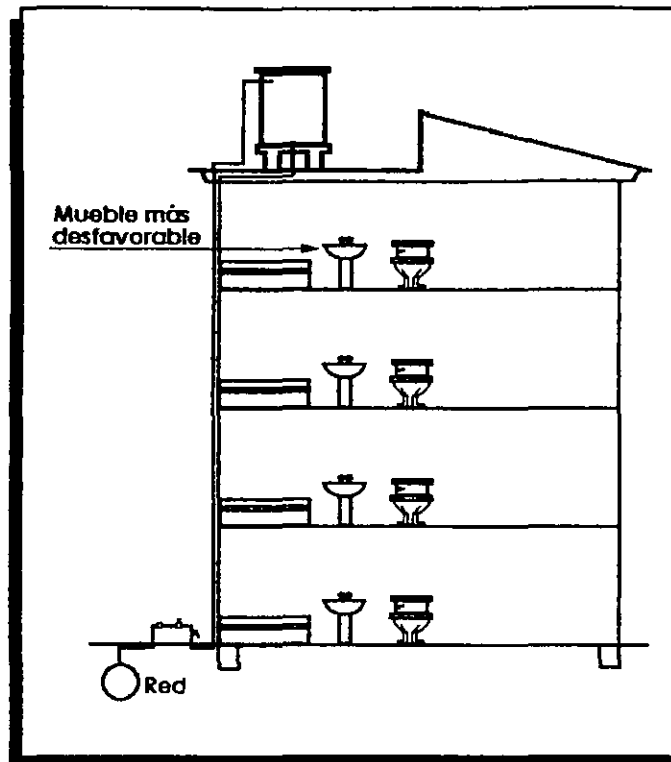


Figura 4.1.b. Posible ubicación del mueble más desfavorable.

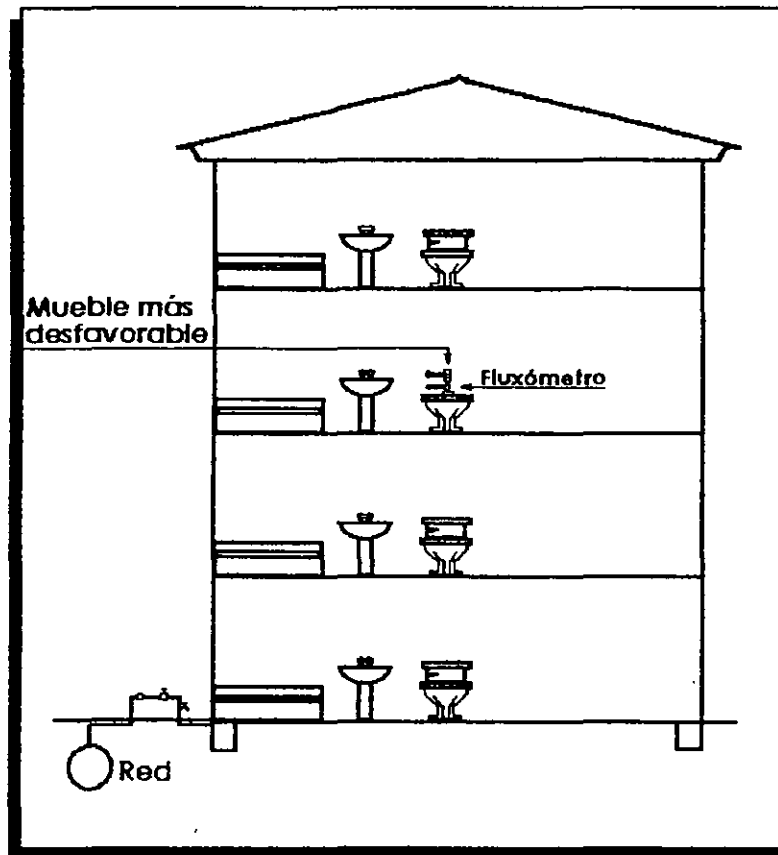


Figura 4.2 Posible ubicación del mueble más desfavorable.

#### 4.2. Sistemas de abastecimiento de agua fría

El gasto de la red pública de abastecimiento puede ser regular o irregular y no siempre suficiente para abastecer a la totalidad del edificio en los instantes de uso intenso del agua durante el día. Asimismo, la presión puede ser insuficiente, y su magnitud condicionará el diseño de la instalación. En función de las características particulares del edificio y de la red pública que lo abastecerá, pueden plantearse unos esquemas básicos que se clasifican en los siguientes tipos:

- a) Sistema de abastecimiento directo a la red interior de distribución.
- b) Sistema de abastecimiento directo a depósito elevado.
- c) Sistema de abastecimiento con bombeo a depósito elevado.
- d) Sistema de abastecimiento con equipo de presión independiente.

Si el suministro en la red pública es continuo las 24 horas del día, puede optarse por el sistema de abastecimiento directo a la red interior de distribución, siempre y cuando la presión del agua en la red pública de abastecimiento sea de cuando menos  $1 \text{ kg/cm}^2$  y con esto pueda contarse con una presión mínima de  $0.3 \text{ kg/cm}^2$  en el mueble o aparato sanitario más desfavorable del edificio.

Si el suministro no es continuo y la presión en la red pública es de cuando menos  $1 \text{ kg/cm}^2$  y con esto se logra contar con una presión de  $0.3 \text{ kg/cm}^2$  en la válvula del flotador del tinaco, entonces puede optarse por un sistema de abastecimiento directo a depósito elevado.

El sistema de abastecimiento con bombeo a depósito elevado se recomienda en conjuntos habitacionales, en edificios de cinco niveles o más y en aquellos ubicados en zonas cuya red pública de abastecimiento de agua tenga una presión inferior a  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

Por último, si la presión no es suficiente por la pérdida que se pueda dar en la instalación del edificio, será necesario abastecerlo mediante un equipo de presión independiente compuesto por los siguientes elementos:

- Cisterna
- Bombas
- Tanque hidroneumático
- Válvulas de control
- By - pass

El equipo de presión independiente se compone de todos estos elementos, los cuales aseguran, en primer lugar por medio de la cisterna, que la bomba no succione en vacío en caso de suspenderse el suministro de agua desde la red pública, ya que dispone de electrodos de niveles máximo y mínimo. El tanque hidroneumático es un acumulador de presión del agua, que evita que las bombas operen cada vez que se demande agua en algún mueble o aparato sanitario del edificio.

#### 4.3. Gasto máximo instantáneo

El proyecto de la instalación, debe cumplir los siguientes objetivos:

1. Dotar de agua potable,
2. En forma continua,
3. En cantidad suficiente, y
4. Con la presión adecuada.

Cualquiera que sea el tipo de sistema de abastecimiento considerado, para determinar los diámetros de las tuberías requeridas en las diferentes partes de la red de distribución del edificio,

es necesario calcular el gasto de diseño.

El fijar un gasto para el diseño de una red de distribución de agua potable ya sea pública o privada resulta algo impreciso debido a los muchos factores de los que depende. Para fines de diseño, la "cantidad suficiente" de agua se considera que es el *gasto máximo instantáneo*.

Se entiende por *gasto máximo instantáneo* el mayor gasto que puede demandarse en cualquier sección de una instalación en cualquier momento del día.

La determinación del gasto de diseño es un problema complicado debido a que los muebles y aparatos sanitarios se operan intermitentemente y con frecuencias irregulares. Los diferentes tipos de muebles no tienen uso uniforme durante el día; los del baño, por ejemplo, están en uso frecuente cuando los habitantes de la vivienda se levantan por la mañana, justo antes de que se vayan a dormir por la noche, y durante los cortes de los programas de televisión. Los fregaderos de cocina se usan intensamente justo antes y después de las comidas. A partir de la media noche y hasta cerca de las 6 A.M. hay muy poco uso de los muebles.

Por lo anterior, es difícil que el gasto máximo instantáneo sea igual a la suma de los gastos de cada uno de los muebles y aparatos sanitarios en cuestión, porque no suelen funcionar todos a la vez, sin embargo, es muy importante estudiar cuidadosamente el tipo de edificio objeto del diseño, porque podría darse el caso de funcionamiento simultáneo. Por ejemplo, en los vestidores de un club deportivo a ciertas horas del día todas las regaderas funcionarán probablemente al mismo tiempo. En cambio, en un edificio de departamentos no es probable que ocurra.

---

## CAPITULO 5

# METODOS PARA EL CALCULO DEL GASTO MAXIMO INSTANTANEO

Se han desarrollado varios métodos para determinar el gasto máximo instantáneo de las diferentes partes de un sistema de distribución de agua de un edificio, los cuales pueden agruparse de la siguiente manera:

- Métodos empíricos;
- Métodos probabilísticos; y
- Método alemán de la raíz cuadrada.

Los fundamentos de estos métodos se explican en los siguientes apartados.

### 5.1. Métodos empíricos para el cálculo del gasto máximo instantáneo

En estos métodos se aplican criterios basados en el juicio y experiencia con respecto al número de muebles que deben considerarse en operación simultánea. La aplicación de cualquiera de los métodos denominados empíricos se recomienda en el caso de instalaciones con pocos muebles y aparatos sanitarios.

#### 5.1.1 Método Francés

El coeficiente de simultaneidad depende directamente del número de muebles y aparatos sanitarios en funcionamiento y del tipo de uso del edificio. La norma francesa N.P. 41 204 establece que el coeficiente de simultaneidad puede aproximarse en función del número de llaves, con la siguiente expresión:

$$k = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \quad 4.1$$

en donde n es igual al número de llaves de la instalación, para  $n > 1$ .

El gasto máximo instantáneo, representado por  $Q_m$ , se considera que es la suma de todos los consumos por aparato, multiplicados por el coeficiente de simultaneidad:

$$Q_m = \sum q \times k \quad 5.2$$

El consumo por aparato q ha sido determinado por una serie de ensayos prácticos, los cuales han dado los valores promedio que se anotan en el Cuadro 5.1.

Cuadro 5.1  
Valores del consumo o gasto unitario de los muebles y aparatos sanitarios

MUEBLE O APARATO SANITARIO		GASTO l/s
Bebedero		0.05
Lavabo		0.10
Regadera		0.20
Bidé		0.10
Tina de baño	Completa	0.30
	Media	0.20
Inodoro de tanque		0.10
Fluxómetro		2.00
Urinario de lavado continuo		0.05
Urinario de tanque		0.10
Fregadero de vivienda		0.15
Fregadero de restaurante		0.30
Lavadero		0.10
Vertedero		0.20
Placa turca		0.10
Lavavajillas		0.20
Lavadora automática		0.20
Llave aislada		0.15
Llave de garage		0.30
Boca de riego de 30 mm de diámetro		1.00
Hidrantes	Diámetro 1 pulg.	0.60
	Diámetro 2 pulg.	3.00
	Diámetro 4 pulg.	12.00

**Ejemplo 5.1**

La Figura 5.1 muestra la planta arquitectónica de los sanitarios de un edificio de dos niveles. En cada nivel los sanitarios son idénticos. Empleando el método francés, calcular los gastos de diseño de cada tramo de la red interior de distribución del edificio.



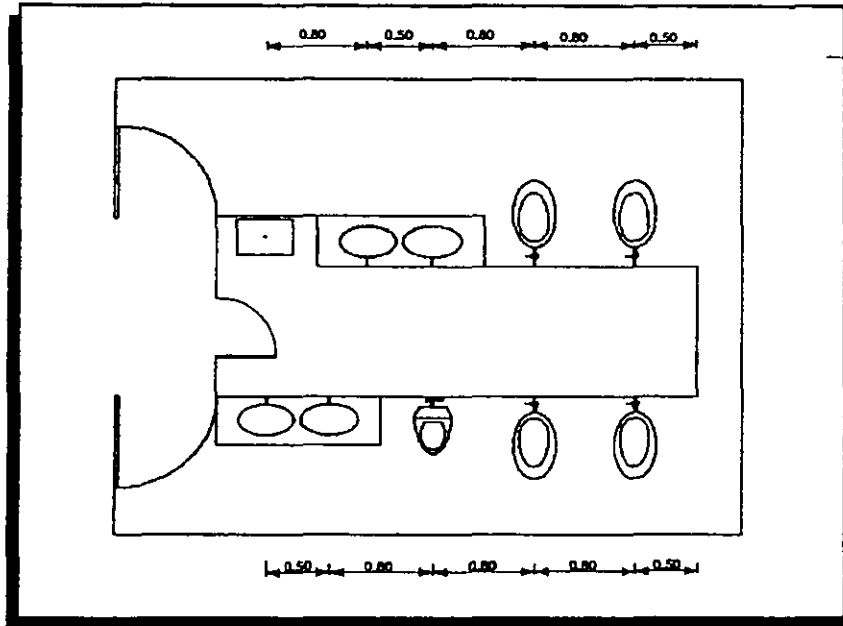


Figura 5.1. Planta arquitectónica de los sanitarios del ejemplo 5.1.

Solución:

El primer paso es definir secciones o tramos de análisis. Se recomienda definir una sección cada dos o tres muebles o aparatos del mismo tipo, o bien, en donde cambie el tipo de mueble o aparato. La Figura 5.2 muestra el trazo propuesto de la red de distribución y la definición de secciones de análisis.

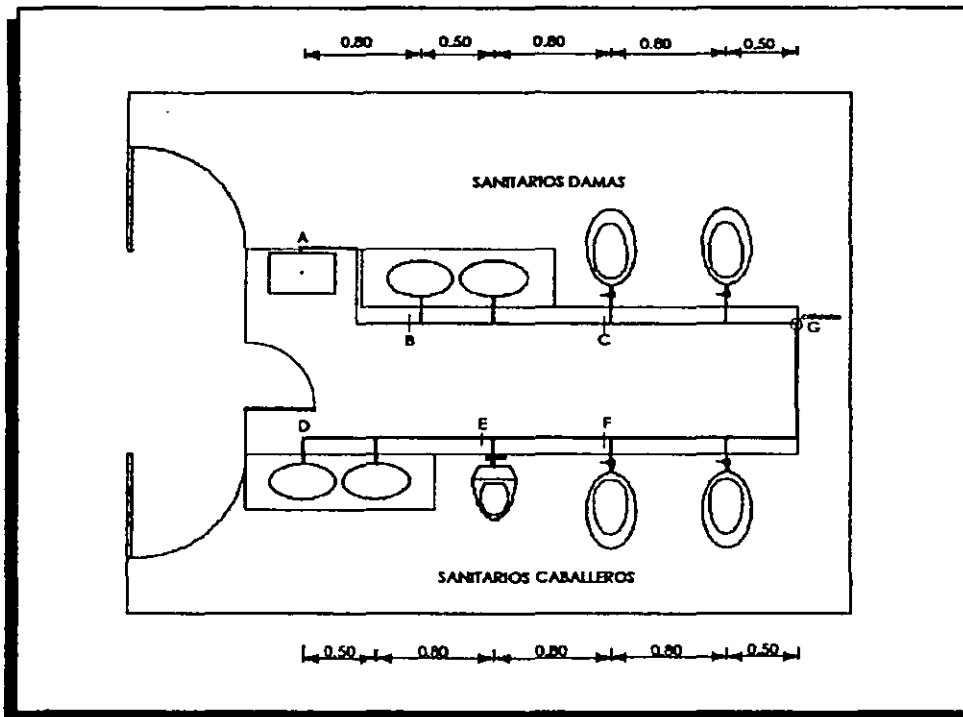


Figura 5.2. Trazo propuesto de la red de distribución.

El cálculo del gasto máximo instantáneo de cada tramo de la red se presenta en el Cuadro 5.2.

Los tramos G-H y H-I son los tramos de columna que abastecen a los niveles. Los gastos de cada mueble se han obtenido del Cuadro 5.1. Al sumar los gastos demandados por cada uno de los muebles del tramo y multiplicar la suma por el coeficiente de simultaneidad, se obtiene el gasto máximo instantáneo  $Q_{mi}$ .

Cuadro 5.2. Tabla de cálculo del ejemplo 5.1.

Tramos de derivaciones	Muebles o aparatos	Consumo por aparato q (l/s)	Número de llaves	K coeficiente de simultaneidad	$Q_{mi}$ l/s
A-B	Vertedero (1)	0.20	1	1	0.20
B-C	Vertedero (1)	0.20	3	0.71	0.28
	Lavabos (2)	0.10			
C-G	Vertedero (1)	0.20	5	0.5	2.20
	Lavabos (2)	0.10			
	Inodoro flux. (2)	2.00			
D-E	Lavabo (2)	0.10	2	1	0.20
E-F	Lavabo (2)	0.10	3	0.71	0.21
	Urinario (1)	0.10			
F-G	Lavabo (2)	0.10	5	0.5	2.15
	Urinario (1)	0.10			
	Inodoro flux (2)	2.00			
TRAMOS DE COLUMNA					
G-H	Vertedero (1)	0.20	10	0.33	2.87
	Lavabos (4)	0.10			
	Urinario (1)	0.10			
	Inodoros flux. (4)	2.00			
H-I	Vertederos (2)	0.20	20	0.23	4.00
	Lavabos (8)	0.10			
	Urinaros (2)	0.10			
	Inodoros flux. (8)	2.00			

En el análisis de cada tramo se consideran los muebles o aparatos que consumen el agua que pasa por el tramo en cuestión. Por ejemplo, en el tramo B-C sólo se tienen dos lavabos, sin embargo, el gasto del vertedero también pasa por el tramo B-C.

**5.1.2. Método británico**

Un grupo de proyectistas expertos en instalaciones elaboraron una tabla de "probable demanda simultánea" correspondiente a diferentes gastos potenciales (Cuadro 5.3).

Para una instalación en particular, se suman las demandas de todos los muebles y aparatos sanitarios servidos por la tubería objeto del cálculo, utilizando para ello los gastos unitarios del Cuadro 5.1. Con el valor obtenido se entra en la columna (1) de la tabla del Cuadro 5.2, leyendo en la columna (2) la probable demanda simultánea máxima y con este valor, correspondiente al gasto máximo instantáneo ( $Q_m$ ), se diseña la tubería.

**Cuadro 5.3**  
Probable demanda simultánea correspondiente a diferentes gastos potenciales.

$\sum q$ en (l/s)	$Q_m$ l/s	$\sum q$ en (l/s)	$Q_m$ l/s
(1)	(2)	(1)	(2)
Hasta 0.76	100% del máximo posible	5.11	2.33
0.88	0.82	5.30	2.46
1.01	0.91	6.75	2.65
1.14	1.01	7.76	2.84
1.26	1.10	8.96	3.03
1.45	1.20	10.29	3.28
1.64	1.29	11.86	3.53
1.89	1.42	13.63	3.85
2.21	1.51	15.65	4.10
2.52	1.64	18.05	4.48
2.90	1.77	20.76	4.86
3.34	1.89	23.85	5.36
3.85	2.02	27.45	5.99
4.48	2.15	31.55	6.56
		Arriba de 500	20% del máximo posible

**Ejemplo 5.2.**

Calcular los gastos de diseño de cada tramo de la red interior de distribución del edificio del ejemplo 5.1, usando el método británico.

Solución:

Se utilizan las mismas secciones de análisis del ejemplo 5.1. En el Cuadro 5.4 se presentan los resultados correspondientes.

Cuadro 5.4. Tabla de cálculo del ejemplo 5.2.

Tramos de derivaciones	Muebles o aparatos	Cantidad	Consumo por aparato q l/s	$\Sigma q$ l/s	$Q_{mi}$ l/s
A-B	Vertedero	1	0.20	0.20	0.20
B-C	Vertedero	1	0.20	0.40	0.40
	Lavabos	2	0.10		
C-G	Vertedero	1	0.20	4.40	2.13
	Lavabos	2	0.10		
	Inodoro flux.	2	2.00		
D-E	Lavabos	2	0.10	0.20	0.20
E-F	Lavabos	2	0.10	0.30	0.30
	Urinario	1	0.10		
F-G	Lavabo	2	0.10	2.30	1.55
	Urinario	1	0.10		
	Inodoro flux.	2			
Tramos de columna					
G-H	Vertedero	1	0.20	8.7	2.98
	Lavabos	4	0.10		
	Urinaros	1	0.10		
	Inodoro flux.	4	2.00		
H-I	Vertederos	2	0.20	17.4	4.38
	Lavabos	8	0.10		
	Urinaros	2	0.10		
	Inodoros flux.	8	2.00		

Los gastos máximos instantáneos ( $Q_{mi}$ ) del Cuadro 5.4, fueron obtenidos por interpolación lineal a partir del Cuadro 5.3.

5.1.3. Método americano

Lewis H. Kessler preparó dos tablas con los porcentajes de simultaneidad, una para el diseño de derivaciones (Cuadro 5.5) y otra para el diseño de columnas y distribuidores (Cuadro 5.6).

El gasto máximo instantáneo en una derivación, representado por  $Q_{mi}$ , se considera que es la suma de todos los consumos por aparato, multiplicados por el coeficiente de simultaneidad k correspondiente, obtenido del Cuadro 5.5:

$$Q_{mi} = \sum q \times k \tag{5.3}$$

El consumo por aparato q se obtiene del Cuadro 5.1.

**CUADRO 5.5**  
**GASTOS EN LAS DERIVACIONES PARA MUEBLES O APARATOS DE USO PUBLICO**

NUMERO DE MUEBLES O APARATOS	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	30	35	40
TIPO DE MUEBLE O APARATO	PORCENTAJE A CONSIDERAR DE LA SUMA DE LOS GASTOS DE LOS MUEBLES												
Lavabos	100	100	75	60	50	50	50	50	50	50	50	50	50
WC con depósito	100	67	50	40	37	37	30	30	30	30	30	30	30
WC con fluxómetro	50	33	30	25	25	25	20	20	20	16	15	15	15
Urinerias	100	67	50	40	37	37	30	27	25	24	23	20	20
Regaderas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**CUADRO 5.6**  
**PORCENTAJE A CONSIDERAR EN TRAMOS DE COLUMNAS O DISTRIBUIDORES**

GRUPOS DE APARATOS SERVIDOS	PORCENTAJE DE SIMULTANEIDAD	
	WC CON DEPOSITO	WC CON FLUXOMETRO
1	100	100
2	90	80
3	85	65
4	80	55
5	75	50
6	70	44
8	64	35
10	55	27
20	50	20
30	43	14
40	38	10
50	35	9
75	33	8
100	32	7
150	31	5
200	30	4
500	27	3
1000	25	2

Establecido el gasto de cada una de las derivaciones, o sea de cada "grupo tipo" de aparatos, el gasto de las columnas y de los distribuidores se puede calcular de un modo muy aproximado asumiendo que cada tramo de columna o de distribuidor, tendrá un gasto igual a la suma de los gastos de las derivaciones (o grupos servidos), multiplicado por el porcentaje de simultaneidad correspondiente del Cuadro 5.6.

Desde luego que ningún tramo de columna o de distribuidor puede tener un gasto inferior a la suma de los gastos de las derivaciones servidas.

Es importante hacer notar que si a lo largo del trazo de la columna o del distribuidor existiera un solo aparato o un grupo de aparatos distintos del "tipo" sobre el cual se ha basado el cálculo del gasto de las derivaciones, será necesario tener en consideración la proporción de la relación entre el gasto de este aparato individual o de este nuevo grupo, y el gasto del "grupo tipo".

**Ejemplo 5.3**

Calcular los gastos de diseño de cada tramo de la red interior de distribución del edificio del ejemplo 5.1, usando el método americano.

**Solución:**

Se utilizan las secciones de análisis del ejemplo 5.1. En el Cuadro 5.7 se presentan los resultados correspondientes a las derivaciones, con los porcentajes de simultaneidad del Cuadro 5.5, y en el Cuadro 5.8 se tienen los resultados correspondientes a los tramos de columna G-H y H-I, obtenidos con los porcentajes de simultaneidad del Cuadro 5.6.

**Cuadro 5.7** Tabla de cálculo de derivaciones del ejemplo 5.3.

Tramo	Muebles o aparatos	Cantidad	Consumo por aparato q l/s	$\Sigma q$ l/s	Porcentaje de simultaneidad	$Q_{mz}$ l/s
A-B	Vertedero	1	0.20	0.20	100	0.20
B-C	Vertedero Lavabos	1 2	0.20 0.10	0.20 0.20	100 100	0.40
C-G	Vertedero Lavabos Inodoro flux.	1 2 2	0.20 0.10 2.00	0.20 0.20 4.00	100 100 50	2.40
D-E	Lavabos	2	0.10	0.20	100	0.20
E-F	Lavabos Urinario	2 1	0.10 0.10	0.20 0.10	100 100	0.30
F-G	Lavabos Urinario Inodoro Flux.	2 1 2	0.10 0.10 2.00	0.20 0.10 4.00	100 100 50	2.30
TOTAL DEL GRUPO DE MUEBLES	Vertederos Lavabos Urinarios Inodoros flux	1 4 1 4	0.20 0.10 0.10 2.00	0.20 0.40 0.10 8.00	100 75 100 30	3.00

Cuadro 5.8 Tabla de cálculo de columnas del ejemplo 5.3

Tramo	Grupos servidos	Gasto del grupo l/s	Porcentaje de simultaneidad	$Q_{mi}$ l/s
G-H	1	3.00	100	3.00
H-I	2	3.00	80	4.80

El gasto máximo instantáneo ( $Q_{mi}$ ) es igual a la suma de los gastos de cada grupo por el porcentaje de simultaneidad.

5.2. Métodos probabilísticos

La descarga de agua por la llave de un mueble o aparato sanitario puede representarse por medio de un hidrograma, en el cual la abscisa representa el tiempo y la ordenada el gasto.

La Figura 5.3.a corresponde al hidrograma que representa la salida de agua en un depósito para inodoro a través de una válvula de flotador que se cierra lentamente a medida que el agua se va introduciendo al depósito, mientras que la Figura 5.3.b es el hidrograma de un fluxómetro, que tiene una rápida abertura y un cierre lento y gradual.

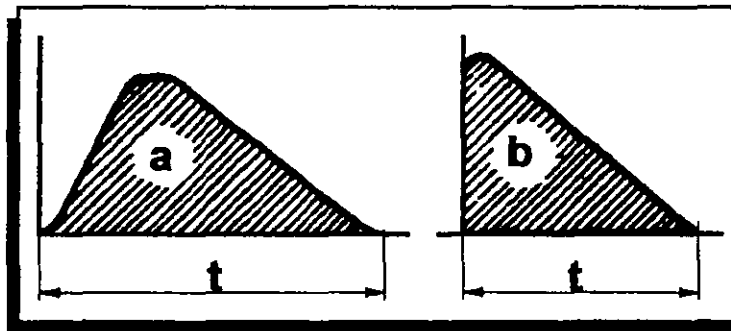


Figura 5.3. Diagramas de distribución.

Supóngase ahora que se tiene una instalación sanitaria entre cuyos aparatos se encuentran tres iguales. La Figura 5.4 representa la sucesión de los hidrogramas de los aparatos en el periodo de máximo consumo de la instalación.

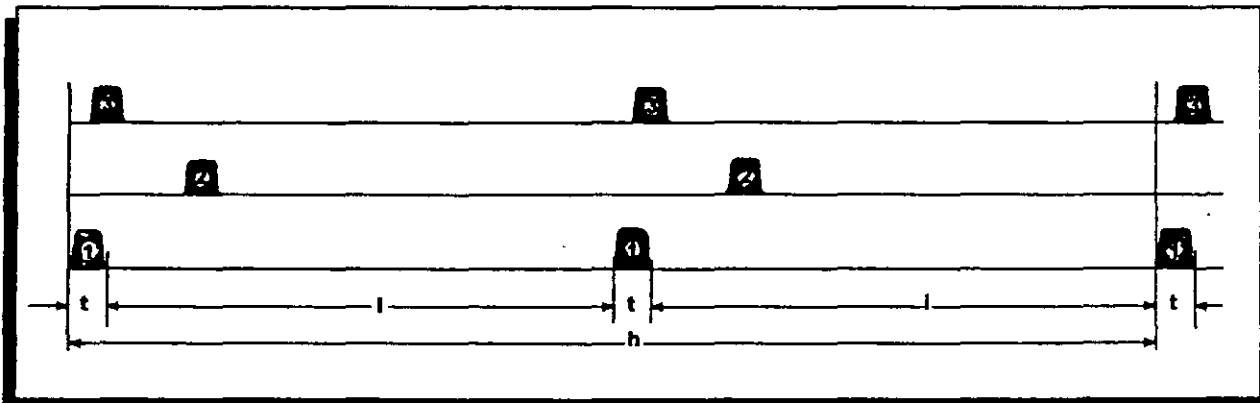


Figura 5.4. Sucesión de hidrogramas de los aparatos en el periodo de máximo consumo.

En la Figura 5.4  $t$  es la duración media de un servicio, en minutos;  $i$  es el intervalo medio que transcurre entre un servicio y el siguiente durante el periodo de máximo consumo, en minutos; y  $h$  es la duración media diaria del periodo de punta, en horas.

Como se observa, mientras los servicios del aparato 2 están defasados con respecto a los servicios de los aparatos 1 y 3, y por tanto sin influencia recíproca, los servicios de los aparatos 1 y 3 se sobreponen.

El problema consiste en determinar el número máximo de servicios que pueden sobreponerse en un determinado periodo de tiempo, tomados entre los de todos los aparatos en cuestión.

Existe una expresión matemática que establece, a partir de un grupo de acciones iguales e igualmente subsecuentes, cuál es el intervalo probable de tiempo que transcurre entre dos sobreposiciones sucesivas de un determinado número de acciones tomadas entre las del grupo. Por ejemplo, supóngase que una instalación cuenta con 20 aparatos iguales que operan del mismo modo; la expresión matemática establece el tiempo que transcurre entre dos sobreposiciones probables y sucesivas, digamos de 6 aparatos, entre los 20 considerados.

La expresión es:

$$P = \frac{A^{r-1}}{B \times C_r^n} \quad 5.4$$

donde:

$P$  Tiempo probable en días que transcurre entre la sobreposición de  $r$  servicios, que forman parte de un grupo  $n$  de ellos, y la sucesiva sobreposición también de  $r$  servicios del mismo grupo;

$A = it$  Relación entre la duración media  $i$ , en minutos, del intervalo entre dos servicios, durante el periodo de máximo consumo y la duración de un servicio  $t$ , en minutos;

$B = h/i$  Relación entre la duración media diaria del periodo de máximo consumo  $h$ , en horas, y la duración media  $i$  (en horas) del intervalo entre dos servicios durante el tiempo  $h$ ;

$C_r^n$  Número de combinaciones posibles de  $r$  unidades, tomadas de entre  $n$  de éstas:

$$C_r^n = \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-r+1)}{1 \times 2 \times 3 \times \dots \times r} \quad 5.5$$

$n$  Número de aparatos que forman el grupo considerado.

Aplicando logaritmos, la ecuación 5.4 queda:

$$\log P = \log A^{r-1} - \log B - \log C_r^n \quad 5.6$$

Asumiendo que las sobreposiciones pueden ocurrir con una sucesión de un día, entonces  $P = 1$ , y entonces:

$$\log P = \log 1 = 0 \quad 5.7$$



La ecuación 5.6 resulta:

$$\log A^{-1} - \log B = \log C_r^n \tag{5.8}$$

En la ecuación 5.8 pueden fijarse los valores de  $i$ ,  $t$  y  $h$ , obteniendo por tanto los de  $A$  y  $B$ . A continuación para valores arbitrarios  $r$  puede obtenerse el  $\log C_r^n$  y con la ecuación 5.5 el correspondiente valor de  $n$ . Después puede obtenerse la relación  $r / n$ , o sea el porcentaje de funcionamiento simultáneo.

Con el procedimiento explicado, para algunos valores progresivos de  $r$  se podrán obtener los valores de  $n$  y por tanto el porcentaje de simultaneidad. Con los porcentajes obtenidos puede construirse una gráfica en donde las ordenadas corresponden al porcentaje de simultaneidad y las abscisas a los valores obtenidos de  $n$ . Las Figuras 5.5 a 5.10 muestran curvas características de simultaneidad obtenidas con el procedimiento explicado para varios aparatos y usos de los edificios.

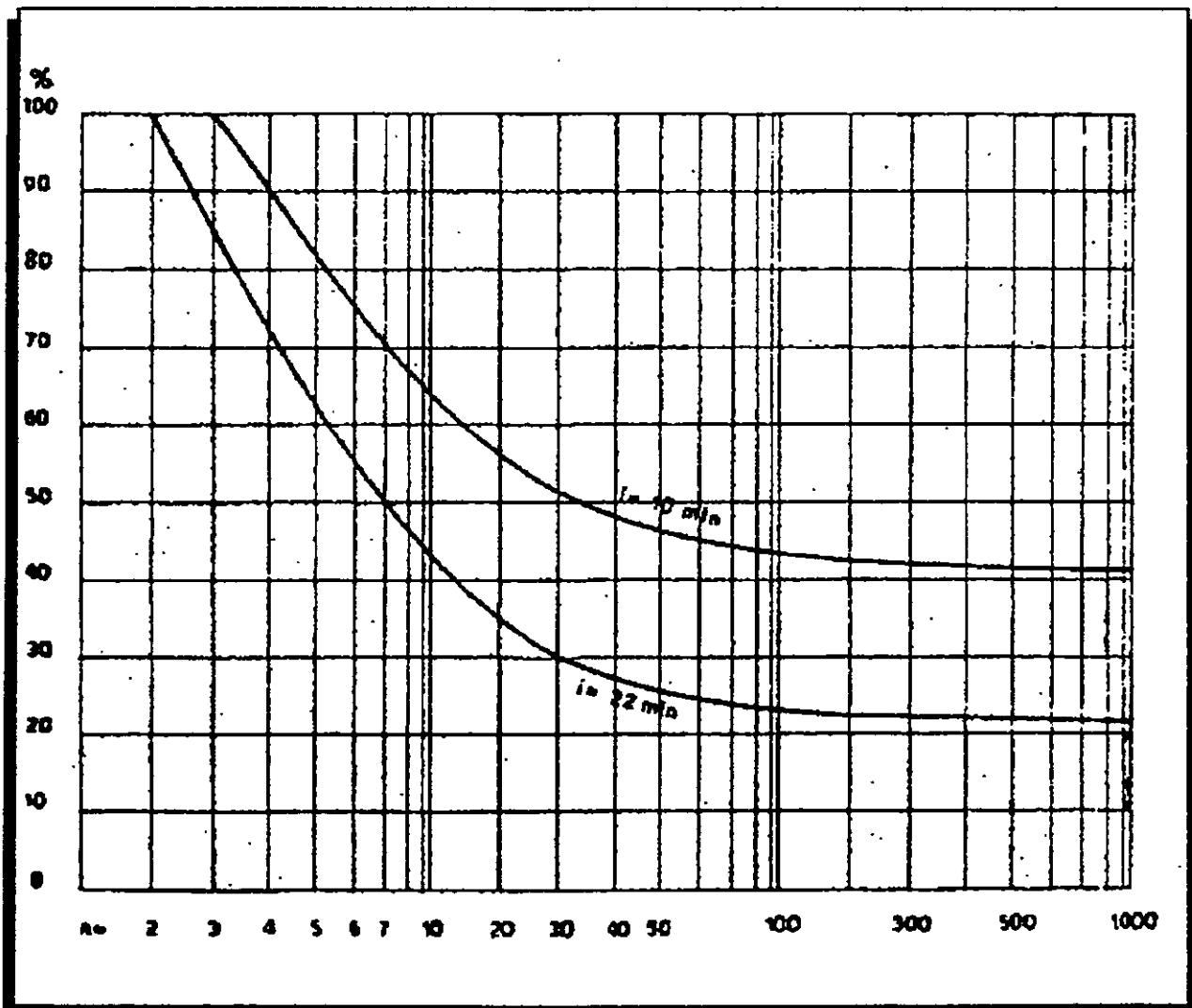


Figura 5.5 Curvas características de simultaneidad de suministro ( oficinas, retretes con depósito -  $t = 2$  min)

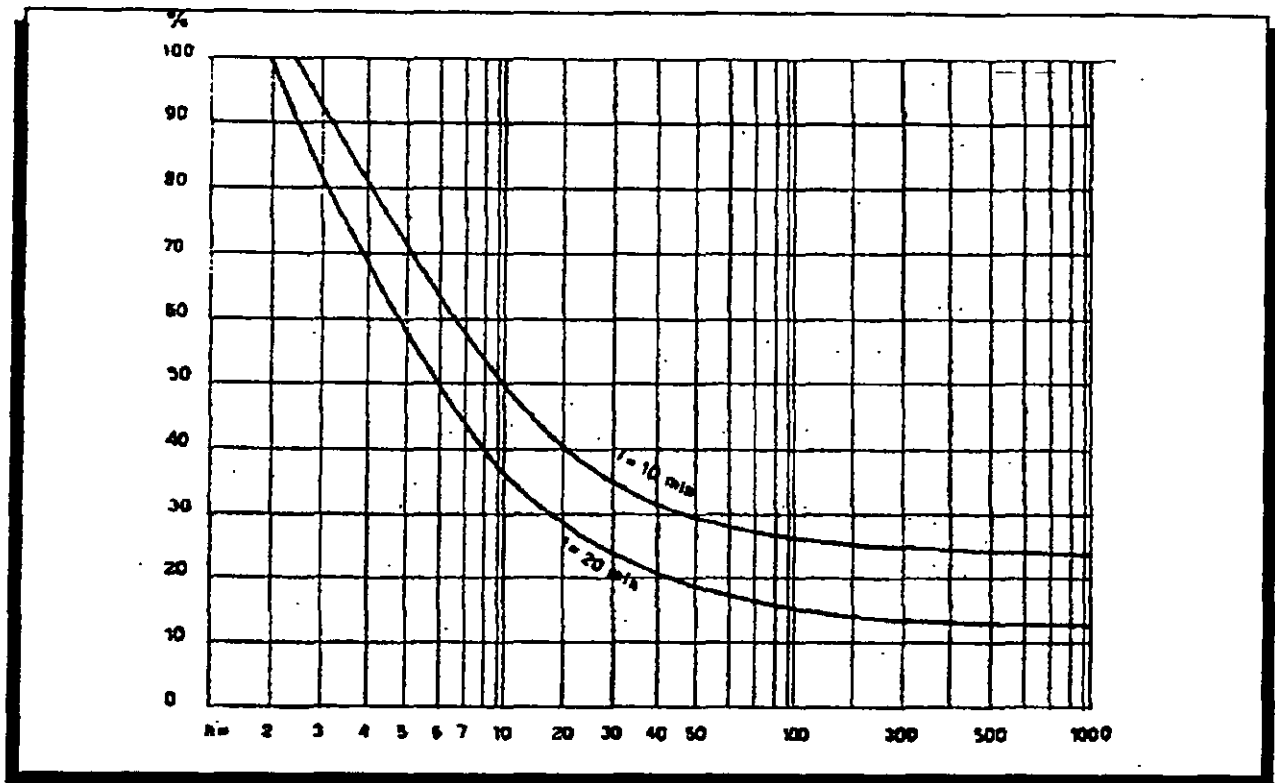


Figura 5.6 Curvas características de simultaneidad de servicio ( oficinas - lavabos- t= 1min.)

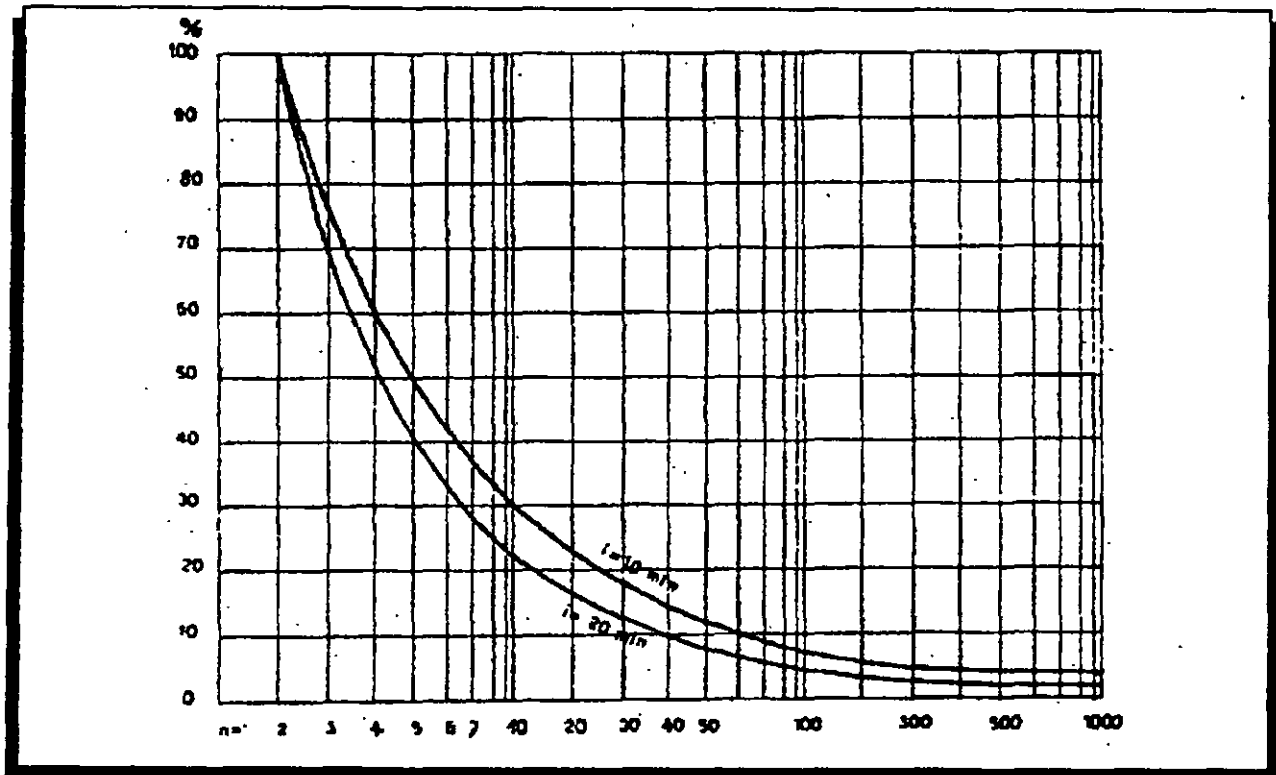


Figura 5.7. Curvas características de simultaneidad de suministro ( oficinas -retretes con fluxómetro-t= 8 segundos)

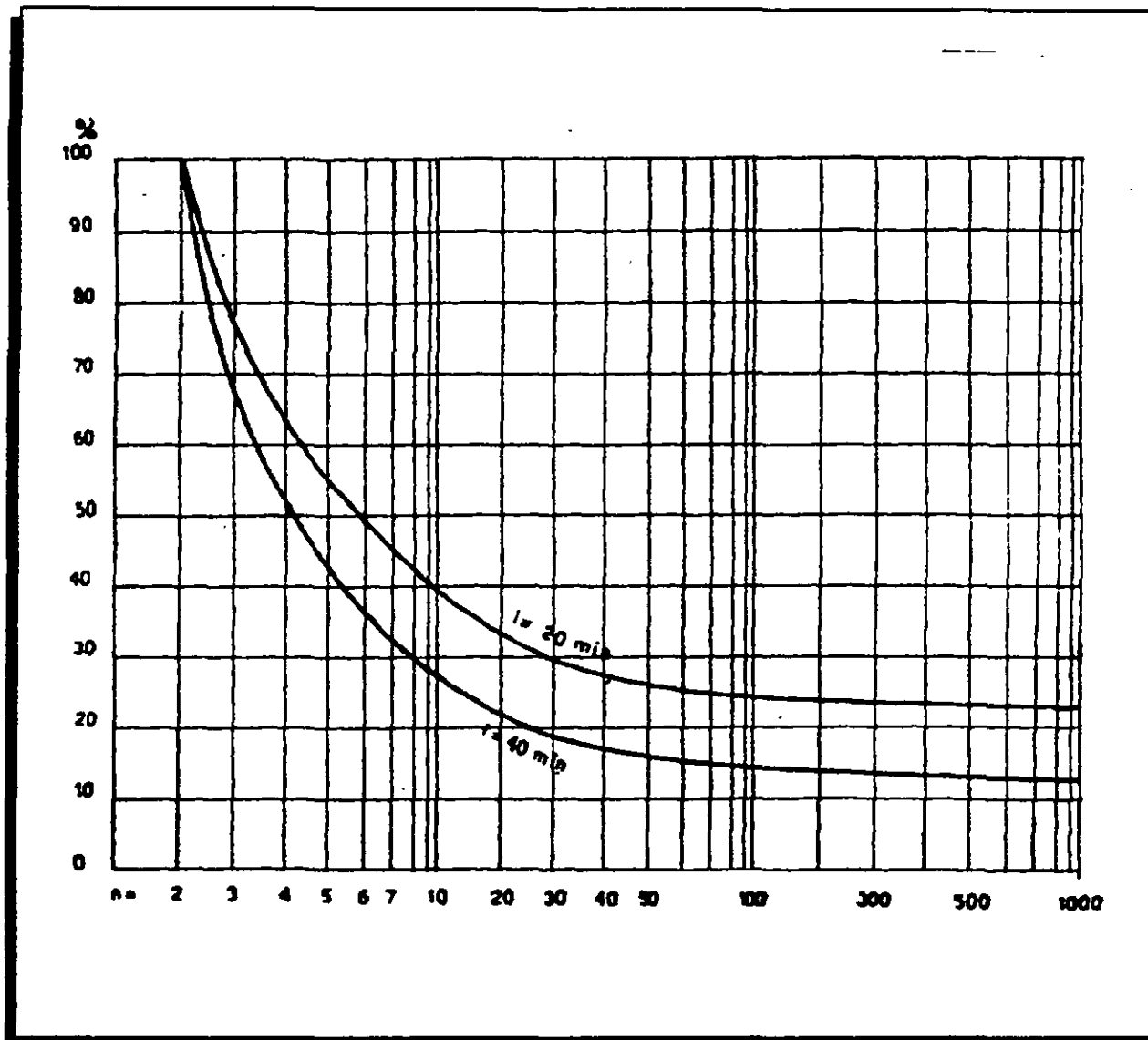


Figura 5.10. Curvas características de simultaneidad de suministro ( departamentos -retretes con depósito, lavabos, bidetes- $t= 2$  minutos)

**Ejemplo 5.4.**

Empleando las curvas características de simultaneidad de suministro correspondientes, calcúense los gastos de diseño de cada tramo de la red interior de distribución del edificio de oficinas del ejemplo 5.1.

Se utilizan las secciones de análisis definidas en el ejemplo 5.1. El Cuadro 5.9. muestra los resultados obtenidos. Cuando se tiene un sólo mueble o aparato de cierto tipo, el porcentaje de simultaneidad es obviamente del 100 % porque es seguro que se use ese aparato. Cuando no se tenga una curva característica específica para cierto tipo de mueble o aparato, se usa la de otro mueble que se le parezca en la forma de uso. De las dos curvas características que aparecen en cada figura, se usa la correspondiente al menor valor de  $i$ , cuando se tienen pocos muebles y muchos usuarios, y si se tienen muchos muebles y pocos usuarios se usa la curva con el mayor valor de  $i$ . En este ejemplo se tiene la primera condición.

Cuadro 5.9. Tabla de cálculo del ejemplo 5.4.

TRAMO	MUEBLES O APARATOS	CANTIDAD	CONSUMO POR APARATO q l/s	$\Sigma q$ l/s	PORCENTAJE DE SIMULTANEIDAD	$Q_{mi}$ l/s
<b>DERIVACIONES</b>						
A-B	Vertedero	1	0.20	0.20	100*	0.20
B-C	Vertedero	1	0.20	0.20	100*	0.40
	Lavabos	2	0.10	0.20	100( Fig. 5.6)	
C-G	Vertedero	1	0.20	0.20	100*	4.40
	Lavabos	2	0.10	0.20	100 (Fig. 5.6)	
	Inodoro flux.	2	2.00	4.00	100 (Fig. 5.7)	
D-E	Lavabos	2	0.10	0.20	100 (Fig 5.6)	0.20
F-G	Lavabos	2	0.10	0.20	100 (Fig. 5.6)	4.30
	Urinario	1	0.10	0.10	100 (Fig 5.7) **	
	Inodoro flux.	2	2.00	4.00	100 (Fig 5.7)	
<b>COLUMNA</b>						
G-H	Vertederos	1	0.20	0.20	100 *	5.42
	Lavabos	4	0.10	0.40	80 (Fig. 5.6)	
	Urinaros	1	0.10	0.10	100 (Fig. 5.7) **	
	Inodoros flux.	4	2.00	8.00	60	
H-I	Vertederos	2	0.20	0.40	100	6.47
	Lavabos	8	0.10	0.80	54	
	Urinaros	2	0.10	0.20	100	
	Inodoros flux.	8	2.00	16.00	34	

\* Por ser sólo un mueble.

\*\* Por semejanza en la forma de uso del urinario de fluxómetro y el inodoro de fluxómetro.

Como los sistemas no están constituidos por un mismo tipo de accesorio exclusivamente, al proporcionar una curva para cada accesorio, este método sobrediseña el sistema, debido a la adición de gastos de varios grupos de diferentes tipos de accesorios, ya que para un sistema dado no es cuestión de una simple adición, porque la función de probabilidad debe intervenir en el resultado. En otras palabras, si obtuvimos un gasto de diseño en particular para  $n_1$  fluxómetros, otro gasto de diseño para  $n_2$  lavabos y todavía otro gasto de diseño para  $n_3$  urinarios en un sistema dado, no conviene obtener el gasto de diseño para el sistema como un todo sumando los tres gastos obtenidos para los grupos individuales de diferentes tipos de accesorios, dado que el verdadero gasto de diseño del sistema será menor que esta suma. El procedimiento para combinar la contribución de gastos de los diferentes tipos de accesorios puede hacerse con base en la teoría de probabilidad, pero el proceso es demasiado complicado para ser de uso práctico. El Dr. Roy B. Hunter desarrolló un método práctico, el cuál se describe a continuación.

### 5.2.1. Método de Hunter

Una de las primeras aplicaciones de la teoría de la probabilidad a la determinación de gastos de diseño en instalaciones hidráulicas para edificios fue hecha por el Dr. Roy B. Hunter de la Oficina Nacional de Estándares de E.E.U.U. (National Bureau of Standards). La primera exposición del método apareció en 1924. En el desarrollo de la aplicación de la teoría de probabilidad al problema de determinar los gastos de diseño, Hunter asumió que la operación de los principales muebles y aparatos sanitarios que constituyen el sistema de plomería podrían considerarse como eventos puramente aleatorios. Aunque esto no es del todo cierto, sirve de base para la aplicación de la

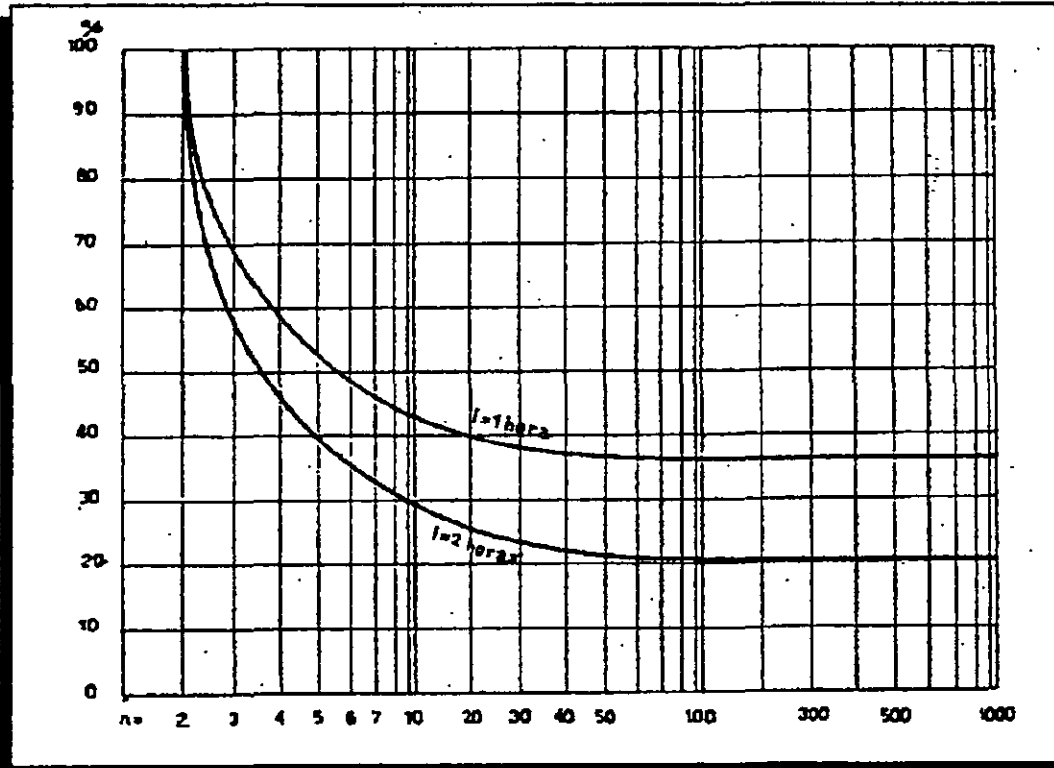


Figura 5.8. Curvas características de simultaneidad de suministro ( departamentos -bañeras-t= 10 minutos).

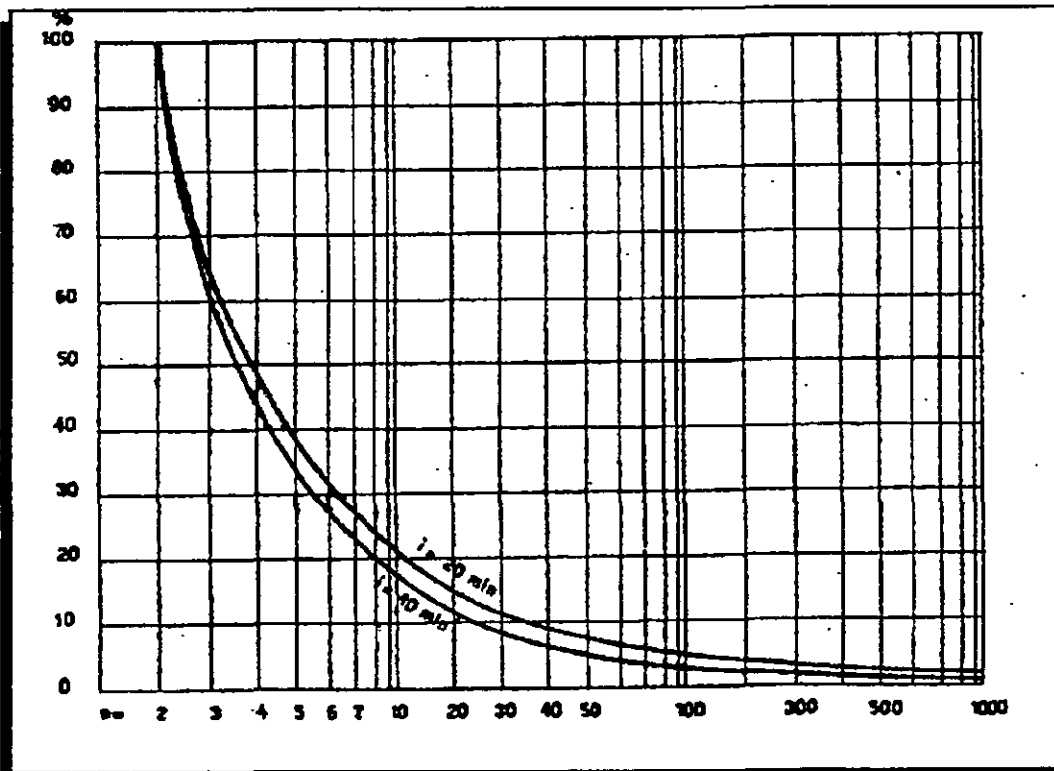


Figura 5.9. Curvas características de simultaneidad de suministro ( departamentos -retretes con fluxómetro-t= 8 segundos)

teoría al problema. Hunter determinó las máximas frecuencias de uso de los principales muebles y aparatos que producen el gasto en la instalación hidráulica de un edificio habitacional, basando sus valores de las frecuencias en registros obtenidos en hoteles y edificios de departamentos durante el periodo de máximo consumo (periodo de punta). También determinó valores característicos de los gastos promedio de uso del agua en diferentes muebles y aparatos sanitarios (en adelante "accesorios"), y el tiempo de una operación sencilla de cada uno de ellos.

El desarrollo teórico se aplica sólo a grandes grupos de muebles y aparatos sanitarios, tales como los de edificios de departamentos, hoteles, oficinas, etc. La razón de esto es que aunque el gasto de diseño tiene cierta probabilidad de no ser excedido, no obstante puede excederse en raras ocasiones. En un sistema que incluya sólo unos cuantos accesorios, si se ha diseñado de acuerdo con la teoría de la probabilidad, el gasto adicional impuesto sobre él por un accesorio más que el dado por la teoría de la probabilidad podría sobrecargar el sistema lo suficiente para causar inconvenientes e incluso interferir con la operación del sistema de drenaje. Por otra parte, si se está tratando con un sistema grande, una sobrecarga de uno o varios accesorios sería raro que se notara.

Considérese el sistema de distribución de agua de un edificio de departamentos o un hotel, por ejemplo. En tales edificios, los accesorios de la instalación sanitaria estarán sujetos a congestión a cierta hora del día. Los muebles y aparatos consisten en una gran cantidad de inodoros, regaderas, lavabos, fregaderos, etc. El problema consiste en determinar qué gasto de diseño debe asignarse a las varias tuberías de la instalación hidráulica para que el sistema proporcione un servicio satisfactorio. Hunter definió como "servicio satisfactorio" a aquél en el que las interrupciones del servicio debido a factores controlables como el diámetro y disposición de las tuberías no es frecuente y es de suficientemente corta duración como para no ocasionar inconvenientes en el uso de los accesorios o una condición de insalubridad en la instalación.

Se asumirá que el sistema brindará servicio satisfactorio, o estará "adecuadamente diseñado", si las tuberías en el sistema se han dimensionado de manera que abastezcan satisfactoriamente el gasto demandado para una cantidad  $r$  de un total de  $n$  accesorios del edificio de modo tal que no más de  $r$  accesorios serán probablemente encontrados en uso simultáneo más de 1 por ciento del tiempo. Otra forma de expresar lo que debe entenderse por "servicio satisfactorio" es que es aquél en el que la interrupción del servicio debida a factores controlables, como el diámetro y disposición de las tuberías, no es frecuente y es de tan corta duración que no causa inconveniente o alguna condición de insalubridad en la instalación.

El valor de 1 por ciento referido, fue elegido arbitrariamente por Hunter en su aplicación original de la teoría de probabilidad al problema de diseño de gastos en las instalaciones hidráulicas, y se ha usado desde 1940 con buenos resultados, dado que el uso de este valor no lleva al subdiseño de los sistemas. Por el contrario, podría ser que los sistemas estén siendo sobrediseñados, y es posible que con un valor de 2 por ciento se alcancen diseños adecuados.

Una consideración adicional es la siguiente: si se excede el gasto de diseño, ¿cuál será el efecto en el sistema? Si el sistema incluye un gran número de accesorios, y el valor de  $r$  se establece para reunir el criterio establecido en el párrafo precedente, entonces la probabilidad de  $r+1$  accesorios que estén siendo usados simultáneamente es bastante remota; la probabilidad de  $r+2$  accesorios que estén siendo usados simultáneamente es todavía más remota, etc. Sobrecargas leves no tendrán un efecto apreciable en el sistema si el número total de accesorios es razonablemente grande.

Kessler hizo la siguiente recomendación para asegurar que el flujo del agua a los accesorios sea adecuado: el proyectista no deberá permitir la instalación de una tubería para el uso de sólo un accesorio principal a un tiempo. Debe insistirse en una tubería para uso promedio adecuado, de manera que varios accesorios puedan usarse simultáneamente.

5.2.2. Fundamentos del método de Hunter con base en un sistema simple

Se define como "sistema simple" a aquél (obviamente hipotético) que consiste en muebles o aparatos del mismo tipo - por ejemplo inodoros de fluxómetro solamente-. Supóngase que se tiene una cantidad grande  $n$  de estos inodoros en el sistema. Sea  $i$  el tiempo en segundos, en promedio, sobre usos sucesivos de cada mueble individual. Sea  $t$  la duración en segundos de la demanda sobre el sistema de abastecimiento para cada uso de un mueble, es decir, el tiempo ocupado por una descarga individual del fluxómetro. Entonces la probabilidad  $p$  de que se encuentre descargando el fluxómetro de un mueble en particular en cualquier instante de observación del sistema es:

$$p = \frac{t}{i} \quad 5.9$$

En consecuencia, la probabilidad de que el fluxómetro de ese mueble (o de cualquier otro) no se encuentre operando es:

$$1 - p = 1 - \frac{t}{i} \quad 5.10$$

Valores adecuados de  $i$  y  $t$  son 5 min (300 seg) y 9 seg, respectivamente. Entonces:

$$p = \frac{9}{300} = 0.03$$

y  $1 - p = 1 - 0.03 = 0.97,$

esto para inodoros de fluxómetro. Nótese que lo que suceda con los restantes  $n-1$  inodoros en el instante de observación no se considera en las probabilidades dadas por las ecuaciones 5.9 y 5.10. A continuación se determinará la probabilidad de que dos fluxómetros de dos inodoros en particular se encuentren operando en cualquier instante arbitrario de observación elegido, despreciando lo que suceda con los restantes  $n-2$  inodoros en ese instante.

Ya se ha expuesto que la probabilidad de encontrar en operación al primero de estos dos inodoros seleccionados es  $p$ . Por lo tanto, la probabilidad de encontrar en operación al segundo de estos dos inodoros seleccionados es  $p$ . Entonces la probabilidad de que los fluxómetros de ambos inodoros en particular se encuentren descargando es  $p^2$ , por la ley de eventos compuestos. Para el caso de los inodoros de fluxómetro considerados se tendría:

$$p^2 = (0.03)^2 = 0.0009$$

o aproximadamente una parte en mil. En forma similar, la probabilidad de encontrar tres fluxómetros en particular descargando es  $p^3=(0.03)^3=0.000027$ , y la probabilidad de encontrar todos los fluxómetros descargando es  $(0.03)^n$ .

Ahora se considerará la probabilidad de que dos inodoros en particular, pero ninguno de los otros  $n-2$  muebles, se encuentren descargando en el instante arbitrario de observación elegido.

Probabilidad de encontrar el primer fluxómetro descargando	$p$
Probabilidad de encontrar el segundo fluxómetro descargando	$p$
Probabilidad de no encontrar descargando el tercer fluxómetro	$1-p$
Probabilidad de no encontrar descargando el cuarto fluxómetro	$1-p$
Probabilidad de no encontrar descargando el quinto fluxómetro	$1-p$
Probabilidad de no encontrar descargando el enésimo fluxómetro	$1-p$

La probabilidad de este evento compuesto observado en el instante elegido es

$$P = (1-p)^{n-2} p^2 \quad 5.11$$

Para inodoros operados con fluxómetro, si n=5, tenemos para este caso

$$(1 - p)^{n-2} p^2 = (1 - 0.03)^3 (0.03)^2 = 0.00082$$

Ahora se puede analizar el caso más general en el cual dos cualesquiera de los n inodoros, pero ninguno de los otros n-2, se encuentren descargando en el instante arbitrario de observación elegido. Ya se ha expuesto que la probabilidad de encontrar descargando dos fluxómetros en particular, pero ninguno de los otros n-2, es  $(1-p)^{n-2} p^2$ . Ahora, existen tantas maneras de seleccionar dos fluxómetros de un grupo n de ellos como combinaciones de n objetos tomados dos a un tiempo. Y en el caso general, se desea determinar cuántas formas hay de seleccionar r objetos de un total n de ellos. En cualquier libro de probabilidad se puede encontrar la siguiente expresión:

$$C_r^n = \frac{n!}{r! (n-r)!} \quad 5.12$$

donde  $C_r^n$  es el símbolo para n objetos tomando r a un tiempo.

A manera de ejemplo, si n=5 y r=2,

$$C_2^5 = \frac{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{(2 \times 1) (3 \times 2 \times 1)} = 10$$

Así, si n=5 y r=2, la probabilidad de que dos cualesquiera de cinco pero ninguno de los otros tres fluxómetros de inodoros, se encuentren descargando en un instante arbitrariamente elegido de observación es

$$10(0.97)^3(0.03)^2=0.0082$$

Ahora puede escribirse la expresión general para la probabilidad de que cualesquiera r muebles, y solo r, tomados de un total n se encuentren operando en cualquier instante de observación :

$$p_r = C_r^n (1-p)^{n-r} p^r \quad 5.13$$

Cuando se observe el sistema, ciertamente encontraremos un número r de n muebles en operación, donde r puede tener un valor de 0 a n.

En la teoría de la probabilidad, la certeza es representada por la unidad. De aquí que si se suman todas las probabilidades representadas por la ecuación 5.13, que es la probabilidad de un evento particular tomado de aquéllos mencionados, se tendrá la relación

$$p_r = \sum_{r=0}^{r=n} C_r^n (1-p)^{n-r} p^r = 1 \quad 5.14$$

Debe notarse que la ecuación 5.13 representa un término de la ecuación 5.14, y ésta representa la expansión binomial de  $[p+(1-p)]^n$ , lo que puede consultarse en algún texto de álgebra. Así, la distribución que tiene que aplicarse en este problema es del tipo de expansión-binomial.

Ahora puede determinarse el número m de muebles tomados de un total n que deberán asumirse



en operación simultánea con el propósito de determinar el gasto máximo instantáneo del sistema. Una vez que se establezca el valor de  $m$ , el gasto máximo instantáneo se obtiene multiplicando  $m$  por el gasto promedio demandado por un mueble.

$$Q_{mi} = m q \tag{5.15}$$

El criterio que será usado para un diseño adecuado es el siguiente:

Se considerará que el sistema opera satisfactoriamente si está diseñado de tal forma que suministre adecuadamente la demanda simultánea para un número  $m$  de los  $n$  muebles que integran el sistema de manera que los  $m$  muebles no se encontrarán en operación simultánea en más del 1% del tiempo.

Esta condición puede expresarse como sigue:

$$p_0^n + p_1^n + p_2^n + \dots + p_{m-1}^n + p_m^n \geq 0.99 \tag{5.16}$$

siendo  $m$  el entero más pequeño para el cual esta relación es verdadera.

En esta ecuación  $p_0^n$  representa la probabilidad de encontrar a ninguno de los  $n$  muebles en operación, etc. El menor valor de  $m$  para el cual la ecuación 5.16 es cierta, da el número de muebles para el cual debe diseñarse el sistema.

La ecuación 5.16 produce el menor valor deseado de  $m$ , pero el cálculo es extremadamente laborioso, por lo que se han desarrollado métodos para reducir al mínimo posible esa labor. Se dispone de tablas que proporcionan la suma de las series de la ecuación 5.16, o de

$$p_{m+1}^n + p_{m+2}^n + \dots + p_{n-1}^n + p_n^n \leq 0.01 \tag{5.17}$$

que también puede escribirse

$$\sum_{r=m+1}^n C_r^n (1-p)^{n-r} p^r \leq 0.01 \tag{5.18}$$

la cual corresponde a la forma dada en las tablas de distribución de probabilidad binomial, excepto que aquí la expresión  $1-p$  reemplaza al símbolo  $q$  de las tablas. Estas tablas dan las sumatorias para valores de  $n$  superiores a 50. Otra compilación de tablas dan las sumatorias para  $n$  superiores a 150.

Antes de explicar el proceso práctico de determinación de los gastos de diseño, se calcularán unos cuantos valores de las probabilidades en las series dadas por la ecuación 5.16 para el sistema hipotético de 100 inodoros de fluxómetro.

Se asumió que cada inodoro del sistema descarga con la frecuencia promedio de una vez en 300 segundos y que cada fluxómetro funciona por 9 segundos. Esto da la probabilidad elemental  $p$ , de encontrar un inodoro en particular en operación en cualquier instante de observación arbitrariamente seleccionado de  $9/300$ , ó 0.03.

Ahora, la probabilidad de que ninguno de los inodoros se encuentre en operación es

$$p_0^n = C_0^n (1 - p)^{n-0} p^0 = (1 - p)^n = 0.97^{100} = 0.048$$

La probabilidad de encontrar exactamente uno de los 100 inodoros descargando es

$$p_1^n = C_1^n (1 - p)^{n-1} p = \frac{n}{1!} (1 - p)^{n-1} p = 100 (0.97)^{99} (0.03) = 0.1470$$

Procediendo de la misma forma, para calcular la probabilidad de encontrar exactamente dos inodoros descargando es

$$p_2^n = C_2^n (1 - p)^{n-2} p^2 = \frac{n(n-1)}{2!} (1 - p)^{n-2} p^2 = \frac{100 \times 99}{2} (0.97)^{98} (0.03)^2 = 0.2250$$

y para la probabilidad de encontrar exactamente tres de los 100 inodoros descargando

$$p_3^n = C_3^n (1 - p)^{n-3} p^3 = \frac{n(n-1)(n-2)}{3!} (1 - p)^{n-3} p^3 = \frac{100 \times 99 \times 98}{3 \times 2} (0.97)^{97} (0.03)^3 = 0.2270$$

Procediendo de la misma manera, se calculan las probabilidades hasta  $p_{10}^n$  y los resultados se dan en el Cuadro 5.10 y Figura 5.11.

Cuadro 5.10. Valores de la probabilidad de encontrar 0, 1, 2, ... 10 inodoros con válvula de fluxómetro en operación simultánea, de un total de 100.

$P_0^{100}$	0.048	$P_6^{100}$	0.0496
$P_1^{100}$	0.1470	$P_7^{100}$	0.0206
$P_2^{100}$	0.2250	$P_8^{100}$	0.0074
$P_3^{100}$	0.2270	$P_9^{100}$	0.0023
$P_4^{100}$	0.1705	$P_{10}^{100}$	0.00065
$P_5^{100}$	0.1013		

Si se suman estas probabilidades, comenzando con  $p_0^n$ , se encuentra que la menor cantidad de accesorios para la cual esta suma excede 0.99 es 8. De aquí que se toma ocho como el número de inodoros cuyos fluxómetros tendrán descarga simultánea, para los cuales debe considerarse

la provisión de agua necesaria en el diseño del sistema. El gasto de diseño para la tubería principal de abastecimiento del sistema está dado por la ecuación 5.15.

$$Q_m = m q = 8 q \quad [l/s]$$

donde q es el gasto promedio en l/s descargado por la operación de una válvula de fluxómetro.

### 5.2.3. Aplicación del método de Hunter a un sistema combinado

Antes de determinar las curvas que dan el valor de m para varios valores de n de los tres tipos de accesorios considerados aquí -inodoros con fluxómetro, inodoros de tanque y bañeras -, se asumirán valores adecuados de t e i para estos accesorios. Esto ya se hizo para los fluxómetros. Hunter consideró ese problema en su artículo original y estableció los valores que se muestran en el Cuadro 5.11.

Cuadro 5.11. Valores propuestos por Hunter para t e i de los accesorios.

Accesorios	t s	i s	t/i
Fluxómetro	9	300	0.03
Tanque	60	300	0.02
Bañera	60	900	0.067

Estos valores consideran las horas de máxima demanda o "periodo de punta", por esto los valores de i son máximos para cualquier caso, excepto condiciones poco frecuentes como el caso de cuarteles militares o en una escuela durante los recesos. Esos casos requieren tratamiento especial.

Ahora puede procederse a determinar la relación entre m y n para los tres accesorios anteriores. Las tablas referidas al principio pueden usarse para este propósito para valores de n hasta 150. Sin embargo, se desea llegar a valores de n considerablemente más grandes que éste. Para este propósito se recurre a la sumatoria exponencial de Poisson que es una aproximación a las series dadas por la ecuación 5.17 y alcanza valores que son bastante aproximados para valores pequeños de p, por ejemplo para p arriba de 0.10 o 0.15.

El Cuadro 5.12 es la base para el cálculo de las curvas de probabilidad para los accesorios de la instalación que serán considerados en lo que sigue. Los valores de n p son los correspondientes a la probabilidad de que más de m accesorios no se encontrarán operando simultáneamente más del 1% del tiempo. Estos valores de np vs m no deben ser usados para probabilidades p en exceso de 0.15.

Para p=0.20, este método da resultados que son aproximadamente de 10% más altos.

Para obtener el valor de n correspondiente a un valor dado de m, se divide el valor de a correspondiente al valor asumido de m, entre el valor de p para el tipo de accesorio involucrado.

Durante el tiempo que ha transcurrido desde que Hunter estableció valores de las frecuencias de uso de varios accesorios, el tiempo de operación de cada accesorio, los gastos promedio y total de un accesorio por una operación sencilla y, en general, el diseño de los accesorios de plomería, han cambiado bastante, de manera que estos valores deben actualizarse. Sin embargo, eso no se hará aquí, aunque los valores de Hunter y las curvas que el derivó seguirán analizándose en el presente texto dado que constituyen las bases de las tablas de gastos de muchos manuales de

plomera, y la diferencia entre sus curvas y las que podrían derivarse de manera que se representen mejor las condiciones de hoy en día, no diferirían significativamente. Las relaciones entre  $m$  y  $n$  para fluxómetros, tanques de w.c. y bañeras se dan en la Figura 5.12.

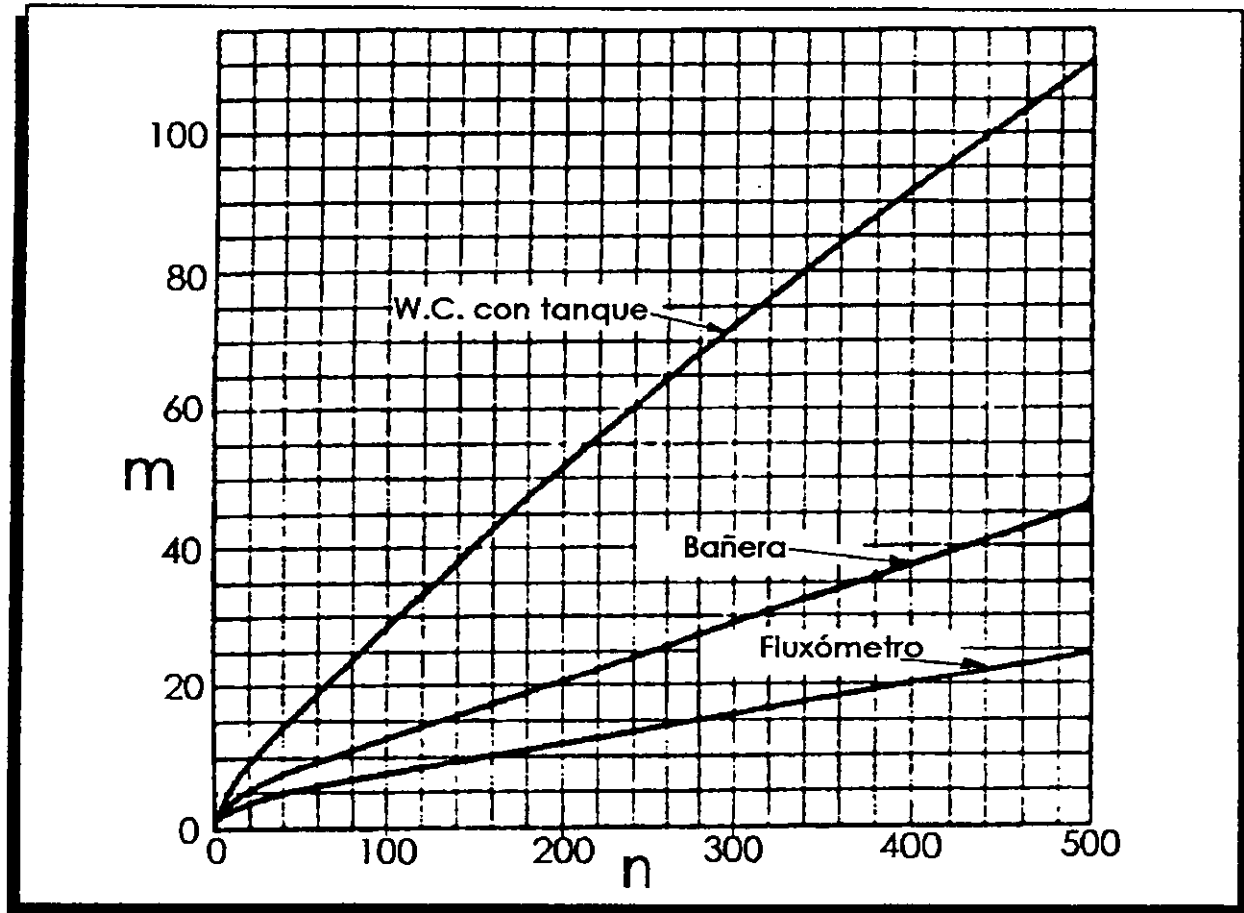


Figura 5.12. Relaciones entre  $m$  y  $n$  para fluxómetros, tanques de w.c. y bañeras

Cuadro 5.7 Valores de  $np$  correspondientes a valores de  $m$  sumatoria de probabilidad de Poisson.

$m$	$a = np$	$m$	$a = np$
1	0.25	18	10.30
2	0.60	20	11.80
3	0.95	25	16.25
4	1.35	30	19.5
5	1.85	35	23.45
6	2.35	40	27.50
7	2.90	45	31.55
8	3.50	50	35.65
9	4.10	60	44.15
10	4.75	70	52.85
12	6.00	80	61.55
14	7.42	90	70.3
16	8.85	100	79.0

El siguiente paso es multiplicar los valores de  $m$  correspondientes a valores dados de  $n$  para fluxómetros para el gasto promedio que se asume que entrega cada válvula durante una descarga. De acuerdo con Hunter se asume que este gasto es  $q = 1.70$  l/s. Efectuando esta multiplicación se obtiene la curva para fluxómetros de la Figura 5.13. Puede seguirse el mismo proceso para depósitos (o tanques de w.c.) y bañeras, asumiendo que  $q = 0.25$  l/s y  $0.5$  l/s, respectivamente obteniendo las curvas para estos accesorios que se muestran en la Figura 5.13.

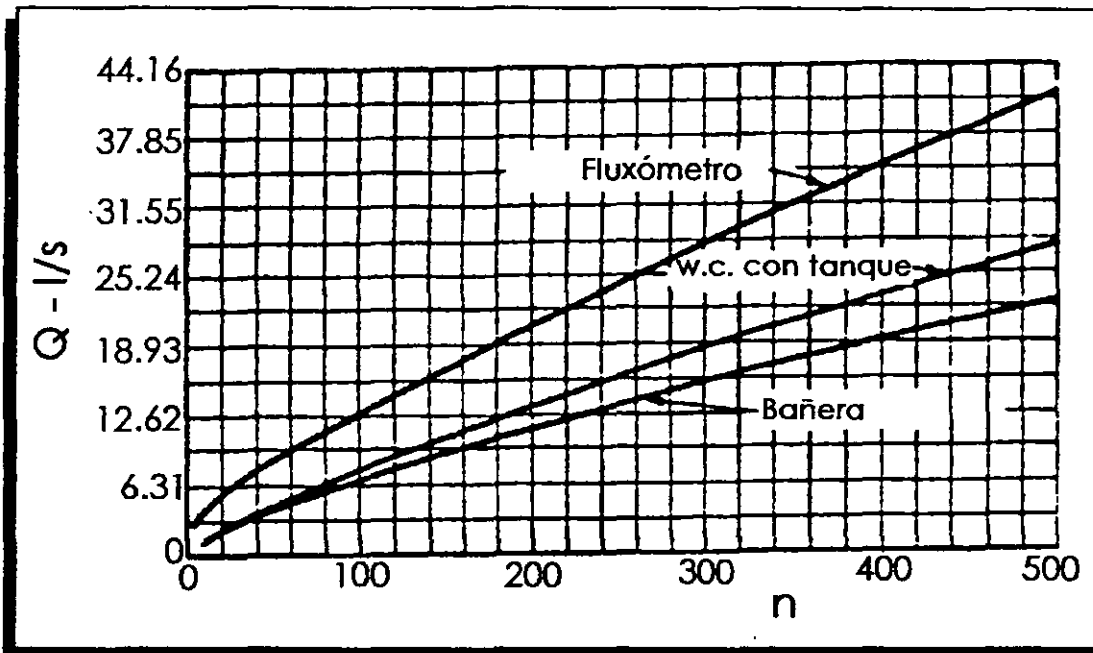


Figura 5.13. Curva para fluxómetros

Así, si se tuviera un sistema integrado enteramente por  $n$  tanques operando a la frecuencia asumida - por ejemplo una vez cada 5 minutos- se entraría a la curva de tanques de w.c. de la Figura 5.13 para leer el gasto de diseño en las ordenadas. El mismo procedimiento puede usarse para bañeras y fluxómetros.

Sin embargo, en realidad los sistemas no están constituidos por un mismo tipo de accesorio exclusivamente, sino que existe una cantidad de lavabos, tarjas, bañeras y varios accesorios especiales. No sería correcto proporcionar una curva para cada accesorio, como se muestra para tres tipos en la Figura 5.13, y sumar los gastos obtenidos de la curva de los tres accesorios. Si se hiciera esto estaría sobrediseñándose el sistema, debido a la adición de gastos de varios grupos de diferentes tipos de accesorios, ya que para un sistema dado no es cuestión de una simple adición, porque la función de probabilidad debe intervenir en el resultado. En otras palabras, si obtuvimos un gasto de diseño en particular para  $n_1$  fluxómetros, otro gasto de diseño para  $n_2$  tanques de w.c. y todavía otro gasto de diseño para  $n_3$  bañeras en un sistema dado, no puede obtenerse el gasto de diseño para el sistema como un todo sumando los tres gastos obtenidos para los grupos individuales de diferentes tipos de accesorios, dado que el verdadero gasto de diseño del sistema será menor que esta suma. El procedimiento para combinar la contribución de gastos de los diferentes tipos de accesorios puede hacerse con base en la teoría de probabilidad, pero el proceso es demasiado complicado para ser de uso práctico.

Hunter desarrolló un método muy ingenioso para lograr esto, aunque desde luego al ser una simplificación da resultados que son sólo aproximados, en comparación con los resultados más precisos de la teoría de la probabilidad.

Hunter concibió la idea de asignar " factores de carga" o " unidades de peso" a los diferentes tipos de accesorios para representar el grado al cual cargan un sistema hidráulico cuando se usan a la máxima frecuencia asumida. Algunos han considerado que sólo el gasto medio hacia o desde un determinado accesorio determina su efecto de carga sobre el sistema. Es fácil demostrar la falsedad de esta aseveración al considerar un sistema hipotético consistente en, por ejemplo, 1000 fluxómetros, cada uno de los cuales es operado cada cinco minutos en promedio y descarga 15.14 litros de agua a un gasto promedio de 1.7 l/s en 9 segundos. La demanda de estos 1000 accesorios o la carga de drenaje, es el gasto promedio basado en los 15.14 litros usados por un periodo de 300 segundos (5 minutos), ó  $1000 \times 15.14/300 = 50.46$  l/s. Así el gasto de estos 1000 accesorios usados como se explicó arriba fluctuará alrededor de 50.46 l/s.

Ahora asuma el mismo sistema pero con la diferencia de que los fluxómetros operarán un promedio de una vez en 60 minutos (3600 s). El flujo promedio en el sistema es entonces  $1000 \times 15.14/3600 = 4.20$  l/s. Este resultado muestra claramente que la frecuencia de uso no puede ignorarse cuando se está tratando con sistemas que incluyen gran cantidad de accesorios.

Los factores de carga de fluxómetros, tanques de w.c. y bañeras relacionados con el sistema de abastecimiento se determinan como se muestra en el Cuadro 5.13.a, que ha sido preparado a partir de la Figura 5.13. Primero un factor de carga o peso de 10 se le asigna arbitrariamente a un fluxómetro. Puede verse en la Figura 5.13 que el número de fluxómetros, tanques de w.c. y bañeras que corresponde a un flujo de 9.46 l/s son 57, 133 y 164 respectivamente. Esto es, la carga en un sistema integrado por 57 inodoros equipados con fluxómetros y usados con la frecuencia promedio especificada arriba no excedería probablemente 9.46 l/s más del 1 % del tiempo. Lo mismo es verdad para un sistema que cuente con 133 inodoros equipados con fluxómetro o para un sistema consistente de 164 bañeras. En la Cuadro 5.13.a se tabulan valores de n determinados para los tres accesorios: fluxómetros, tanques y bañeras para gastos de 12.62, 15.77 y 18.93 l/s que cubre un ámbito adecuado de gastos.

Cuadro 5.13. a. Unidades mueble de algunos aparatos.

Demanda (l/s)	Fluxómetros		Tanques de W.C.		Bañeras	
	Número de muebles n	Peso f	Número de muebles n	Peso f	Número de muebles n	Peso f
9.46	57	10	133	4.29	164	3.48
12.62	97	10	187	5.19	234	4.15
15.78	138	10	245	5.63	310	4.45
18.93	178	10	307	5.80	393	4.53
Peso promedio		10		5.25		4.15
Valor seleccionado		10		5.00		4.00

Refiriéndose ahora al Cuadro 5.13.a y un gasto de 9.46 l/s, multiplicamos 10 unidades mueble por 57 y dividimos entre 133 para obtener el correspondiente rango unidad mueble de 4.29 unidades para tanques a este gasto. Los otros rangos unidad mueble individuales del Cuadro 5.13.a están calculados de la misma manera.

Aparentemente los rangos de unidad mueble de los tanques y bañeras incrementan relativamente el rango de unidad mueble de fluxómetros conforme el gasto se incrementa. Sin embargo, la proporción parece llegar a un límite para ambos, tanques y bañeras, en lugar de incrementarse indefinidamente. De aquí que los rangos de unidad mueble para tanques y bañeras son promediados sobre un ámbito de gastos considerados, con los resultados mostrados en el fondo

del Cuadro 5.13.a. Las incertidumbres en el proceso para determinar gastos de diseño son tan grandes que no hay objeción en expresar los rangos de unidad mueble para estos tres accesorios redondeando al entero más cercano sobre la escala de 10, para fluxómetros. De aquí que el rango de unidad mueble de un tanque será tomado con el número 5 y el de la bañera con el número 4 estos son los mismos valores adoptados por Hunter.

Cuadro 5.13.b. Unidades mueble de algunos aparatos.

Demanda (l/s)	Fluxómetros		Tanques de W.C.		Bañeras	
	n	f n	n	f n	n	f n
9.46	57	570	133	665	164	656
12.62	97	970	187	935	234	936
15.78	138	1380	245	1225	310	1240
18.93	178	1780	307	1535	393	1572

En el Cuadro 5.14 se muestran las unidades mueble obtenidas para los diferentes tipos de muebles y aparatos sanitarios y en el Apéndice C se incluyen los gastos probables según el número de unidades mueble para aparatos de bajo consumo usados en la actualidad.

Cuadro 5.14. Alimentaciones. Equivalencia de los muebles en unidades de gasto.

MUEBLE O APARATO	TIPO DE SERVICIO	TIPO DE CONTROL	UNIDAD MUEBLE
Inodoro	Público	Tanque	5
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
Fregadero	Hotel, restaurante	Llave	4
Lavabo	Público	Llave	2
Mingitorio de pared	Público	Tanque	3
Mingitorio de pared	Público	Fluxómetro	5
Regadera	Público	Mezcladora	4
Tina de baño	Público	Llave	4
Vertedero	Oficina	Llave	3
Cuarto de baño	Privado	WC tanque	6
Cuarto de baño	Privado	WC Fluxómetro	8
Inodoro	Privado	Tanque	3
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Fregadero	Privado	Llave	2
Lavabo	Privado	Llave	1
Lavadero Llave de jardín	Privado	Llave	3
Regadera	Privado	Mezcladora	2
Tina de baño	Privado	Llaves	2
Lavadora	Privado	Llaves	3

Ejemplo 5.5.

La Figura 5.14 muestra la parte de la planta arquitectónica de un edificio correspondiente al sanitario para varones. Se ha efectuado el trazo de la red de distribución y se han definido las secciones de análisis indicadas con letras a cada 3 muebles del mismo tipo o donde cambia el tipo de mueble. Empleando el método de Hunter, calcular el gasto máximo instantáneo de cada tramo de derivación y de la columna que abastecerá a los dos niveles del edificio, cada uno con sanitarios idénticos. La alimentación de la columna a la derivación será en la sección M.

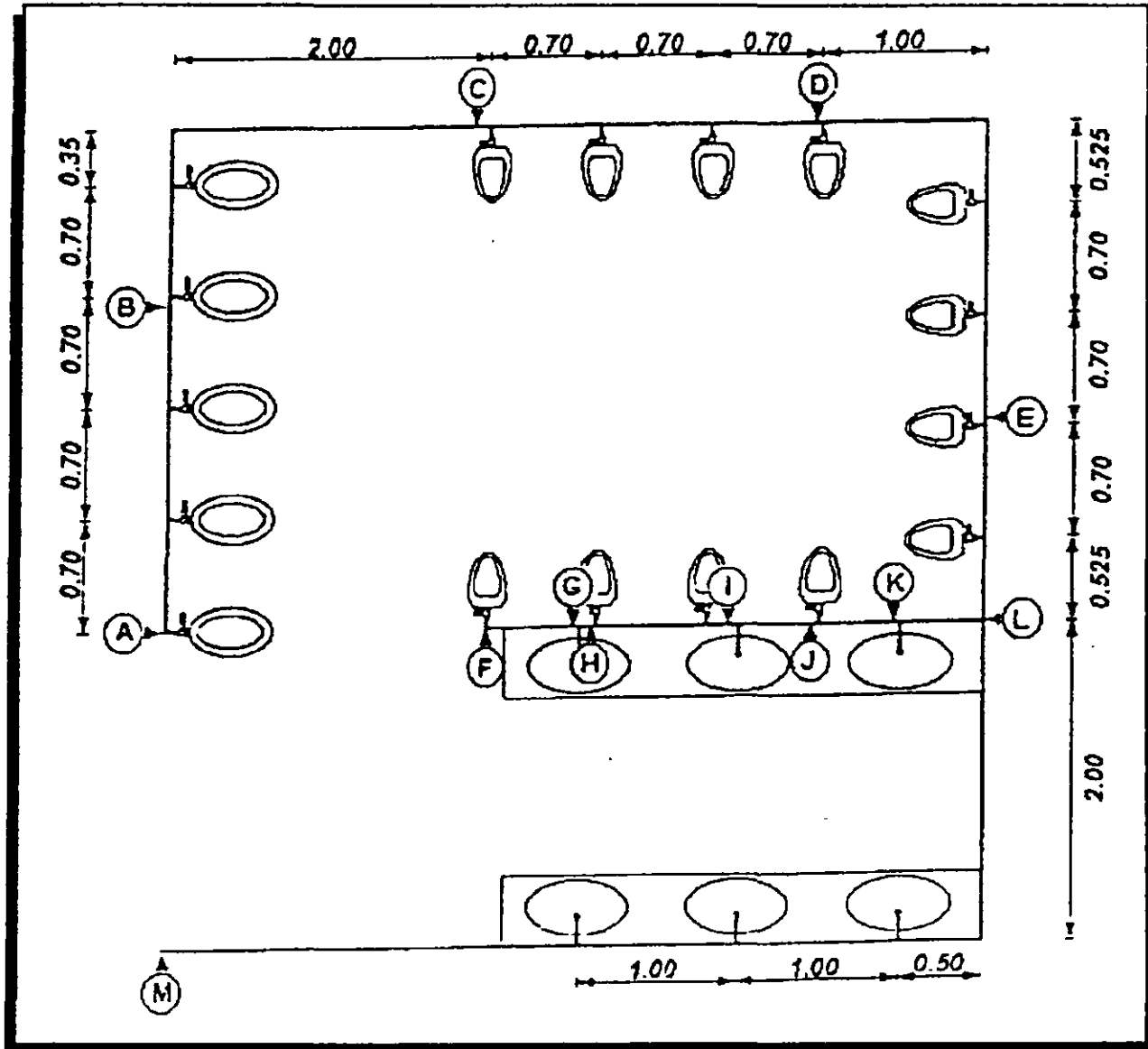


Figura 5.14. Esquema del ejemplo 5.5.

Solución:

El cuadro 5.15. muestra la tabla de cálculo para la obtención de los gastos en cada tramo de la red. La columna 4 se obtiene del cuadro 5.14. considerando que todos los muebles son de uso público. La columna 6 se obtiene del Apéndice C; con un sólo mueble de fluxómetro que haya en la instalación, se usa la columna de "válvula" en las tablas de gastos probables en función del número de unidades mueble totales del tramo (columna 5 del Cuadro 5.15.).



Cuadro 5.15. Tabla de cálculo del ejemplo 5.5.

TRAMO	MUEBLES O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	QMIN l/s
1	2	3	4	5	6
<b>DERIVACIONES</b>					
A-B	Inodoro de fluxómetro	3	10	30	2.59
B-C	Inodoro de fluxómetro	5	10	50	3.22
C-D	Inodoro de fluxómetro	5	10	65	3.57
	Urinario de fluxómetro	3	5		
D-E	Inodoro de fluxómetro	5	10	80	3.91
	Urinario de fluxómetro	6	5		
E-L	Inodoro de fluxómetro	5	10	90	4.10
	Urinario de fluxómetro	8	5		
F-G	Urinario de fluxómetro	1	5	5	1.51
G-H	Urinario de fluxómetro	1	5	7	1.61
	Lavabo	1	2		
H-I	Urinario de fluxómetro	3	5	17	2.07
	Lavabo	1	2		
I-J	Urinario de fluxómetro	3	5	19	2.16
	Lavabo	2	2		
J-K	Urinario de fluxómetro	4	5	24	2.36
	Lavabo	2	2		
K-L	Urinario de fluxómetro	4	5	26	2.44
	Lavabo	3	2		
L-M	Inodoro de fluxómetro	5	10	122	4.65
	Urinario de fluxómetro	12	5		
	Lavabo	6	2		
<b>COLUMNAS</b>					
M-N	Inodoro de fluxómetro	5	10	122	4.65
	Urinario de fluxómetro	12	5		
	Lavabo	6	2		
N-O	Inodoro de fluxómetro	10	10	244	6.29
	Urinario de fluxómetro	24	5		
	Lavabo	12	2		

### 5.3. Método alemán de la raíz cuadrada

El método alemán de la raíz cuadrada toma como unidad de flujo la descarga de una llave de 9.5 mm de diámetro nominal, y se le asigna un "factor de carga" igual a uno al gasto correspondiente. La llave de 9.5 mm corresponde a un lavabo de uso privado, y es la de menor diámetro comercial existente. Para cualquier otro mueble o aparato sanitario que tenga un gasto diferente, debe establecerse su factor de carga. Después se multiplica el factor de carga de cada mueble o aparato del edificio, por la cantidad de muebles o aparatos de ese tipo existentes servidos por la línea en cuestión, los productos se suman y se obtiene la raíz cuadrada de esa suma. El resultado se multiplica por el gasto de la llave de 9.5 mm de diámetro comercial para obtener el gasto máximo instantáneo de la tubería objeto del cálculo. Para tuberías que sirven sólo a una parte de los aparatos del edificio, sólo se tomarán en cuenta aquellos que son servidos por la tubería en cuestión. El criterio de obtener la raíz cuadrada permite considerar de manera arbitraria el hecho de que no todos los muebles y aparatos sanitarios están en uso simultáneo.

Cada paso del proceso de cálculo se describe detalladamente a continuación:

1. Se adopta una unidad de gasto, el cual se toma como "flujo normal" de una llave de 9.5 mm (3/8") de diámetro nominal. En virtud de que deben utilizarse muebles y aparatos de bajo consumo de agua en el proyecto de la instalación, se asumirá que el gasto unitario es de 0.10 l/s. Esta unidad de gasto se denotará por  $q$  y el factor de carga  $f$ , para esta llave se tomará como la unidad.
2. Supóngase que  $n_1$  llaves del mismo diámetro serán alimentadas por la tubería objeto del cálculo. El criterio en el cual se basa el método es que pueden encontrarse en operación simultánea en cualquier instante de observación

$$\sqrt{n_1}$$

de estas llaves.

El gasto máximo instantáneo será entonces:

$$Q_{mi} = q \sqrt{f_1 n_1}$$

O sustituyendo los valores de  $q$ , y  $f$ ,

$$Q = 0.10 \sqrt{n_1}$$

3. Se define una constante de proporcionalidad para los muebles y aparatos que tengan diferente diámetro de alimentación.

$$Q_1 x = Q_2$$

donde  $x$  es una constante de proporcionalidad,  $Q_1$  el gasto correspondiente a la llave de 9.5 mm de diámetro y  $Q_2$  el gasto correspondiente a la llave de diámetro mayor. Se supone que la velocidad de flujo del agua es la misma en ambos casos.

Por ejemplo, supóngase que se tienen llaves de 19.00 mm (3/4 ") de diámetro nominal:

$$x = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{A_2 v}{A_1 v} = \frac{\pi D_2^2 / 4}{\pi D_1^2 / 4} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \quad (5.19)$$

$$x = \left(\frac{3/4}{3/8}\right)^2 = 4$$

O sea que la llave de 19.00 mm suministra 4 veces el gasto proporcionado por una llave de 9.5 mm.

4. El factor de carga  $f$  se define como:

$$f = x^2 \quad (5.20)$$

para el ejemplo, se tiene:

$$f = 4^2 = 16$$

5. En general, para cualquier cantidad de varios tipos de muebles o aparatos que se usan intermitentemente en el sistema, el gasto máximo instantáneo viene dado por:

$$Q_m = q \sqrt{f_1 n_1 + f_2 n_2 + \dots + f_n n_n} \quad (5.21)$$

**Ejemplo 5.6**

Usando el método alemán de la raíz cuadrada, calcule el gasto de diseño de cada tramo de la instalación que se muestra en la Figura 5.15.

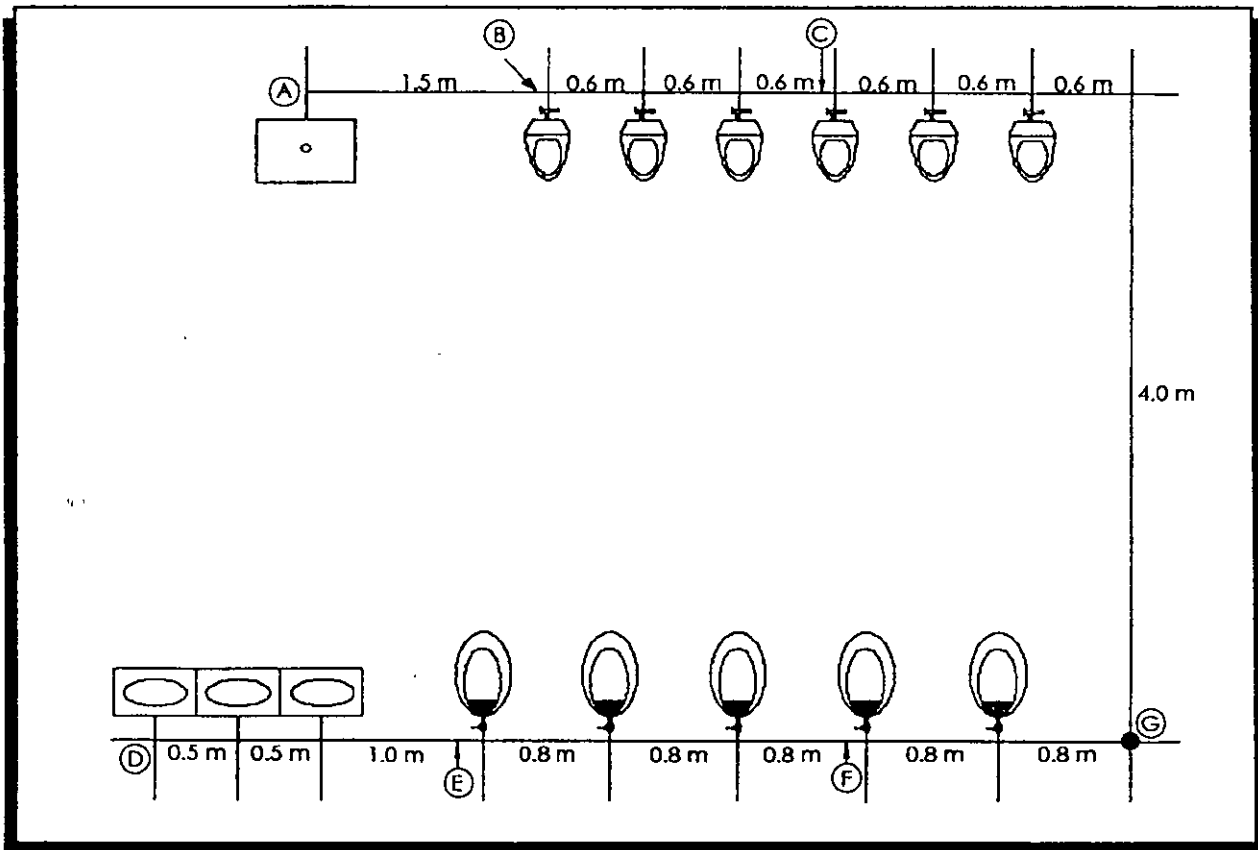


Figura 5.15. Instalación del ejemplo 5.6.

**Solución:**

En la Figura se ha efectuado el trazo de la instalación y se han definido secciones de análisis a cada 3 muebles del mismo tipo o donde cambia el tipo de mueble. La alimentación de las derivaciones se hace por una columna ubicada en la sección G.

Enseguida se define el diámetro de la alimentación de cada mueble o aparato de la instalación de acuerdo con el fabricante. En el Cuadro 5.15, se incluyen los diámetros de los muebles y aparatos comunes y sus factores de carga correspondientes.

Cuadro 5.15. Diámetros de alimentación de muebles y aparatos, y factores de carga correspondientes.

Tipo de aparato sanitario	Diámetro de la alimentación mm    pulg	Factor de proporcionalidad x	Factor de carga f
Lavabo	9.5    3/8	1	1
Lavabo autocerrante	9.5    3/8	1	1
Tina	13.0    1/2	1.87	3.51
Regadera	13.0    1/2	1.87	3.51
Bidé	9.5    3/8	1	1
Inodoro con tanque	9.5    3/8	1	1
Inodoro con fluxómetro	32    1 1/4	11.34	128.73
Fregadero de vivienda	13    1/2	1.87	3.51
Fregadero de restaurante	19    3/4	4.0	16.0
Lavadero para ropa	13    1/2	1.87	3.51
Urinario con fluxómetro	13    1/2	1.87	3.51
Lavadora	13    1/2	1.87	3.51

El cuadro 5.16. presenta la tabla de cálculo del ejemplo 5.6.

Cuadro 5.16. Tabla de cálculo del ejemplo 5.6.

Tramo	Mueble o aparato	Cantidad n	Diámetro de alimentación (mm)	Factor de carga	$Q_{mi}$ l/s
<b>Derivaciones</b>					
A-B	Vertedero	1	13	3.51	0.19
B-C	Vertedero	1	13	3.51	0.37
	Urinaríos	3	13	3.51	
C-G	Vertedero	1	13	3.51	0.50
	Urinaríos	6	13	3.51	
D-E	Lavabos	3	9.5	1.00	0.17
E-F	Lavabos	3	9.5	1.00	1.97
	Inodoros de fluxómetro	3	32.0	128.73	
F-G	Lavabos	3	9.5	1.00	2.54
	Inodoros de fluxómetro	5	32.0	128.73	
<b>Columna</b>					
G-H	Vertedero	1	13	3.51	2.59
	Urinaríos	6	13	3.51	
	Lavabos	3	9.5	1.00	
	Inodoros de fluxómetro	5	32.0	128.73	

## CAPITULO 6 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO A LA RED INTERIOR DE DISTRIBUCION

Este sistema, en principio, no tiene inconvenientes mientras el gasto y presión de la red pública sean suficientes para las necesidades del edificio. Se usa, por ejemplo, en unidades habitacionales con edificios homogéneos abastecidos directamente por un pozo, o a partir de un tanque de regularización exclusivo para la unidad habitacional.

### 6.1. Carga requerida por la instalación

Las condiciones de presión intervienen en el diseño de los sistemas en cuanto a su suficiencia. Por ello es necesario realizar un cálculo exhaustivo de la instalación, para definir qué presión es la necesaria para alimentar a todo el edificio. La presión necesaria debe ser la "presión requerida" en el mueble o aparato más desfavorable. La Figura 6.1 muestra el esquema de un sistema de abastecimiento directo a la red de distribución a partir de la red pública de abastecimiento.

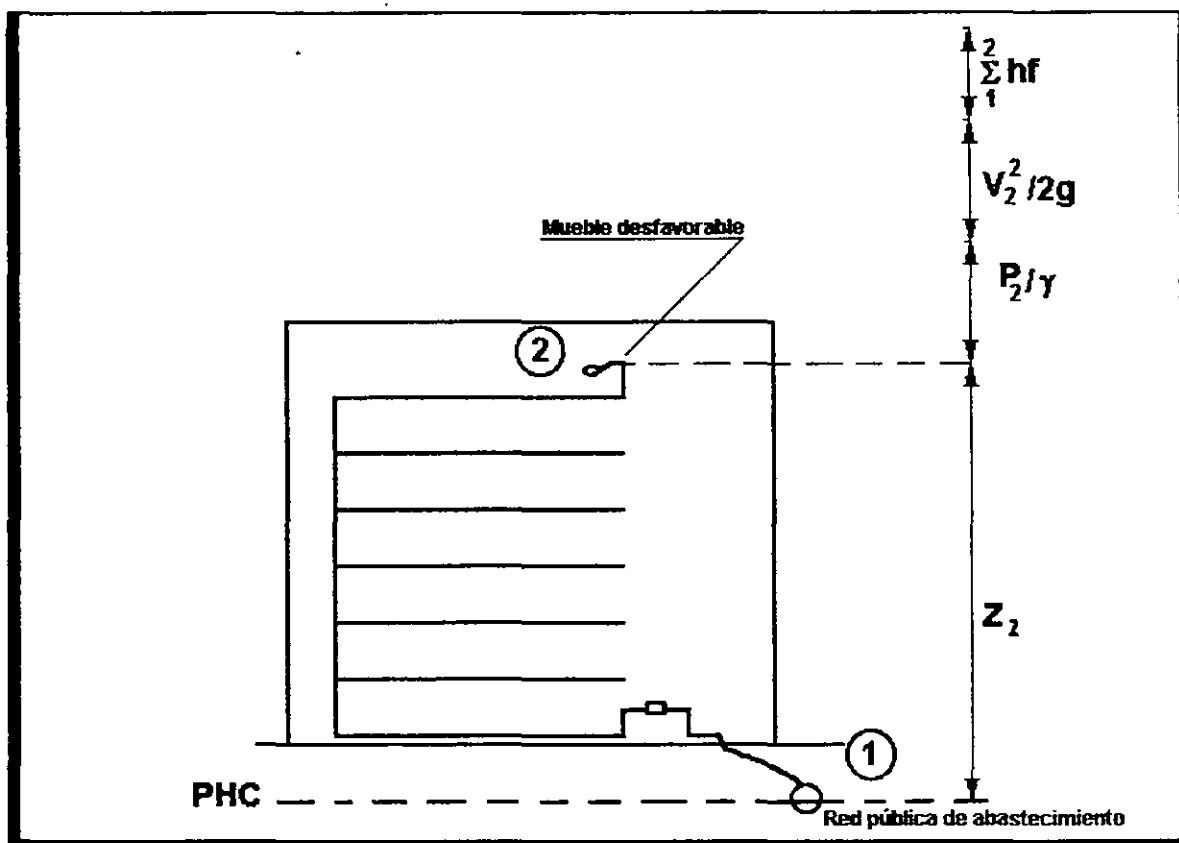


Figura 6.1. Sistema de abastecimiento directo a la red interior de distribución.

Con relación a la Figura 6.1, aplicando la ecuación de Bernoulli, se tiene:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h_{f_1}$$

donde:

$$z_1 \text{ y } z_2$$

es la carga de posición en las secciones 1 y 2, respectivamente;

$$\frac{P_1}{\gamma} \text{ y } \frac{P_2}{\gamma}$$

es la carga de presión en las secciones 1 y 2, respectivamente;

$$\frac{v_1^2}{2g} \text{ y } \frac{v_2^2}{2g}$$

es la carga de velocidad en las secciones 1 y 2, respectivamente. Por ser de muy pequeña magnitud es común que se desprece; y

$$\sum h_{f_1}$$

es la pérdida de energía debida a la fricción del agua en las paredes de la tubería y por la existencia de piezas especiales entre las secciones 1 y 2. Es práctica común expresar la pérdida de energía en piezas especiales en términos de un equivalente de longitud de tramo recto de tubería del mismo diámetro; para ello pueden usarse las equivalencias que se incluyen en la Figura 6.2.

De acuerdo con la Figura 6.1,  $z_1=0$ , entonces:























$$\frac{P_1}{\gamma} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \sum h_{f_1}$$

Como se observa en la Figura 6.1,  $P_1 / \gamma$  es la mínima presión que debe existir en la red pública (sección 1), para que el agua llegue al mueble más desfavorable del edificio (sección 2) y dicho mueble funcione satisfactoriamente. A  $P_1 / \gamma$  se le llama "carga requerida" y se representa con  $H_r$ . Entonces:

$$H_r = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \sum h_{f_1} \tag{6.1}$$

En la expresión 6.1, el término  $P_2 / \gamma$  representa la carga que requiere el mueble o aparato más desfavorable de la instalación objeto del cálculo para funcionar adecuadamente. El funcionamiento adecuado consiste, por ejemplo, en que al abrir toda la llave de la regadera el agua no sólo escurra por la pared en donde se encuentra, sino que lance un chorro a suficiente distancia del muro. Este valor depende de los diferentes accesorios existentes en el mercado, pero se recomienda que  $P_2 / \gamma$  sea de 3 m, excepto en el caso de que el mueble más desfavorable funcione con fluxómetro, en donde  $P_2 / \gamma$  debe ser de cuando menos 10 m. para inodoros y 7 m para urinarios.

LONGITUDES EQUIVALENTES (M) DE LAS PÉRDIDAS LOCALIZADAS DE CARGA  
CORRESPONDIENTE A DISTINTOS ELEMENTOS SINGULARES DE LAS REDES HIDRÁULICAS

Clase de resistencia aislada	Diámetros de las tuberías (") (mm)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	manguito de unión	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15	0,20	0,25
	cono de reducción	0,20	0,30	0,50	0,68	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	4,00	5,00
	codo o curva de 45°	0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25	1,45	1,63
	curva de 90°	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,98	1,27	1,48	1,54	1,97	2,61	3,42
	codo de 90°	0,38	0,60	0,63	0,75	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21	2,94	3,99
	te de 45°	1,02	0,84	0,90	0,98	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30
	te arqueada o de curvas (pantalones)	1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60
	te confluencia de ramal (paso recto)	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
	te derivación a ramal	1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,80	6,00	5,50	6,20	6,90	7,70	8,90
	válvula retención de berisente de pistón	0,20 1,33	0,30 1,70	0,55 2,32	0,75 2,85	1,15 3,73	1,50 4,87	1,90 5,75	2,65 6,91	3,40 8,40	4,85 11,1	6,60 12,8	8,30 15,4
	válvula retención paso de escuadra	5,10	5,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	25,0	36,0	42,0	61,0
	válvula de compuerta abierta	0,14	0,18	0,21	0,28	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81	1,09	1,44	1,70
	válvula de paso recto y asiento inclinado	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,48	4,53	5,51	6,69	8,80	10,8	13,1
	válvula de globo	4,05	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0	39,0	47,5
	válvula de escuadra o ángulo (abierta)	1,90	2,55	2,36	4,30	5,60	6,85	8,60	11,1	13,7	17,1	21,2	25,5
	válvula de asiento de paso recto	-	3,40	3,60	4,50	5,65	8,10	9,00	-	-	-	-	-
	intercambiador	-	-	-	2,10	5,00	12,5	13,2	14,2	25,0	-	-	-
	radiador	2,50	3,00	3,80	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,60	8,00	10,0
	radiador con valvulería	3,78	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,1	11,4	12,7	14,0	15,0
	caldera	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,0
	caldera con valvulería	3,00	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,0	11,0	12,0
	contador	general 4,5 m.c.d.a. individual o divisorio 10 m.c.d.a.											

Para tuberías lisas ( $\epsilon \leq 0,05$  mm) multiplicar los valores del cuadro por 1,40.

Figura 6.2.

La carga requerida  $H_r$  se compara con la carga disponible en la red pública de distribución, pudiéndose presentar alguno de los siguientes casos:

1.  $H_r < H_{\text{disponible}} \Rightarrow$  Se acepta el diseño
2.  $H_r = H_{\text{disponible}} \Rightarrow$  Puede aceptarse, pero en caso de existir duda deben hacerse ajustes aumentando los diámetros en algunos tramos de tubería.
3.  $H_r > H_{\text{disponible}} \Rightarrow$  Replantear el diseño.

Se debe determinar la presión mínima o carga disponible en la red municipal principalmente cuando se trate de edificios cuya magnitud sea considerable, debido a que la acumulación de pérdidas por fricción en grandes longitudes superan en muchas ocasiones a la carga disponible de la red municipal. Esta presión puede determinarse en forma manométrica o piezométrica, en algún predio circundante al del proyecto. Se recomienda hacer esta medición durante varios días y, de preferencia, durante la época de estiaje.

### 6.2. Velocidad recomendada del flujo del agua en las tuberías

Para el diseño de la red de distribución se recomienda que la velocidad del flujo del agua en las tuberías se sitúe entre 1 y 1.5 m/s.

Es importante mencionar que al conservarse la velocidad real del flujo del agua en las tuberías dentro de los límites recomendados, se propiciará un funcionamiento adecuado de la instalación, al mismo tiempo que se evitará la emisión de ruidos molestos para los residentes del edificio, los cuales cuando se presentan, pudieran provocar el insomnio de los más sensibles durante la noche, que es cuando más se percibe el ruido que produce el agua al fluir por las tuberías.

### 6.3. Diseño de sistemas de abastecimiento directo a la red de distribución

Una vez que se ha calculado el **gasto máximo instantáneo** en todas las secciones de la red, se determina el diámetro de las tuberías proponiendo una velocidad, entre los límites recomendados, utilizando la siguiente ecuación, que se obtiene de la de continuidad:

$$d = \sqrt{\frac{4 Q}{\pi V}} \quad 6.2$$

Conocido el diámetro teórico se elige el diámetro comercial adecuado, el cuál dependerá del material de la tubería. Las tablas de diámetros comerciales pueden consultarse en el Vol. I, Capítulo 2.

Conocida el área interior de la sección del tubo y el gasto máximo instantáneo se calcula la velocidad real del flujo del agua en la tubería usando la ecuación de continuidad. Con estos datos puede entonces calcularse la carga requerida por la instalación usando la ecuación 6.1 para compararla con la carga disponible en la red pública de distribución, como ya se ha explicado.

#### Ejemplo 6.1.

La Figura 6.3 muestra la planta arquitectónica de los sanitarios de un edificio de dos niveles, en cada uno de los cuales existirán sanitarios idénticos. Los gastos para el diseño de cada tramo de la red fueron calculados por el método francés en el ejemplo 5.1. A partir de dichos gastos:



- a) Calcular el diámetro teórico de cada tramo de la red
- b) Seleccionar el diámetro comercial conveniente para cada tramo
- c) Identificar el mueble o aparato más desfavorable; y
- d) Calcular la carga requerida por la instalación.

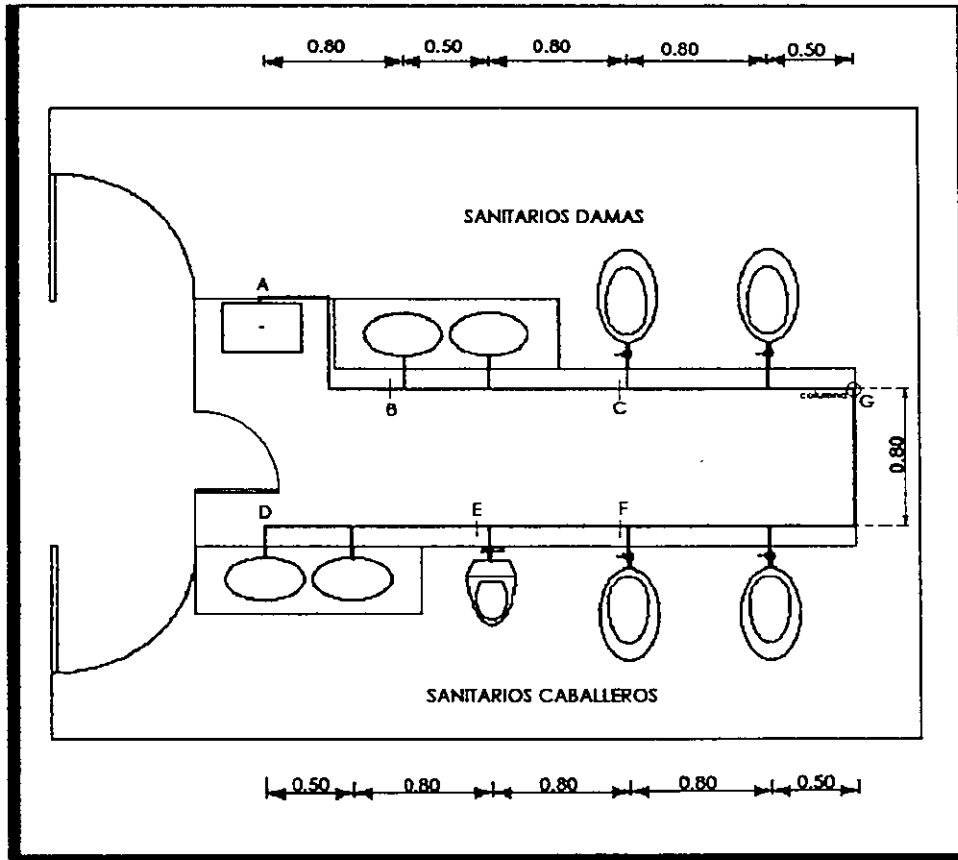


Figura 6.3. Planta arquitectónica de los sanitarios de un edificio.

TRAMO	$Q_{mi}$ (l/s)
<b>DERIVACIONES</b>	
A-B	0.20
B-C	0.28
C-G	2.20
D-E	0.20
E-F	0.21
F-G	2.15
<b>COLUMNA</b>	
G-H	2.87
H-I	4.00

- a) Cálculo del diámetro teórico de cada tramo de la red.

Los resultados se muestran en el Cuadro 6.1. Los diámetros se calcularon con la ecuación de continuidad y proponiendo una velocidad de 1.0 m/s.

Cuadro 6.1

TRAMO	Q <sub>mi</sub> (l/s)	$d_r = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \times 1000$ (mm)
A-B	0.20	15.96
B-C	0.28	18.88
C-G	2.20	52.93
D-E	0.20	15.96
E-F	0.21	16.35
F-G	2.15	52.32
G-H	2.87	60.45
H-I	4.00	71.36

\* Q en m<sup>3</sup>/s, v en m/s

b) Selección de los diámetros comerciales de cada tramo.

Considerando tubería de cobre tipo M, del Cuadro 2.2 (Volumen 1), los diámetros comerciales convenientes para que las pérdidas de energía debidas a la fricción sean las mínimas posibles, son los siguientes:

TRAMO	DIAMETRO NOMINAL (mm)	COMERCIAL INTERIOR (mm)
A-B	19	20.60
B-C	19	20.60
C-G	64	63.37
D-E	19	20.60
E-F	19	20.60
F-G	64	63.37
G-H	64	63.37
H-I	76	75.71

c) Identificación del "mueble más desfavorable".

Tomando en cuenta que se trata de un edificio de dos niveles con abastecimiento directo a la red interior de distribución, el mueble más desfavorable será el más alejado y el más

alto con respecto al punto de alimentación, que tenga requerimientos de presión de operación elevados. Esta condición la tiene el inodoro del sanitario de caballeros que se encuentra en la sección F del segundo nivel, ya que su presión de operación  $p_2/\gamma = 10$  m, mientras que el urinario de la sección E y el lavabo de la sección D, requieren 7 m y 2 m, respectivamente, encontrándose el lavabo a 2.1 m del inodoro de fluxómetro, por lo que no se acumularía una pérdida excesiva en tan corta longitud de tubería (Figura 6.4).

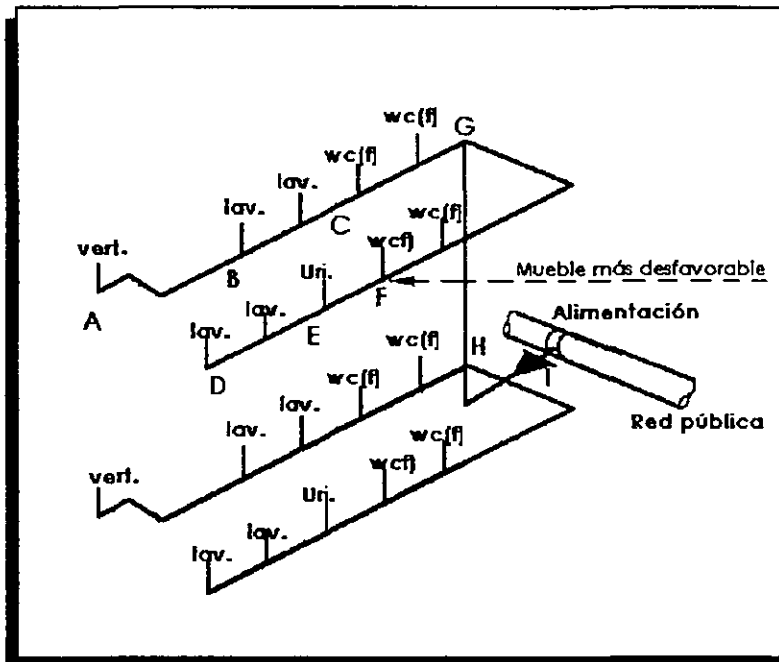


Figura 6.4. Identificación del mueble más desfavorable en la red interior de distribución del ejemplo 6.1.

d) Cálculo de la carga requerida por la instalación.

A partir de la ecuación 6.1, se tiene:

$z_2 = 3.0$  m (desnivel existente entre la alimentación y el mueble más desfavorable).

$P_2 / \gamma = 10.0$  m (carga mínima para la operación adecuada del fluxómetro de inodoro).

$\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}$  carga de velocidad. Se despreciará por ser de valor muy pequeño.

$\sum_1^2 hf$  pérdidas de energía debidas a la fricción y por piezas especiales. Estas pérdidas se calcularán a continuación.

La Figura 6.5 muestra un esquema de la red donde se incluyen únicamente los tramos y piezas especiales que deben considerarse para el cálculo de las pérdidas.

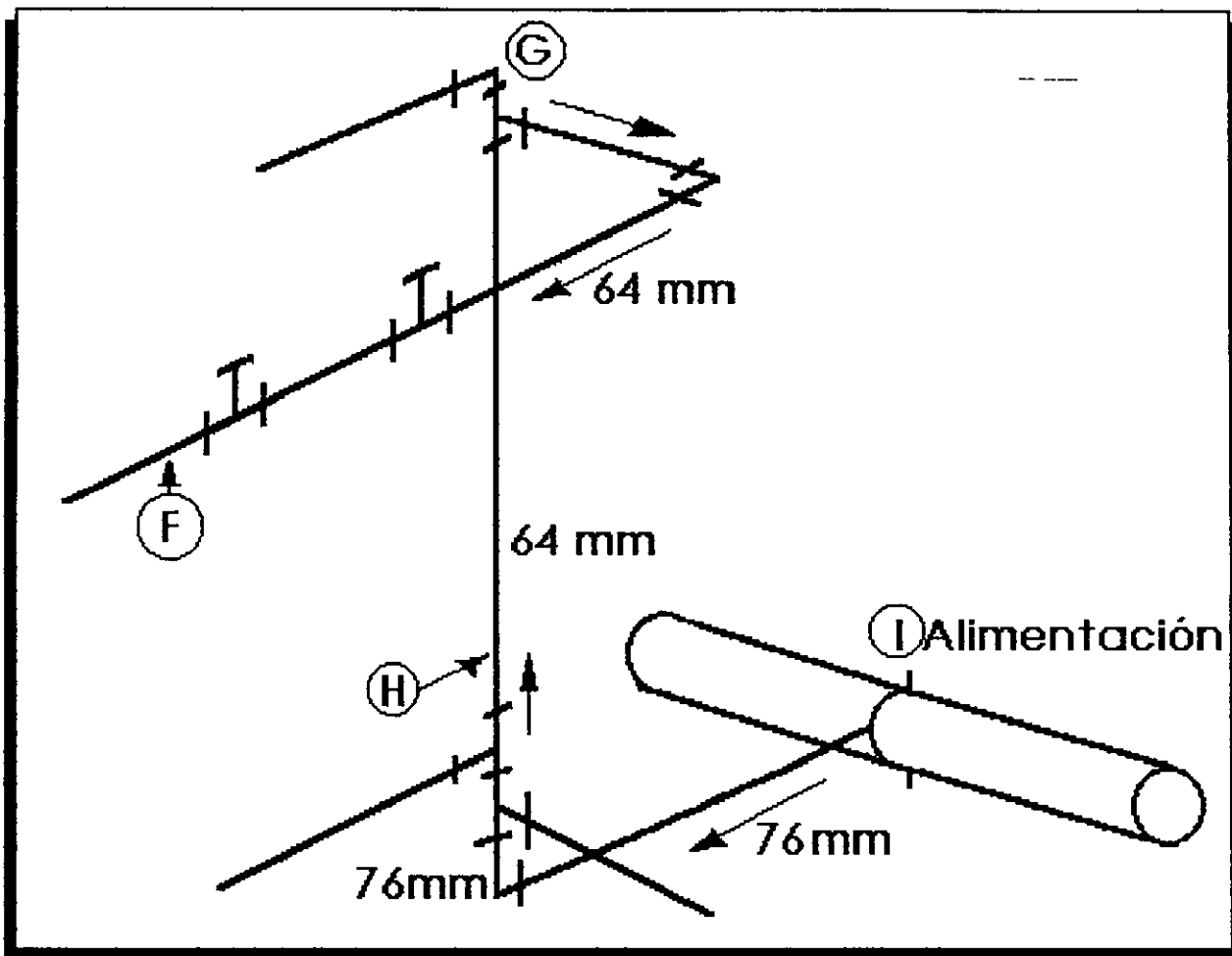


Figura 6.5. Esquema reducido de la red de distribución del ejemplo 6.1.

El cambio brusco de dirección del flujo debido a la presencia de codos, tees y válvulas produce pérdidas de energía. Es práctica común expresar esta pérdida en términos de un equivalente de longitud de tramo recto de tubería del mismo diámetro; para ello pueden usarse las equivalencias que se incluyen en la Figura 6.2. En el Cuadro 6.1 se presentan los cálculos correspondientes. Es importante mencionar que por simplicidad, en este ejemplo no se incluyeron válvulas de seccionamiento, las cuales son indispensables para el mantenimiento de la red.

Cuadro 6.1. Cálculo de la longitud equivalente de piezas especiales de la instalación del ejemplo 6.1.

TRAMO	PIEZAS ESPECIALES	CANTIDAD	LONGITUD EQUIV. POR PIEZA (m)	LONG. EQUIV. TOTAL DEL TRAMO (m)
F-G	Te de paso recto d = 64 mm	2	0.70	3.34
	Codo a 90° d = 64 mm	1	1.94	
G-H	Te de paso recto d = 64 mm	1	0.70	0.70
H-I	Te de paso recto d = 76 mm	2	0.80	5.91
	Reducción 76 x 64 mm	1	2.30	
	Codo a 90° d = 76 mm	1	2.01	

Las pérdidas debidas a la fricción pueden calcularse con la ecuación de Hazen y Williams, que puede escribirse:

$$h_f = \left( \frac{Q}{35.834 \times 10^{-7} c d^{2.83}} \right)^{1.854} L_{VIRTUAL}$$

donde:

Q es el gasto de diseño del tramo, en l/s,

c es el coeficiente de capacidad hidráulica; c = 130 para acero galvanizado y c = 140 para tubos de cobre.

d diámetro interior de la tubería, en mm.

$L_{VIRTUAL}$  longitud virtual del tramo en m.  $L_{VIRTUAL} = L_{REAL} + L_{equivalente}$

Cuadro 6.2. Cálculo de las pérdidas de energía debidas a la fricción.

TRAMO	$Q_{mi}$ l/s	dc (int.) mm	c	$L_o$	$L_{real}$	$L_{VIRTUAL}$	hf (m)
F-G	2.15	63.37	140	3.34	2.1	5.44	0.05
G-H	2.87	63.37	140	0.70	2.5	3.20	0.05
H-I	4.00	75.71	140	5.91	2.5	8.41	0.10
TOTAL							0.20

Sustituyendo los resultados parciales en la ecuación 6.1, se tiene que la carga requerida por la instalación es:

$$H_f = 3.0 + 10.0 + 0.20 = 13.20 \text{ m}$$

La red pública deberá tener una carga superior a la requerida para el funcionamiento adecuado de la red interior de distribución.

## CAPITULO 7 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO A DEPOSITO ELEVADO

Si el gasto proporcionado por la red pública es irregular e insuficiente para las necesidades de los usuarios, existe la posibilidad de acumular en depósitos el agua que garantice el suministro que fijan las normas.

La ubicación de los depósitos en la parte alta de los edificios puede plantear algunos inconvenientes, como el de la falta de presión de llegada del agua al depósito o el de requerimiento de una mayor presión de la que por simple caída puede proporcionar el agua que proviene del depósito elevado, sobre todo en las plantas altas del edificio. Estos problemas se estudiarán en el presente capítulo.

### 7.1. Carga requerida

La Figura 7.1 muestra el esquema de un edificio cuya instalación para el suministro de agua cuenta con un depósito elevado o tinaco, con el fin de equilibrar el suministro con la demanda.

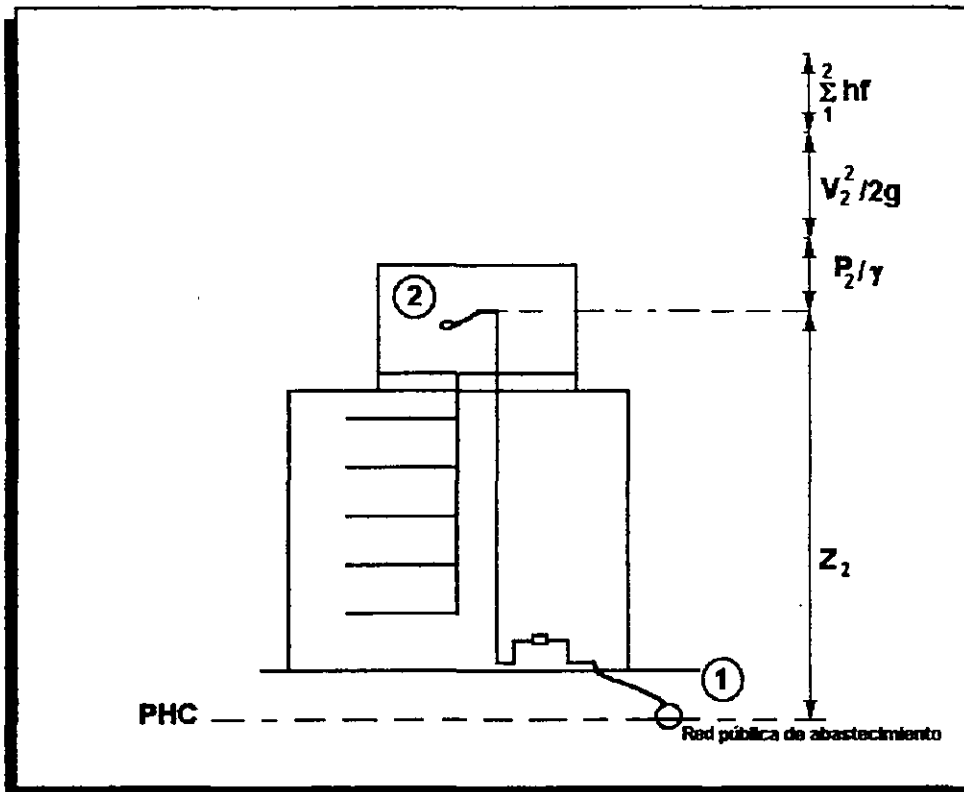


Figura 7.1 Sistema de abastecimiento directo a depósito elevado.

Con relación a la Figura 7.1, la carga requerida se determina con la ecuación

$$H_r = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \sum h_{r1}$$

donde:

$$z_2$$

es la altura a la que se encuentra la válvula de flotador;

$$\frac{P_2}{\gamma}$$

es la carga que requiere la válvula de flotador para funcionar adecuadamente, se recomienda que sea de 2m;

$$\frac{v_1^2}{2g} \text{ y } \frac{v_2^2}{2g}$$

es la carga de velocidad en las secciones 1 y 2, respectivamente. Por ser de muy pequeña magnitud es común que se desprecie; y

$$\sum_1^2 h_r$$

es la pérdida de energía debida a la fricción del agua en las paredes de la tubería y por la existencia de piezas especiales entre las secciones 1 y 2.

Como en el caso de abastecimiento directo a la red interior, la carga requerida se compara con la carga disponible medida en la red pública, pudiéndose presentar los siguientes casos:

1.  $H_r < H_{\text{disponible}}$   $\Rightarrow$  Se acepta el diseño
2.  $H_r = H_{\text{disponible}}$   $\Rightarrow$  Puede aceptarse, pero en caso de existir duda deben hacerse ajustes aumentando los diámetros en algunos tramos de tubería.
3.  $H_r > H_{\text{disponible}}$   $\Rightarrow$  Replantear el diseño.

Para poder alimentar el tinaco, la carga disponible de la red pública debe vencer la carga estática y las pérdidas de energía.

## 7.2. Velocidad recomendada del flujo del agua en las tuberías

Para el diseño de la línea de alimentación al tinaco y de la red de distribución, se recomienda que la velocidad del flujo del agua en las tuberías se sitúe entre 1 y 1.5 m/s.

## 7.3. Diseño de sistemas de abastecimiento directo a depósito elevado

El diseño de este tipo de sistemas puede dividirse en dos partes: la primera es el diseño de la red de distribución interior, que consiste en obtener los diámetros de sus distribuidores, columnas y derivaciones; y la segunda consiste en el diseño de la línea de alimentación al depósito elevado.

Debe procederse en el orden planteado en el párrafo anterior, ya que al diseñar la red interior en primer lugar, se determinará la altura conveniente del depósito elevado que propicie una presión adecuada en el mueble más desfavorable. Teniendo la posición del tinaco se diseña la línea de alimentación y se revisa si existe la presión requerida en la red pública para que el agua llegue hasta el depósito.

Para calcular el diámetro de la tubería de alimentación se utiliza el **gasto máximo horario** de la edificación, definido de la siguiente manera:

$$Q_{\text{medio}} = \frac{\text{No. de habitantes} \times \text{dotación}}{86400} \times \text{CVD} \times \text{CVH}$$

donde:

CVD = coeficiente de variación diaria.

CVH = coeficiente de variación horaria.

La CNA ha establecido en sus lineamientos técnicos, que valores adecuados de CVD y CVH son 1.4 y 1.5, respectivamente.

Dotación, en l/hab/día.

86400, segundos del día.

Una vez que se ha calculado el **gasto máximo horario**, se determina el diámetro de las tuberías proponiendo una velocidad, entre los límites recomendados, utilizando la siguiente ecuación que se obtiene de la de continuidad:

$$d = \sqrt{\frac{4 Q}{\pi v}} \quad 7.2$$

Conocido el diámetro teórico se elige el diámetro comercial adecuado, el cual dependerá del material de la tubería. Las tablas de diámetros comerciales pueden consultarse en el Vol. I, Capítulo 2.

Conocida el área interior de la sección del tubo y el **gasto máximo horario** se calcula la velocidad real del flujo del agua en la tubería usando la ecuación de continuidad. Con estos datos puede entonces calcularse la carga que se requiere para que el agua suba hasta el depósito elevado usando la ecuación 7.1, para compararla con la carga disponible medida en la red pública de distribución, como ya se ha explicado.

#### 7.4. Tipos de depósitos elevados

Los depósitos pueden ser preconstruídos o construidos en el sitio. La Figura 7.2 muestra las características establecidas en las Normas de Proyecto de Ingeniería del IMSS para un depósito construido en el sitio. El piso de estos depósitos debe tener una pendiente no menor de 2% hacia la tubería de desagüe, para que el agua de lavado no escurra hacia la tubería de servicio, colocada en el extremo opuesto; esta tubería debe estar a 5 cm del piso y provista de una válvula, preferentemente de compuerta. Entre el nivel del agua del tanque estando lleno y la losa debe existir un colchón de aire de 20 cm y 5 cm arriba del mismo nivel debe ubicarse la tubería de demasías, cuyo diámetro no debe ser menor de 38 mm. La tubería de demasías y la de desagüe confluyen en una tubería que descarga al aire libre; su extremo debe cubrirse con una malla



plástica de tipo mosquitero para evitar la introducción de animales. Los depósitos deben tener en la losa un registro de 60 x 60 cm con tapa metálica asegurada con candado.

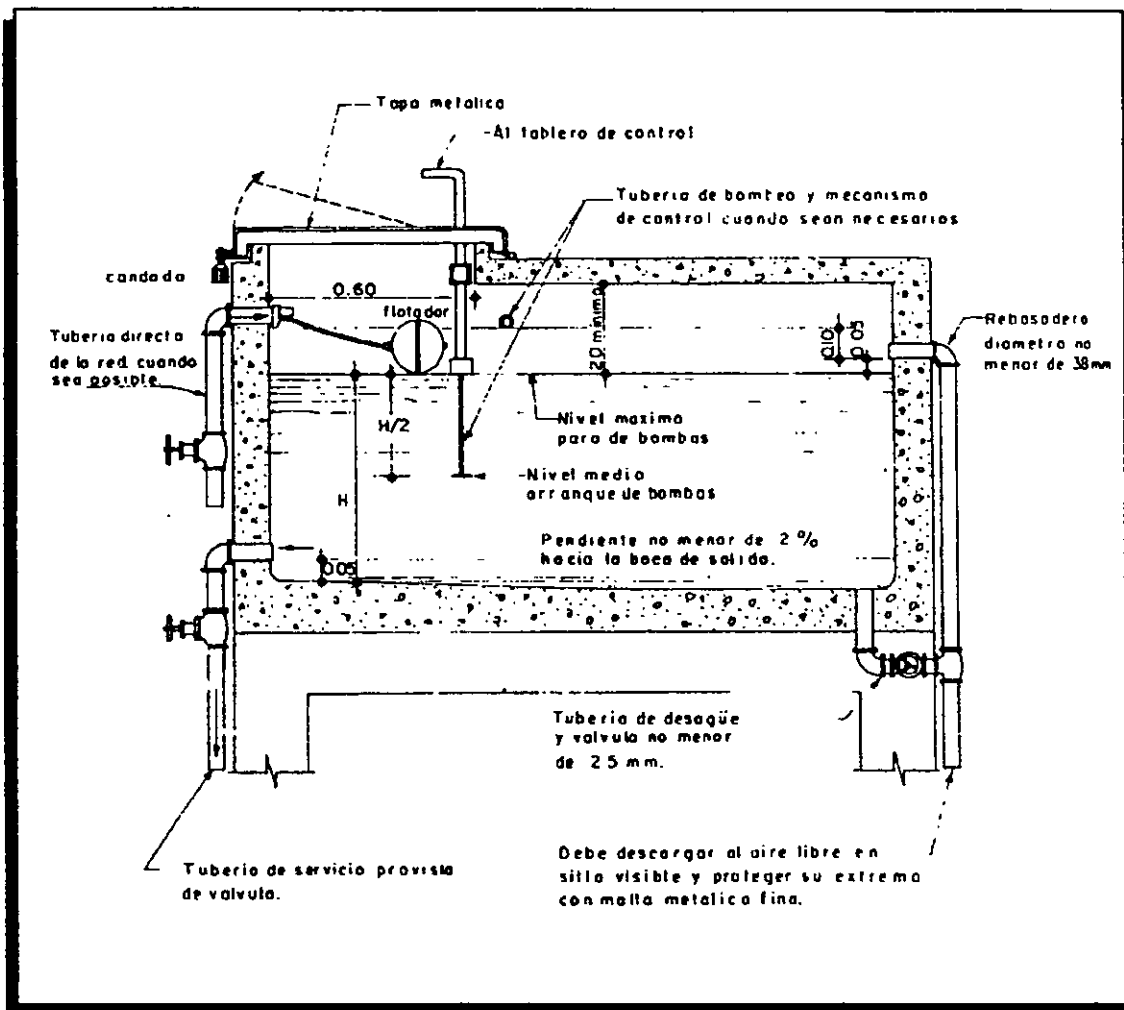


Figura 7.2 Características constructivas de un depósito elevado.

Los depósitos preconstruídos o tinacos, deben ser de materiales impermeables e ino cuos y tener registros con cierre hermético y sanitario. Comercialmente existen tinacos de materiales, formas y capacidades diversas; los de uso más frecuente se presentan a continuación:

Tipo	Capacidad (litros)
Verticales sin patas	200, 400, 600, 1100
Verticales con patas	200, 300, 400, 600, 700, 800, 1100, 1200
Verticales cuadrados	400, 600, 1100
Horizontales	400, 700, 1100, 1600
Trapezoidales	600, 1100
Esféricos (A-C)	1600, 2500, 3000
Esféricos (fibra de vidrio)	400, 600, 1100

Ejemplo 7.1. La Figura 7.3 muestra el esquema de la red de distribución interior de un edificio, que se inicia en un depósito elevado ubicado en la planta azotea; determine lo siguiente:

- Gasto máximo instantáneo de cada tramo de la red utilizando el método de Hunter;
- Diámetro teórico de cada tramo partiendo de una velocidad de flujo de 1.3 m/s.
- Diámetro comercial de cada tramo en mm. La tubería que se propone es de cobre, tipo M.
- ¿Cuál es la carga disponible en la entrada a la red del sanitario donde se ubica el "mueble más desfavorable"? Utilice la fórmula de Darcy para calcular las pérdidas de energía debidas a la fricción y el "método de la longitud equivalente" para el cálculo de las pérdidas locales.

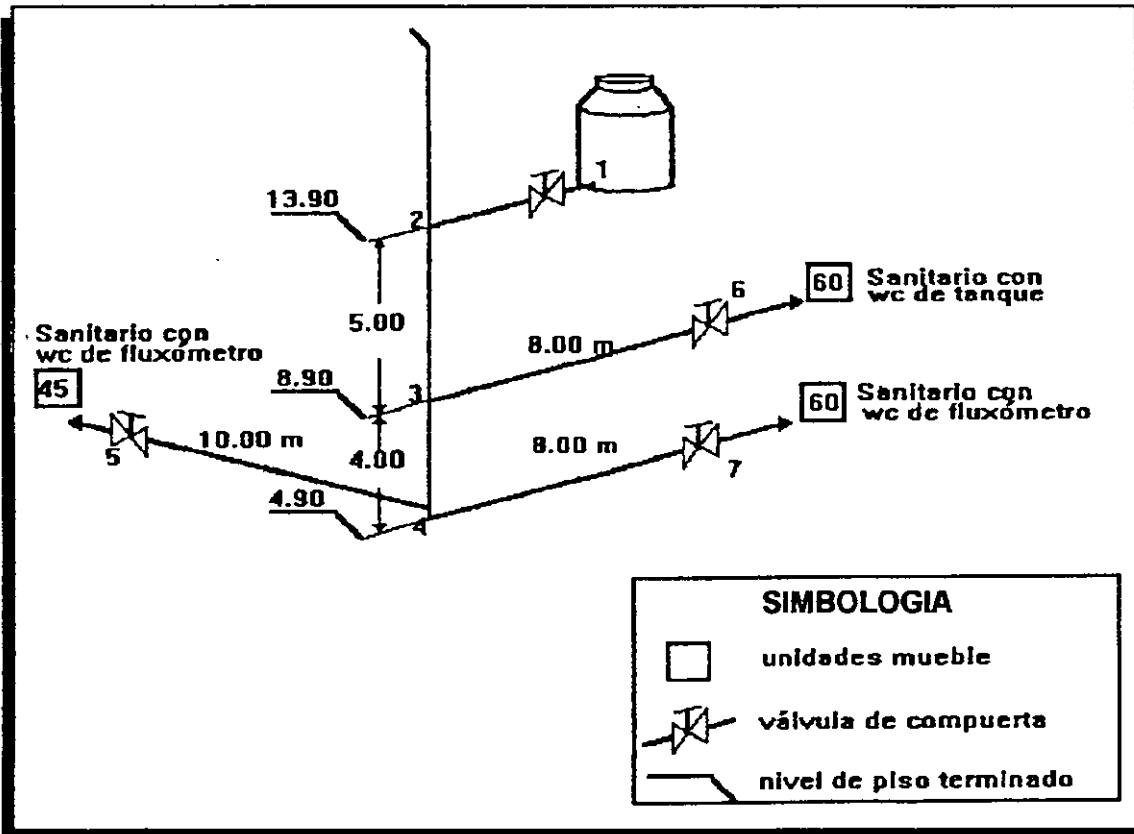


Figura 7.3 Instalación hidráulica del ejemplo 7.1.

Solución:

En la Figura 7.3 aparece el número de unidades mueble que corresponde a la suma de las unidades mueble de cada uno de los aparatos del sanitario en cuestión, por lo que para la determinación del gasto máximo instantáneo de la red, sólo basta obtener los gastos probables usando las tablas del Apéndice C. Al consultar los gastos en estas tablas en función del número de unidades mueble debemos referirnos a la columna de la tabla con el encabezado "Válvula", ya que en el caso de existir muebles con fluxómetro, éstos gobiernan el diseño de la red. Los resultados se muestran en el Cuadro 7.1, donde puede observarse que el análisis de la red se hace a partir de los sanitarios más alejados del tanque elevado, y las unidades mueble ( no los

gastos), se van acumulando en sentido opuesto a la dirección del flujo del agua. A partir de las unidades mueble acumuladas en cada tramo se obtienen los gastos de diseño.

Cuadro 7.1. Análisis de la red de distribución del ejemplo 7.1.

TRAMO	UNIDADES MUEBLE DEL TRAMO	UNIDADES MUEBLE ACUMULADAS	Q <sub>m</sub> l/s	DIAMETRO TEORICO (mm)	DIAMETRO (mm)	
					NOMINAL	INTERIOR
7-4	60	60	3.40	57.70	64	63.37
5-4	45	45	3.06	54.74	64	63.37
4-3	0	105	4.27	64.67	64	63.37
6-3	60	60	3.40	57.70	64	63.37
3-2	0	165	5.17	71.16	76	75.71
2-1	0	165	5.17	71.16	76	75.71

El cálculo del diámetro teórico se ha hecho con la ecuación de continuidad  $d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$  proponiendo una velocidad de 1.3 m/s y el gasto en m<sup>3</sup>/s, obteniéndose de esta manera el diámetro en m. Los diámetros comerciales se han consultado en el capítulo 2 (Vol. 1).

El "mueble más desfavorable" se ubica en el sanitario de la sección 5 o en el de la sección 7, ya que éstos se tienen fluxómetros. No es posible establecer en cual de los dos sanitarios se localiza porque no se tiene la planta a detalle de cada sanitario, por lo que se determinará la carga disponible en ambas secciones.

La fórmula de Darcy para el cálculo de las pérdidas es:

$$h_f = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}$$

donde:

$h_f$  = pérdida de energía debida a la fricción, en m.

$f$  = coeficiente de fricción, donde:

$f = 0.02$  para tuberías de cobre y plástico.

$f = 0.055$  para tuberías de acero galvanizado.

$L$  = longitud de la tubería, en m.

$d$  = diámetro interior del tubo, en m.

$v$  = velocidad de flujo del agua, en m/s.

$g$  = aceleración de la gravedad, en m/s<sup>2</sup>.

Para tubería de cobre, puede escribirse:

$$h_f = 16.5 \times 10^{-10} \frac{q^2}{d^5} L$$

donde:

d = diámetro interior del tubo, en m y

q = gasto de diseño del tramo, en l/s.

Se utilizará el método de la longitud equivalente para el cálculo de la pérdida de energía por la existencia de piezas especiales.

En el Cuadro 7.2 se presenta el cálculo de la longitud equivalente.

Cuadro 7.2 Longitudes equivalentes en la red del ejemplo 7.1.

TRAMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	L <sub>e</sub> (m)	L <sub>e</sub> del tramo (m)
1-2	Válvula de compuerta d = 76 mm	1	0.81	0.81
2-3	Te paso recto d = 76 mm	2	0.80	3.9
	Reducción 76 x 64 mm	1	2.30	
3-4	Te paso recto d=64 mm	1	0.70	0.70
4-5	Válvula de compuerta d = 64 mm	1	0.69	0.69
4-7	Codo a 90° d= 64 mm	1	1.94	2.63
	Válvula de compuerta d = 64 mm	1	0.69	

En el Cuadro 7.3 se muestra la tabla de cálculo de la carga disponible en la instalación.

Cuadro 7.3. Tabla de cálculo de la carga disponible del ejemplo 7.1.

TRAMO	CRUCERO	Q <sub>m</sub> l/s	d (m)	LONGITUD (m)			h <sub>f</sub> (m)	NIVEL PIEZOM. (m)	NIVEL	CARGA DISPON. (m)
				REAL	EQUIVALENTE	VIRTUAL				
-	1	-	-	-	-	-	-	13.90	-	-
1-3	3	5.17	0.075	9	4.71	13.71	0.25	13.65	8.90	4.75
3-4	4	4.27	0.063	4	0.70	4.70	0.14	13.51	4.90	8.61
4-5	5	3.06	0.063	10	0.69	10.69	0.17	13.34	4.90	8.44
4-7	7	3.40	0.063	8	2.63	10.63	0.20	13.31	4.90	8.41

Como se observa, la carga disponible mínima es de 4.75 m y es suficiente para los inodoros de la sección 3, ya que son de tanque. Sin embargo, considerando que se tienen muebles con fluxómetro en la instalación, no sería suficiente la carga para su funcionamiento adecuado, por lo que debería elevarse el tinaco más de 1.59 m. La elevación precisa depende de la pérdida en las derivaciones del sanitario de la sección 7 hasta llegar al mueble más desfavorable.

---

## CAPITULO 8

# SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO CON BOMBEO A DEPOSITO ELEVADO

Los sistemas de abastecimiento directo con bombeo a depósito elevado requieren contar con cisternas, las cuales deberán ser completamente impermeables y tener registros con cierre hermético y sanitario. El que la bomba tomara el agua directamente de la red pública de abastecimiento no sería conveniente, pues la bomba estaría sujeta a variaciones muy grandes de gasto y presión.

### 8.1. Cálculo del diámetro de la toma general de agua y de la línea de llenado de la cisterna

La línea de llenado es el tramo de tubería localizado entre la "toma" instalada por el municipio, y la cisterna.

Para determinar el diámetro de la toma se emplea la siguiente ecuación, que se obtiene de la de continuidad:

$$d = \sqrt{\frac{4 Q}{\pi v}} \quad 8.1$$

donde:

**Q** es el gasto a obtener de la red de distribución municipal, y será igual al gasto máximo diario, el cual se define como:

$$Q_{MD} = \frac{\text{habitantes} \times \text{dotación}}{86400} \times \text{CVD}$$

Normalmente el coeficiente de variación diaria se establece igual a 1.4.

**v** es la velocidad a considerar en el conducto. Se recomienda proponerla entre 1.0 y 1.5 m/s, debido a que dichos valores garantizan pérdidas mínimas.

#### Ejemplo 8.1.

Para el diseño de la instalación de un hotel de cinco estrellas con 150 cuartos, se calcula a continuación el consumo diario considerando el momento en que pudiera presentarse el máximo consumo de agua.

El número de huéspedes estando el hotel en el momento de ocupación máxima es:

$$\text{huéspedes} = 150 \text{ cuartos} \times 2 \text{ personas/cuarto} = 300$$

Se considerará el número de empleados a razón de 80 % de los huéspedes, o sea:

$$\text{empleados} = 0.80 \times 300 = 240$$

Las demandas se detallan en el Cuadro 8.1.

Cuadro 8.1 Análisis de la demanda de agua del edificio del ejemplo 8.1.

Concepto	Dotación específica	Cantidad	Demanda l/día	Observaciones
Huéspedes	300 l/huésped/día	300 huéspedes	90,000	
Empleados	70 l/empleador/día	240 empleados	16,800	
Cocina	30 l/comida	300 comidas/turno	27,000	3 turnos.- desayuno, comida y cena
Lavandería	40 l/kg	4kg/cuarto	24,000	Son 150 cuartos
Salones de eventos o banquetes	20 l/persona 15l/comida	800 personas 800 personas	16,000 12,000	Sanitarios Cocina
<b>Total</b>			<b>185,800</b>	

En el caso de la demanda de agua por los huéspedes y por los empleados, se deben reducir hasta un 15 %, ya que deben reutilizarse las aguas jabonosas, previo tratamiento, en inodoros y urinarios; análogamente, el riego de jardines y el aseo de patios y estacionamientos requiere agua de segundo uso y por esta razón no se han considerado.

Por lo tanto, el consumo real aprobado será de  $169780 \approx 170 \text{ m}^3/\text{día}$  ( $0.001967 \text{ m}^3/\text{s}$ )

Puede considerarse que el gasto calculado corresponde al gasto máximo diario, ya que es el que se presentaría el día de máximo consumo del año.

Proponiendo una velocidad de 1.5 m/s, el diámetro teórico será, a partir de la ecuación 8.1.

$$d = \sqrt{\frac{4(1.97)}{\pi(1.5)}} = 0.041\text{m} = 40.86 \text{ mm}$$

Por lo que el diámetro comercial de la toma y la línea de llenado de la cisterna sería de 1.5 pulg (40.8 mm) de diámetro nominal, de acero galvanizado cédula 40.

## 8.2. Diseño de cisternas y capacidad de depósitos elevados

### 8.2.1 Características constructivas

La ubicación de la cisterna en el predio debe ser lo más cercana posible a los equipos de bombeo. Debe evitarse el contacto de la cisterna con las aguas freáticas y mantener una separación no menor de 3 m con respecto a tanques sépticos o tuberías de aguas residuales que no sean impermeables. En caso de que se asegure que el material de la tubería de drenaje será totalmente impermeable, la separación puede reducirse hasta 1.0 m como máximo

En el sitio dispuesto para las tuberías de succión, debe preverse la construcción de un cárcamo para dar la sumergencia adecuada a las tuberías. El piso de la cisterna deberá tener una pendiente

de 1%, contraria al cárcamo de succión, para la recolección de sedimentos (Figura 8.1).

La alimentación de agua a la cisterna debe ubicarse en el lado opuesto a la zona dispuesta para la succión. En el lugar más cercano a la válvula de flotador de la tubería de llenado debe considerarse la construcción de un registro. También en el sitio destinado para las tuberías de succión y para la instalación de electrodos para el control de niveles alto y bajo, deberá considerarse la construcción de un registro y de una escalera marina adosada al muro. Se recomienda que dicha escalera sea de aluminio, (Figura 8.1).

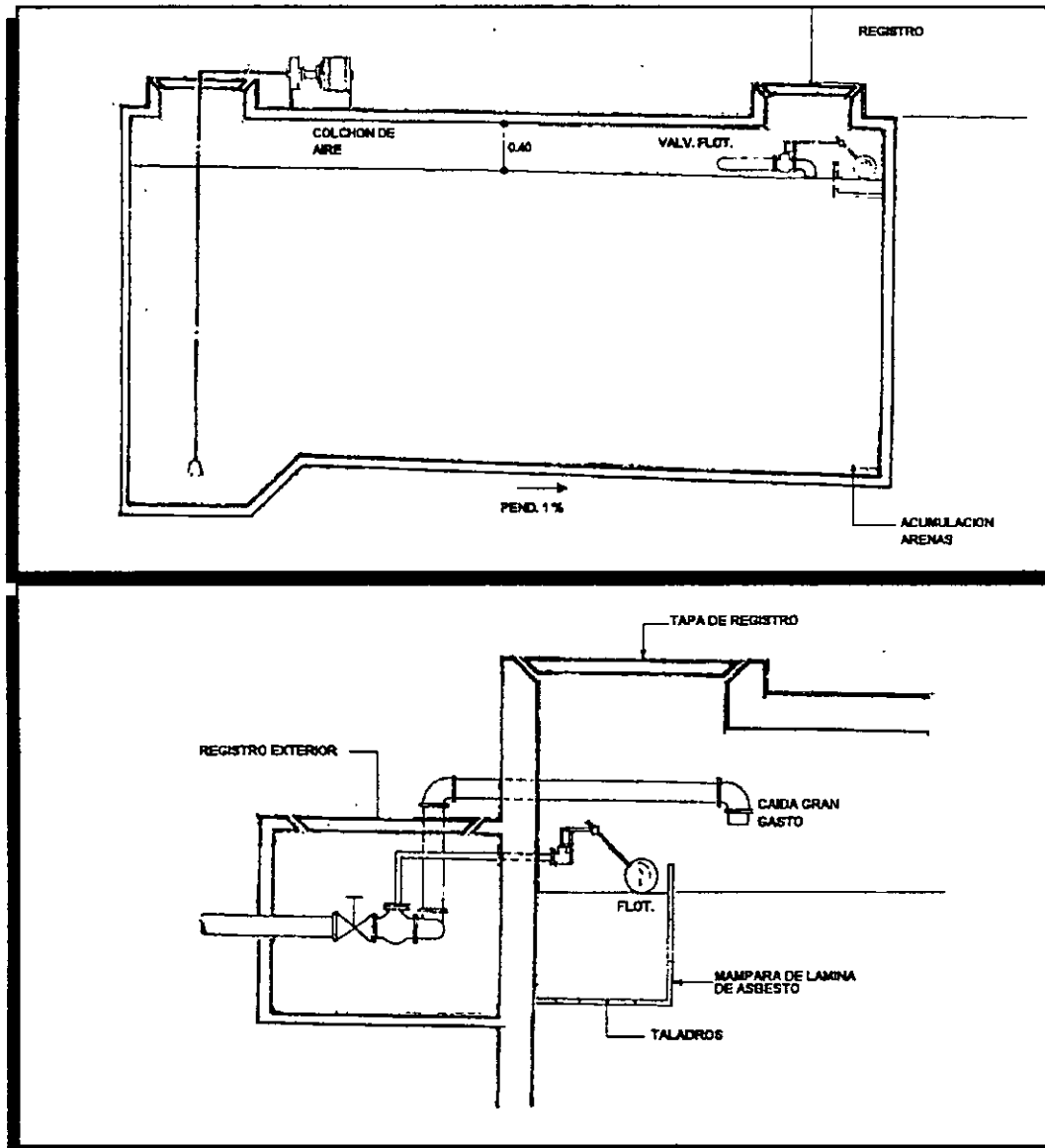


Figura 8.1. Características constructivas de una cisterna.

Entre el nivel de agua máximo y la losa de la cisterna, deberá preverse un "colchón de aire" de 0.40 m de altura, que sirve para alojar al flotador (Figura 8.1).

La profundidad del piso de la cisterna debe tomar en cuenta el tirante útil, el correspondiente al almacenamiento de agua para el control de incendios en caso de requerirse, y el colchón de aire. La profundidad de la cisterna está relacionada con la "altura máxima de succión" de la bomba, la cual depende de la altura con respecto al nivel del mar a la cual se encuentra la instalación.

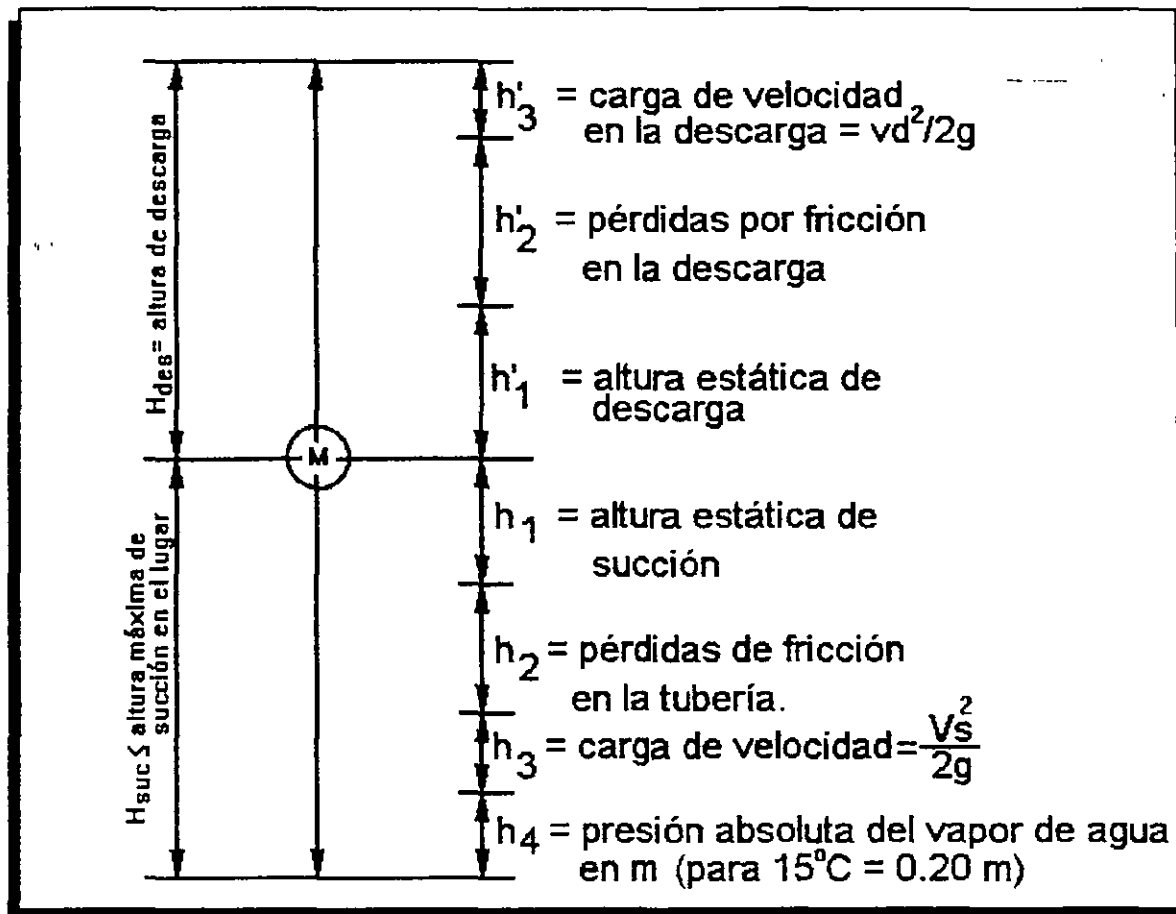


Figura 8.2.

De la Figura 8.2, se tiene:

$$h_{suc} = P_{atm} - CNPS_r - P_v - \sum h_{fs} \quad 8.2$$

donde:

$h_{suc}$  es la altura máxima de succión y, por tanto, la distancia vertical máxima entre el eje de la bomba y el piso de la cisterna, en metros.

$P_{at}$  es la presión atmosférica en el sitio del proyecto, en metros de columna de agua.

$CNPS_r$  es la carga neta positiva de succión requerida por la bomba, en metros. Se define como la presión requerida para establecer un flujo a través del elemento de succión al ojo del impulsor o carcasa de una bomba, cuyo valor nunca deberá reducirse al correspondiente a la presión de vapor del líquido manejado. La  $CNPS_r$  es la diferencia mínima de presión entre la carga de succión y la presión de vapor del líquido manejado, que necesita una bomba para operar a determinada capacidad. Su valor es un dato proporcionado por los fabricantes y se puede encontrar en catálogos referida al eje del impulsor.

$P_v$  es la presión de vapor del agua a la temperatura considerada, expresada en metros. Para  $15^\circ\text{C}$  es de 0.20 m.

$\sum h_{fs}$  es la suma de pérdidas de carga debidas a la fricción en la tubería de succión y la correspondiente a válvulas y conexiones, en metros.



Se recomienda dividir las cisternas en celdas con la finalidad de efectuar su lavado sin interrumpir el servicio (Figura 8.3). En este caso el proyectista debe considerar la forma de disponer la succión para operar inclusive cuando sólo una celda esté en servicio, así como la interconexión de las celdas y su aislamiento sin que se interrumpa el servicio. En la pared que divide a la cisterna en dos celdas deben preverse "pasos de aire" de 76 mm de diámetro.

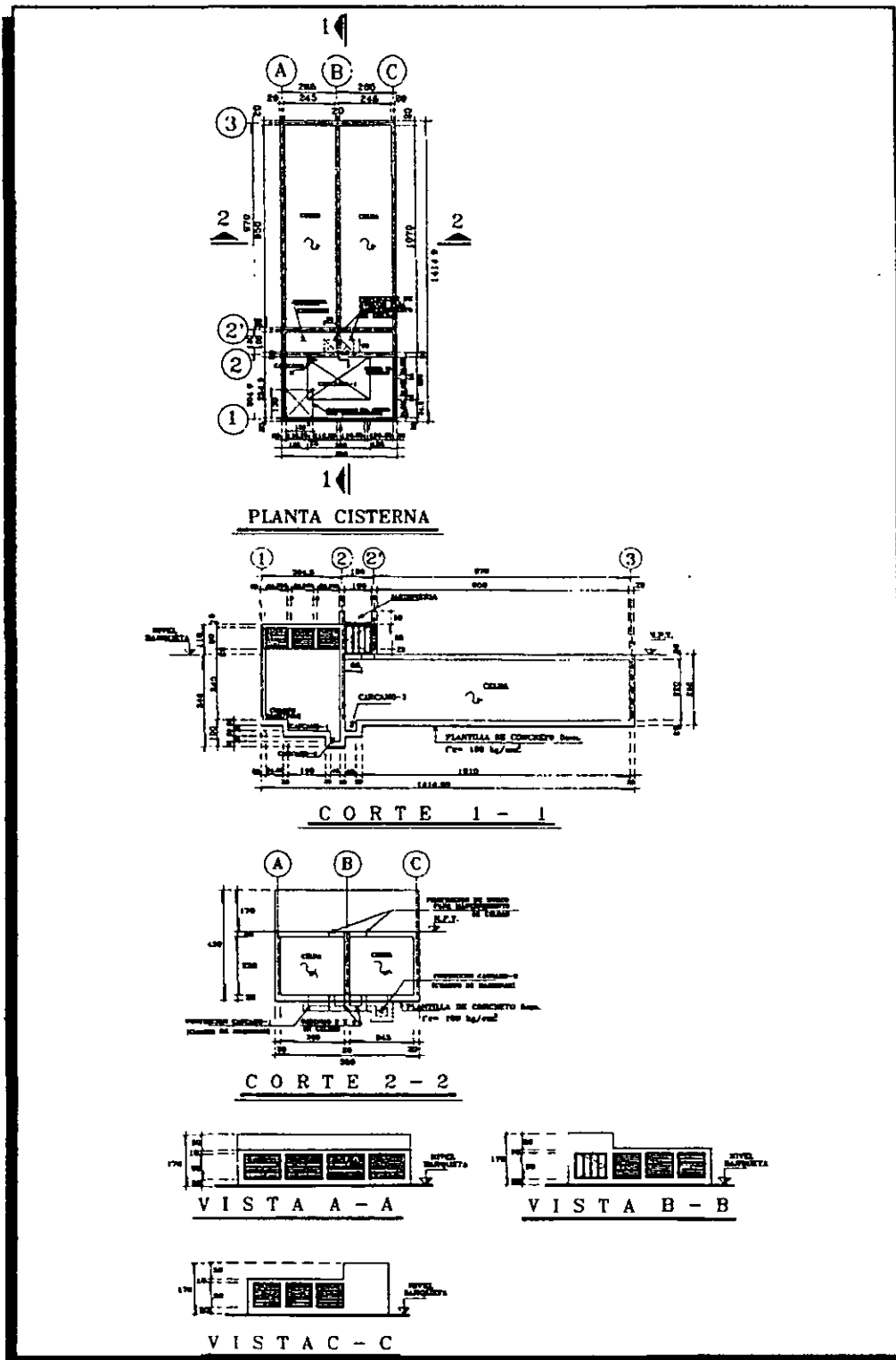


Figura 8.3. Ejemplo del proyecto geométrico de una cisterna.

### **8.2.2. Capacidad de almacenamiento para servicios.**

La capacidad de cada celda será igual al 50% del volumen de almacenamiento para uso normal más el 100% del volumen calculado para el control de incendios.

El uso "normal" al que se refiere el párrafo anterior debe calcularse de acuerdo a lo dispuesto por el Art. 150 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, el cual establece que los conjuntos habitacionales, las edificaciones de cinco niveles o más y las edificaciones ubicadas en zonas cuya red pública de agua potable tenga una presión inferior a 10 m de columna de agua, deberán contar con cisterna y depósitos elevados cuya capacidad conjunta sea igual a dos veces la demanda diaria.

Para la determinación de la capacidad de almacenamiento en los depósitos elevados (tanques y/o tinacos), podrá considerarse entre 1/5 y 1/3 del volumen total a almacenar, lo que estará en función de la economía y del peso propio de la estructura. Cuando se trate de tanques elevados ya sea de concreto, acero o cualquier otro material, su altura a nivel de plantilla deberá corresponder a la carga requerida por el mueble más desfavorable de la red interior.

Los tanques elevados deberán ser totalmente impermeables, de fácil acceso y ubicación estratégica. Tratándose de tanques metálicos, deberán estar provistos de protección anticorrosiva, su mantenimiento deberá hacerse en forma periódica para evitar problemas de estabilidad del tanque y contaminación del agua.

La capacidad de las cisternas será igual al volumen que resulte de restar a los dos días de demanda diaria el almacenamiento en los depósitos elevados.

En edificaciones destinadas a uso de oficinas, el volumen de almacenamiento total en cualquier caso será de una vez la demanda diaria, almacenada tanto en cisterna como en depósitos elevados.

### **8.2.3. Capacidad de almacenamiento para el sistema de protección contra incendio.**

El sistema de protección contra incendio debe diseñarse de acuerdo a lo dispuesto por los artículos 117 a 122 del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, cuando la edificación se encuentre dentro de esta demarcación.

En los artículos mencionados se especifican las características de los inmuebles que deben considerarse como de alto y bajo riesgo de incendio. Para el caso de los inmuebles clasificados como de "alto riesgo" se requiere la presentación del proyecto ejecutivo del sistema de protección contra incendio.

De acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, las edificaciones de alto riesgo son aquellas cuya altura sea superior a 25 m, sus ocupantes rebasen la cifra de 250 y el área de construcción resulte mayor de 3,000 m<sup>2</sup>. También se consideran de alto riesgo las bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud que manejen madera, pinturas plásticas, algodón y combustible o explosivos de cualquier magnitud.

Cuando se trate de edificaciones de alto riesgo, se deben proyectar tanques o cisternas para almacenar agua reservada exclusivamente a surtir a la red interna para el control de incendios. Para calcular el volumen de reserva en edificaciones de hasta 4,000 m<sup>2</sup> de construcción, deberá considerarse la cantidad de 5 l/m<sup>2</sup> construido. De cualquier forma, el volumen del que podrá disponerse para el control de incendios no puede ser menor de 20,000 litros.

El volumen de agua disponible para el control de incendios debe mezclarse con el que

corresponde a los servicios, con la finalidad de permitir la renovación del agua potable. Por tanto, los dos volúmenes se dispondrán en una misma cisterna, pero efectuando el arreglo de la succión de las bombas de manera que el tirante de agua que se requiere para el control de incendios no pueda ser utilizado en los servicios, como se muestra en la Figura 8.4.

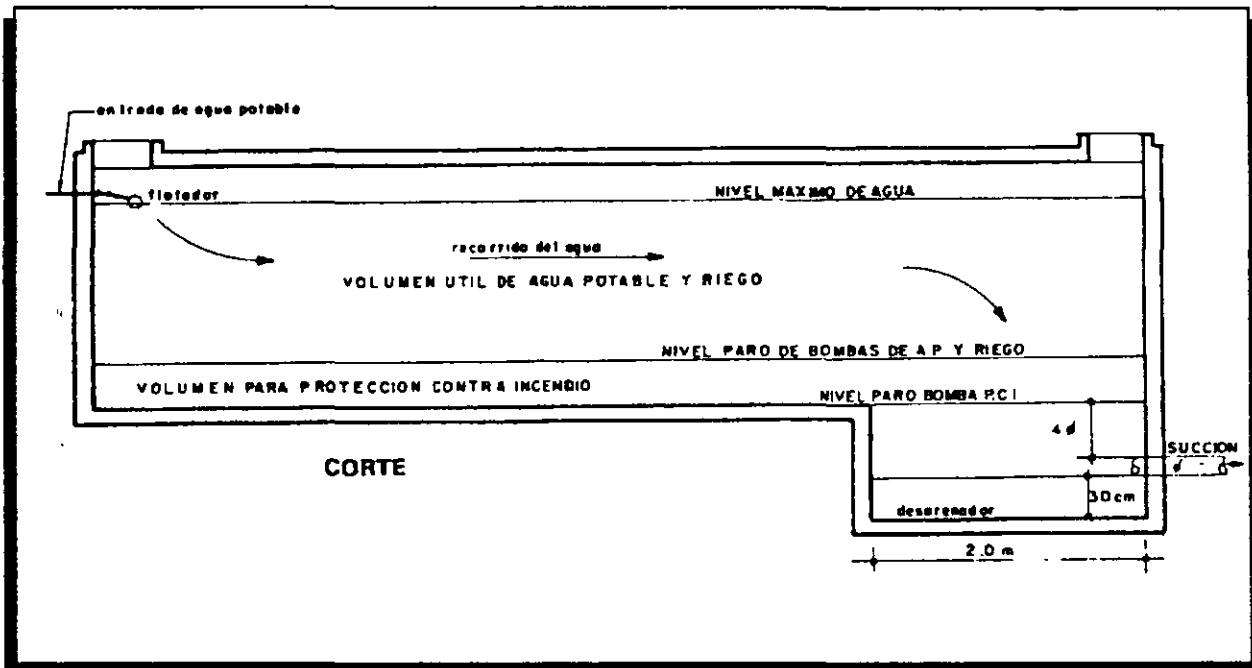


Figura 8.4. Características de la succión con volumen para el control de incendios.

En caso de que la cisterna se proyecte con más de una celda, digamos dos, en cada una deberá almacenarse la totalidad del volumen calculado para el control de incendios, para prever la eventualidad del control de un incendio justo en el momento en que se esté efectuando el mantenimiento de una celda y esté vacía.

Las Compañías Aseguradoras de los inmuebles tienen disposiciones más estrictas en cuanto al volumen de almacenamiento para el control de incendios, que las del propio Reglamento de Construcciones para el D.F. Estos criterios pueden usarse para el diseño, siempre y cuando se cuente con la autorización de la Secretaría General de Protección y Vialidad.

#### Ejemplo 8.2

Con los datos del ejemplo 8.1, determínese el volumen de almacenamiento para servicios y para el control de incendios.

Solución:

La demanda diaria correspondiente a servicios resulto de  $170 \text{ m}^3$ .

De acuerdo con el RCDF, debe almacenarse el agua necesaria para dos días de demanda, o sea  $V = 2 \times 170 = 340 \text{ m}^3$ .

Las compañías de seguro ofrecen importantes descuentos en las primas de seguro del inmueble si se cuenta con capacidad suficiente para controlar un incendio por 2 horas.

Si en un piso existen 2 gabinetes con mangueras para el control de incendios, con un gasto de 140 l/manguera, debe tenerse:

$$2 \text{ mangueras} \times 140 \text{ l/min/manguera} \times 2 \text{ horas} \times 60 \text{ min/hr} = 33\,600 \text{ l}$$

Si la cisterna es de dos celdas, en cada una debe tenerse 33.6 m<sup>3</sup> almacenados para el control de incendios; si es sólo de una celda bastará con 33.6 m<sup>3</sup>.

### 8.3. Bombas: terminología usada y curvas características

En general, las bombas pueden clasificarse de acuerdo a su principio de operación en:

- Bombas de energía cinética; y
- Bombas de desplazamiento positivo.

La principal subclasificación de las bombas de energía cinética son las bombas centrífugas, las cuales se dividen en tres grupos:

1. Bombas de flujo radial;
2. Bombas de flujo mixto; y
3. Bombas de flujo axial.

Esta clasificación se basa en la forma como el fluido es desplazado en su movimiento a través de la bomba.

Los principales componentes de la bomba de energía cinética son:

1. El elemento de rotación, llamado "impulsor", que imparte energía al líquido a ser bombeado.
2. La flecha sobre el cual está montado el impulsor.
3. La carcasa de la bomba, que incluye los pasajes de entrada y salida para llevar el líquido a ser bombeado dentro y fuera de la bomba y la sección de recuperación que recibe el líquido descargado desde el impulsor y lo dirige al pasaje de salida. La función de la sección de recuperación es convertir una porción de la energía cinética del fluido en energía de presión. Esto se logra mediante una voluta o un conjunto de aspas de difusión. En una carcasa de voluta, la dimensión del canal que rodea al impulsor se incrementa gradualmente al tamaño de la descarga de la bomba (el chiflón), y la mayor conversión de velocidad a presión ocurre en el chiflón de descarga cónica. En una carcasa de difusión, el impulsor descarga dentro de un canal provisto de paletas (aspas guía). La conversión de la velocidad a presión ocurre dentro de los pasajes de las paletas.
4. El marco que soporta la carcasa de la bomba.

A continuación se presenta la terminología básica usada para definir el comportamiento de las bombas y en la solución de problemas de bombeo.

#### Capacidad

La capacidad (gasto) de una bomba es el volumen de fluido bombeado por unidad de tiempo, el cual se mide comúnmente en metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s, ) o litros por segundo (l/s).

#### Carga

El término "carga" se refiere a la elevación de una superficie libre de agua sobre o debajo de un nivel de referencia (datum). Los términos aplicados específicamente al análisis de sistemas de

bombeo se ilustran en las Figuras 8.5 y 8.6 y se definen brevemente a continuación.

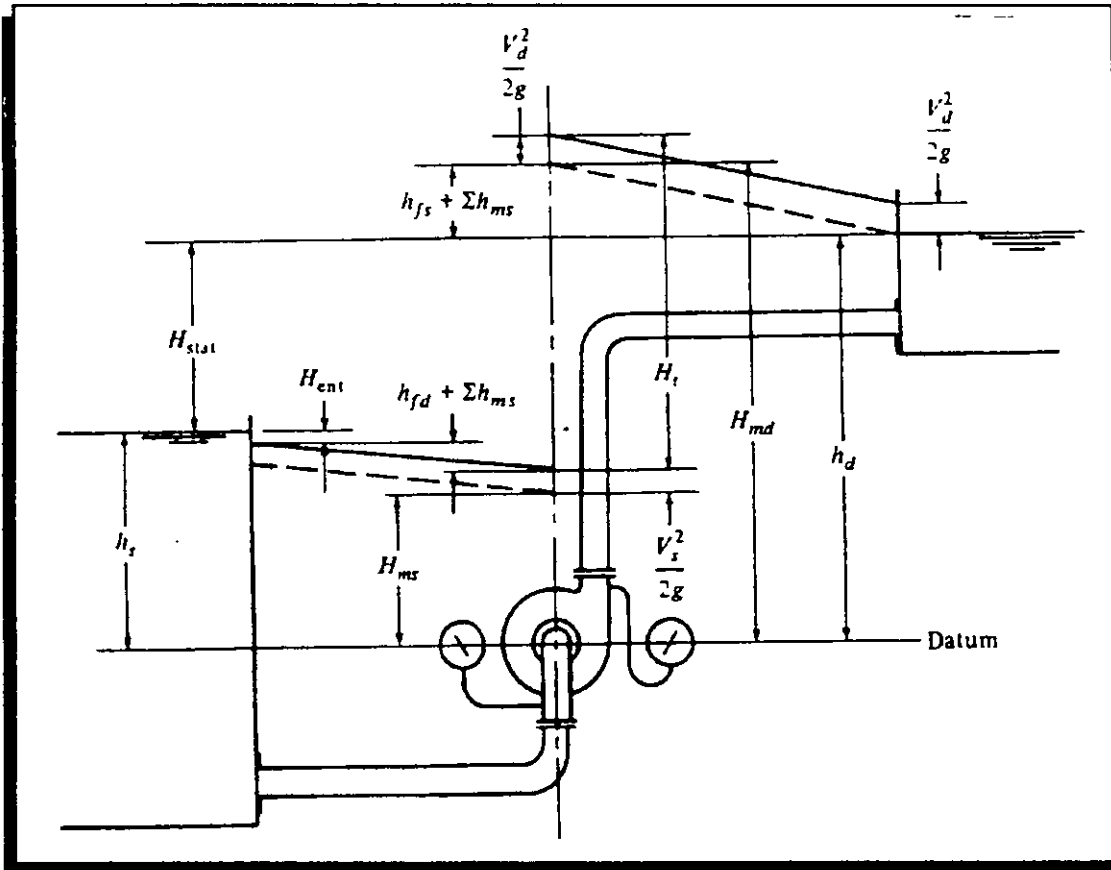


Figura 8.5.

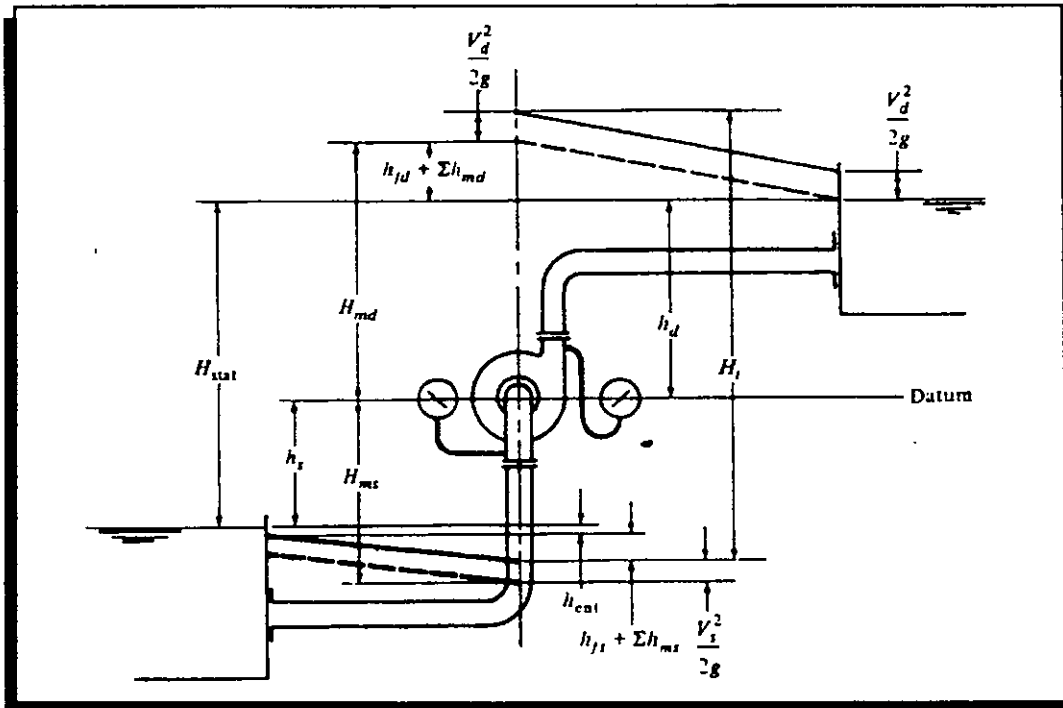


Figura 8.6.

1. Carga estática de succión ( $h_s$ ) es la diferencia de elevación entre el nivel del líquido en la succión y el eje del impulsor de la bomba. Si el nivel del líquido en la succión está debajo del eje del impulsor, se tiene una carga estática de succión.
2. Carga estática de descarga ( $h_d$ ) es la diferencia entre el nivel de descarga y el eje del impulsor de la bomba.
3. Carga estática ( $H_{est}$ ) es la diferencia en elevación entre los niveles estáticos de descarga y la succión ( $h_d-h_s$ ).
4. Carga manométrica de succión ( $H_{ms}$ ) es la lectura (expresada en m) medida en el chiflón de succión de la bomba, referenciada al eje del impulsor de la bomba.
5. Carga manométrica de descarga ( $H_{md}$ ) es la lectura (expresada en m) medida en el chiflón de descarga de la bomba, referenciada al eje del impulsor de la bomba.
6. Carga manométrica ( $H_m$ ) es el incremento de carga de presión (expresado en m), generado por la bomba.
7. Carga de fricción ( $h_{fs}$ ,  $h_{fd}$ ) es la carga de agua que debe suministrarse para superar las pérdidas de fricción a través del sistema de tuberías. Las pérdidas de carga debidas a la fricción en las tuberías de succión y descarga, pueden calcularse con las ecuaciones de Hazen-Williams o Darcy-Weisbach.
8. Carga de velocidad es la energía cinética contenida en el líquido que está siendo bombeado en cualquier punto del sistema

$$\text{Carga de velocidad} = \frac{v^2}{2g}$$

donde:

v, es la velocidad del fluido en m/s.

g, es la aceleración debida a la gravedad, 9.81 m/s<sup>2</sup>

9. Pérdidas de carga menores, es el término aplicado a la carga de agua que debe suministrarse para superar las pérdidas de carga a través de válvulas y conexiones. Estas pérdidas pueden calcularse mediante el método de la tubería equivalente.
10. Carga dinámica total ( $H_t$ ) es la carga contra la cual debe trabajar la bomba. La carga dinámica total sobre la bomba, comúnmente abreviada CDT, puede determinarse considerando las cargas estáticas de succión y descarga, las pérdidas debidas a la fricción, las cargas de velocidad y las pérdidas de carga menores. La expresión para determinar la carga dinámica total de la bomba mostrada en la Figura 8.6 está dada por la ecuación 8.3

$$H_t = H_{md} - H_{ms} + \frac{v_d^2}{2g} - \frac{v_s^2}{2g} \quad 8.3$$

donde:

$$H_{md} = h_d + h_{fd} + \sum h_{md}$$

$$H_{ms} = h_s - h_{ent} - h_{fs} - \sum h_{ms} - \frac{v_s^2}{2g}$$

donde:

$H_t =$  carga dinámica, m ;

$H_{md} (H_{ms}) =$  carga manométrica de descarga (succión) medida en el chiflón de descarga (succión) de la bomba referenciado al eje del impulsor, m;

$V_d (V_s) =$  velocidad en el chiflón de descarga (succión), m/s ;

$g =$  aceleración debida a la gravedad, 9.81 m/s<sup>2</sup> ;

$h_d (h_s) =$  carga estática de descarga (succión), m;

$h_{ent} =$  pérdida de la entrada en la succión, m;

$h_{fd} (h_{fs}) =$  pérdida de carga debida a la fricción en la tubería de descarga (succión), m;

$h_{md} (h_{ms}) =$  pérdidas menores en conexiones y válvulas de la tubería de descarga (succión), en m;

Como se ha explicado, la línea de referencia para escribir la ecuación 8.3 corresponde al eje del impulsor. De acuerdo con los estándares del Instituto de Hidráulica, las distancias (cargas) sobre la línea de referencia se consideran positivas; las distancias debajo de esa línea se consideran negativas.

En términos de la carga estática, la ecuación 8.3 puede entonces escribirse como:

$$H_T = H_{est} + h_{ent} + h_{fs} + \sum h_{ms} + h_{fd} + \sum h_{md} + \frac{V_d^2}{2g} \quad 8.4$$

donde:

$H_T =$  Carga dinámica total, m;

$H_{est} =$  Carga estática, m =  $h_d - h_s$

La ecuación de la energía o de Bernoulli también puede aplicarse para determinar la carga dinámica total sobre la bomba. La ecuación de la energía entre la succión y la descarga de la bomba es:

$$H_T = \frac{P_d}{\gamma} + \frac{v_d^2}{2g} + z_d - \left( \frac{P_s}{\gamma} + \frac{v_s^2}{2g} + z_s \right) \quad 8.5$$

donde:

$H_T$  = Carga dinámica total, m

$P_d$  ( $P_s$ ) = Presión de descarga (succión),  $\text{kN/m}^2$

$\gamma$  = Peso específico del agua  $\text{N/m}^3$

$v_d$  ( $V_s$ ) = velocidad en la descarga (succión),  $\text{m/s}$

$g$  = aceleración debida a la gravedad,  $9.81 \text{ (m/s}^2\text{)}$

$z_d$  ( $z_s$ ) = elevación de la descarga (succión) sobre el nivel de referencia, m.

### Eficiencia de la bomba

El comportamiento de una bomba se mide en términos de su capacidad para descargar contra una carga dada y a una eficiencia dada. La capacidad de la bomba es una función del diseño. La información sobre el diseño es proporcionada por el fabricante en una serie de curvas para una bomba determinada. Las eficiencias de las bombas varían generalmente de 60 a 85%.

### Curvas características

Los fabricantes de bombas proporcionan información relativa al comportamiento de sus bombas en la forma de curvas características. En la mayoría de estas curvas se grafican, en el eje de las ordenadas, la carga dinámica total en m, la eficiencia en por ciento, y la potencia en caballos de potencia o kilowatt; en las abscisas se gráfica el gasto en  $\text{l/s}$  o  $\text{m}^3/\text{s}$ . La Figura 8.7 muestra las curvas características de una bomba marca Armstrong serie 4030, 3 x 1 1/2 x 8. Estos números significan que la bomba tiene un diámetro en la succión de 3 pulgadas, 1 1/2 pulgadas de diámetro en la descarga y 8 pulgadas de diámetro del impulsor.

Ejemplo 8.3. Se desea seleccionar una bomba para una instalación con los siguientes datos:

$Q = 12.5 \text{ l/s}$

Carga dinámica total CDT = 58.2 m.

Solución.

En la gráfica de la Figura 8.7, se localiza el punto correspondiente al gasto y carga proporcionados. Se observa que el punto queda encima de la línea de 15 HP, por tanto se requerirá un motor de 20 HP, impulsor de 7.5 pulgadas de diámetro, teniéndose una eficiencia del 64%.

La descripción típica del equipo se hace como se muestra a continuación:

"Motobomba centrífuga horizontal marca Armstrong, modelo 3 x 1 1/2 x 8 serie 4280, con acoplamiento directo, 3 x 1 1/2 (succión-descarga) con diámetro de impulsor de 7 1/2 pulg. acoplada directamente a motor eléctrico APG de 20 HP, 3/60/220-440 V a 3600 RPM."

APG significa abierto a prueba de goteo.



# ARMSTRONG

## 4030 3 x 1½ x 8 PUMP PERFORMANCE CURVE

CURVES AND HP BASED ON WATER, SPECIFIC GRAVITY 1.0. PERFORMANCE GUARANTEED ONLY AT OPERATING POINT INDICATED.

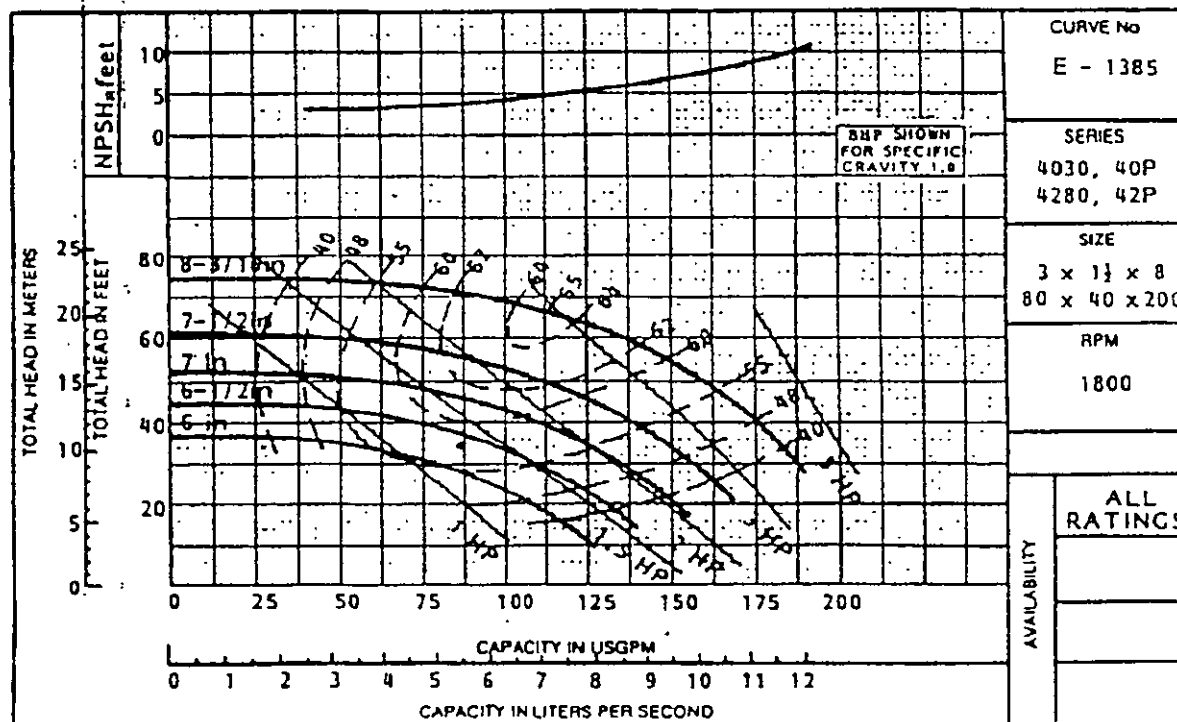
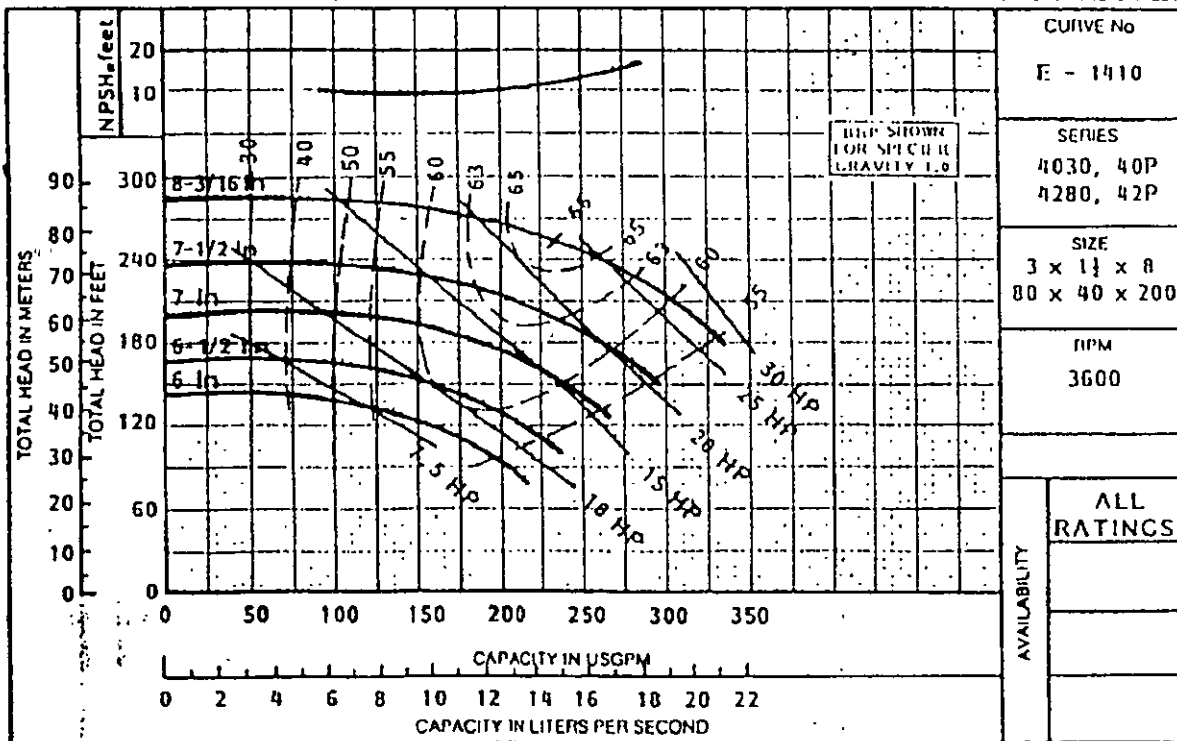


Figura 8.7. Curvas características de una bomba comercial.

En las Figuras 8.8 a 8.12 se muestran algunos diagramas de instalaciones de equipos de bombeo.

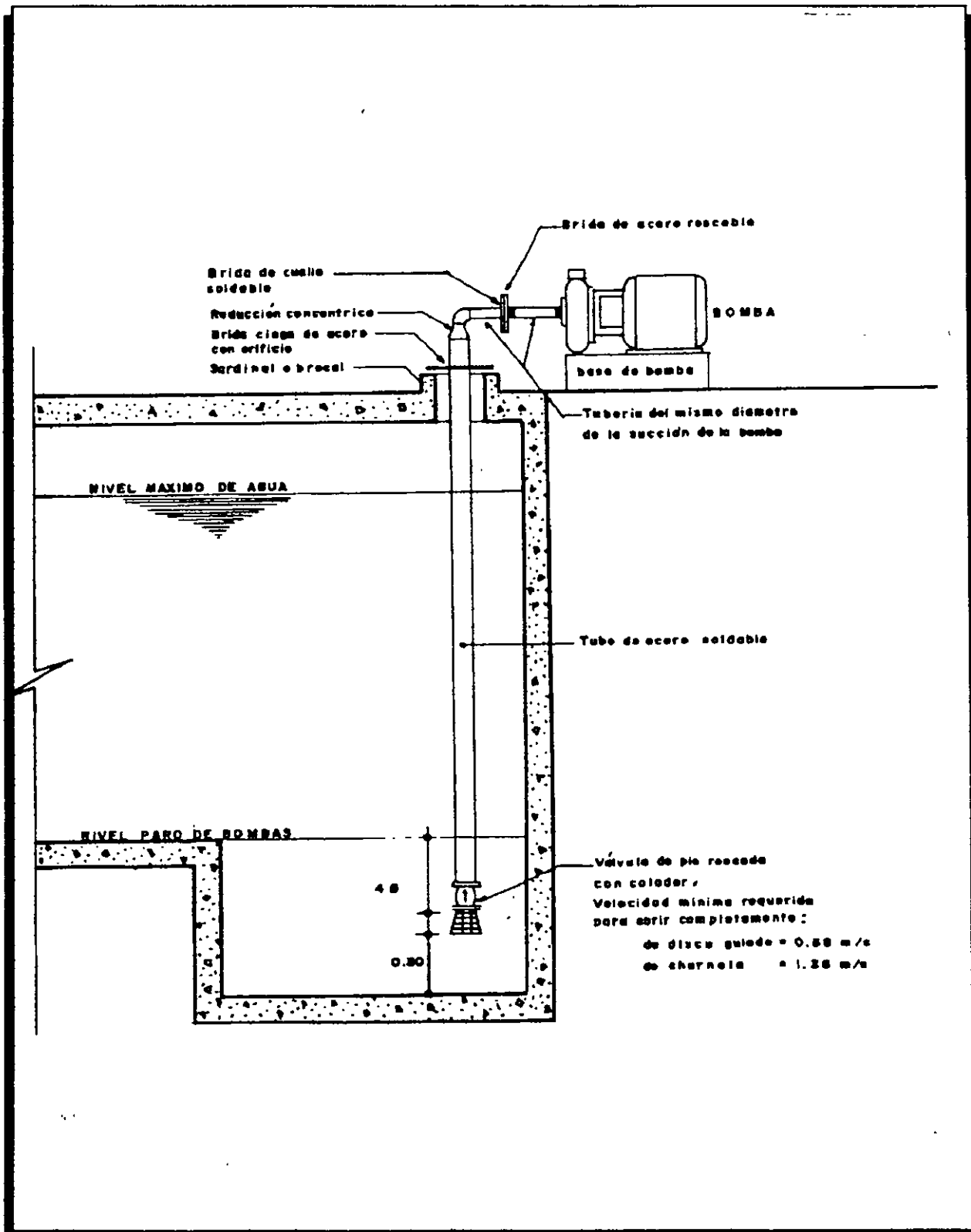


Figura 8.8. Detalle de succión de cisterna con succiones individuales por bomba.

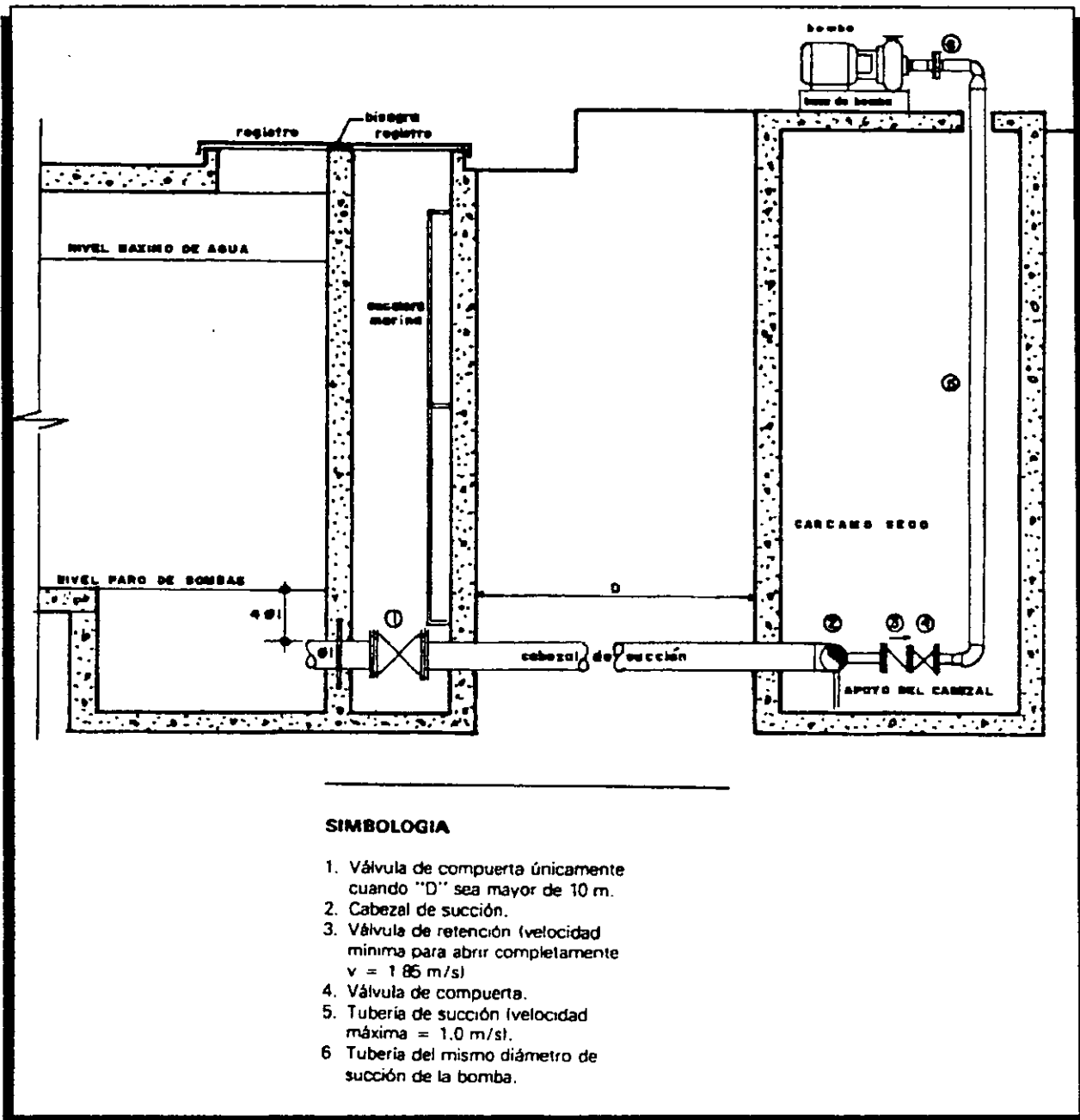


Figura 8.9. Sistema y cárcamo de succión seco.

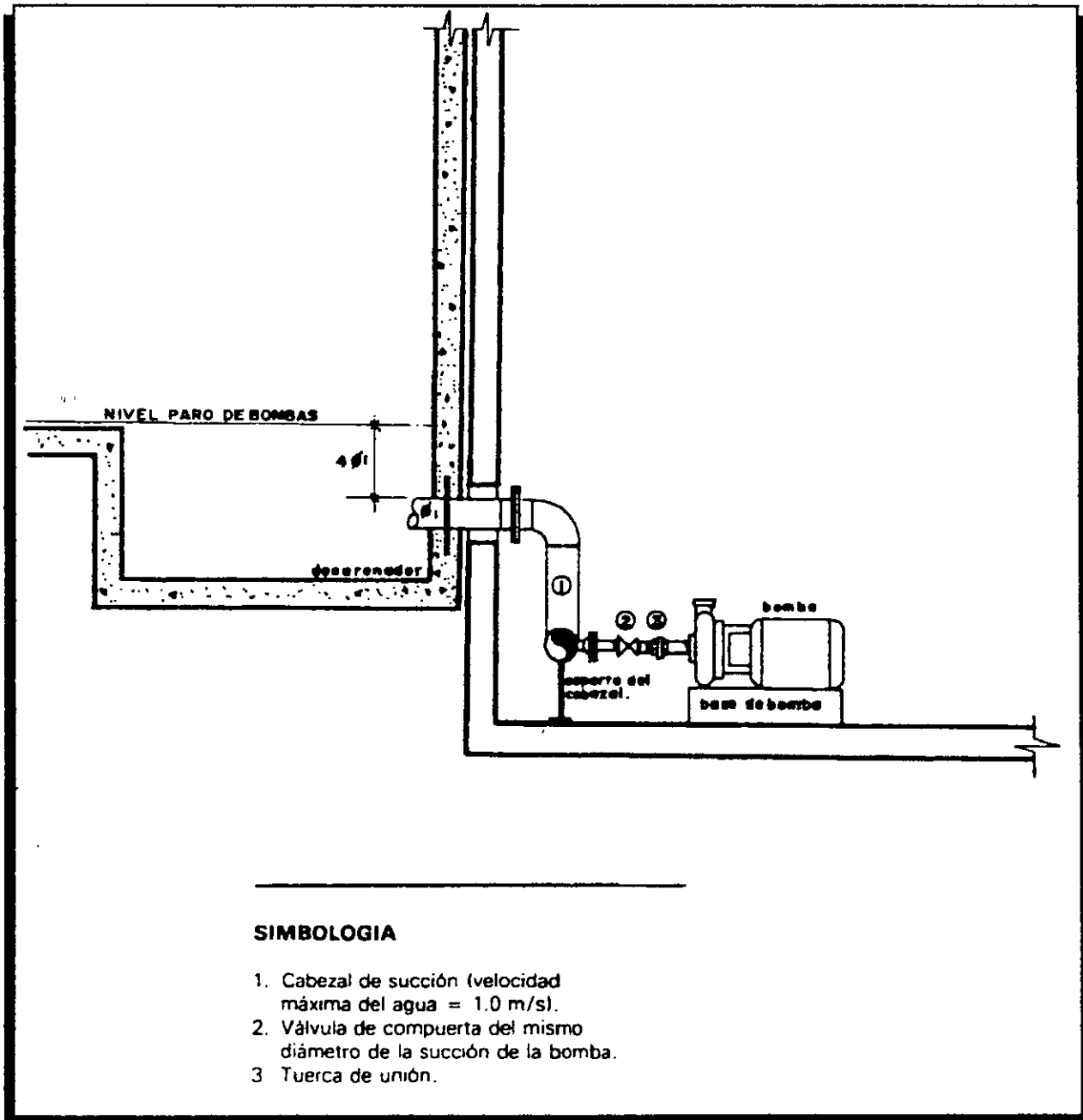


Figura 8.10. Sistema elevada y cabezal de succión.

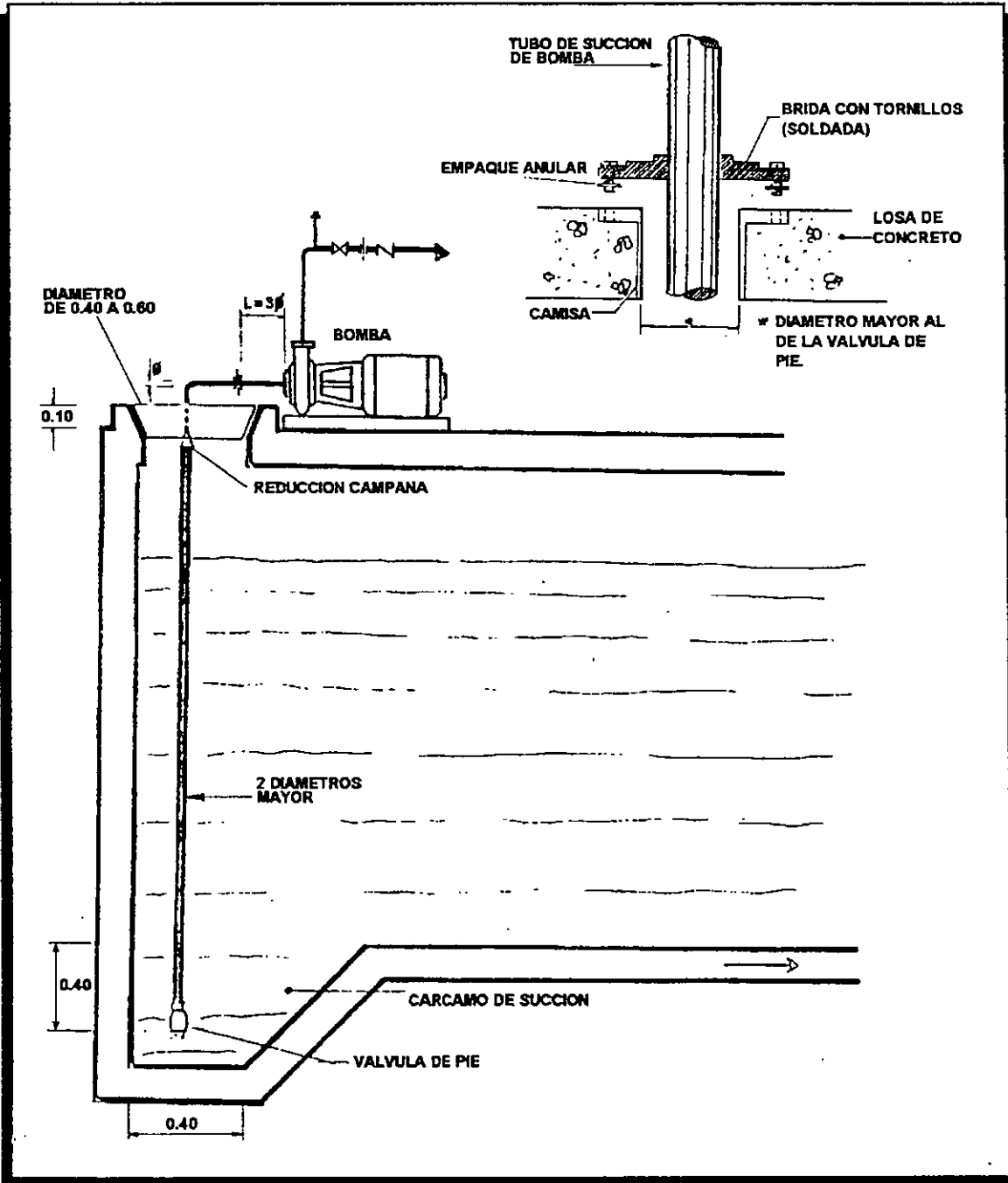
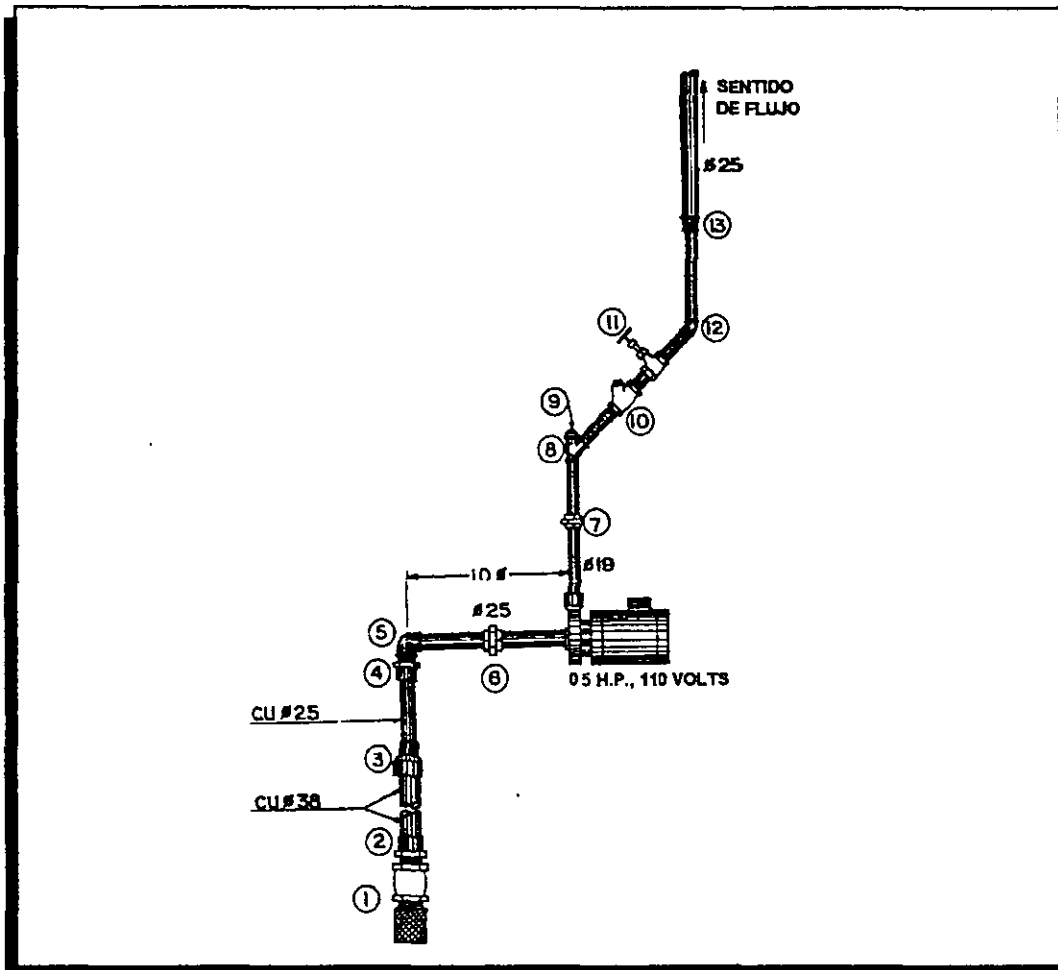


Figura 8.11. Instalación del equipo de bombeo en una cisterna.



- 1 Pichanca check D 38 mm
- 2 Conector de cobre cuerda exterior D 38
- 3 Reducción campana de cobre D 38 x 25 mm
- 4 Conector de cobre cuerda exterior D 25 mm
- 5 Codo galv. D 25 x 90°
- 6 Tuerca unión galv. D 25 mm
- 7 Tuerca unión galv. D 19 mm
- 8 Yee galv. D 19 mm
- 9 Tapón macho galv. D 19 mm
- 10 Válvula check columpio D 19 mm
- 11 Válvula compuerta roscada D 19 mm
- 12 Codo galv. D 19 x 45°
- 13 Reducción campana galv. D 25 x 19 mm

Figura 8.12. Esquema de la instalación de un equipo de bombeo.

## APENDICE C

### GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
1	0.10	No hay	55	1.94	3.35	205	4.33	5.70
2	0.15	No hay	60	2.08	3.47	210	4.39	5.74
3	0.20	No hay	65	2.18	3.57	215	4.34	5.80
4	0.26	No hay	70	2.27	3.64	220	4.39	5.84
5	0.38	1.81	75	2.34	3.78	225	4.42	5.92
6	0.42	1.84	80	2.40	3.91	230	4.45	6.00
7	0.44	1.81	85	2.48	4.00	235	4.50	6.10
8	0.49	1.67	90	2.57	4.10	240	4.54	6.20
9	0.53	1.71	95	2.66	4.20	245	4.59	6.31
10	0.57	1.77	100	2.78	4.29	250	4.64	6.37
12	0.63	1.84	105	2.88	4.34	255	4.71	6.43
14	0.70	1.95	110	2.97	4.42	260	4.78	6.48
16	0.76	2.03	115	3.04	4.52	265	4.84	6.54
18	0.83	2.12	120	3.15	4.61	270	4.93	6.60
20	0.89	2.21	125	3.22	4.71	275	5.00	6.64
22	0.75	2.29	130	3.28	4.80	280	5.07	6.71
24	1.04	2.36	135	3.35	4.86	285	5.15	6.76
26	1.11	2.44	140	3.41	4.92	290	5.22	6.83
28	1.19	2.51	145	3.48	5.02	295	5.29	6.89
30	1.26	2.59	150	3.54	5.11	300	5.34	6.94
32	1.31	2.65	155	3.60	5.18	320	5.61	7.13
34	1.36	2.71	160	3.66	5.24	340	5.84	7.22
36	1.42	2.78	165	3.73	5.30	360	6.12	7.52
38	1.44	2.84	170	3.79	5.34	380	6.37	7.71
40	1.52	2.90	175	3.85	5.41	400	6.62	7.90
42	1.58	2.96	180	3.91	5.42	420	6.87	8.09
44	1.63	2.03	185	3.98	5.55	440	7.11	8.28
46	1.69	2.09	190	4.04	5.58	460	7.34	8.47
48	1.74	3.14	195	4.10	5.60	480	7.60	8.64
50	1.80	3.22	200	4.15	5.63	500	7.85	8.85

**GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO  
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE  
(CONTINUACION)**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
820	8.08	9.02	1300	18.50	18.50	2800	26.10	26.10
840	8.32	9.20	1350	18.90	18.90	2850	26.40	26.40
860	8.55	9.37	1400	16.20	16.20	2900	26.70	26.70
880	8.79	9.55	1450	16.60	16.60	2950	27.00	27.00
600	9.02	9.72	1500	17.00	17.00	3000	27.30	27.30
620	9.24	9.89	1550	17.40	17.40	3050	27.60	27.60
640	9.46	10.05	1600	17.70	17.70	3100	28.00	28.00
660	9.67	10.22	1650	18.10	18.10	3150	28.30	28.30
680	9.88	10.38	1700	18.50	18.50	3200	28.70	28.70
700	10.10	10.55	1750	18.90	18.90	3250	29.00	29.00
720	10.22	10.74	1800	19.20	19.20	3300	29.30	29.30
740	10.34	10.93	1850	19.60	19.60	3350	29.60	29.60
760	10.74	11.12	1900	19.90	19.90	3400	30.30	30.30
780	10.98	11.31	1950	20.30	20.30	3450	30.60	30.60
800	11.20	11.50	2000	20.40	20.40	3500	30.90	30.90
820	11.40	11.64	2050	20.80	20.80	3550	31.30	31.30
840	11.60	11.82	2100	21.20	21.20	3600	31.60	31.60
860	11.80	11.98	2150	21.60	21.60	3650	31.90	31.90
880	12.00	12.14	2200	21.90	21.90	3700	32.30	32.30
900	12.20	12.30	2250	22.30	22.30	3750	32.60	32.60
920	12.37	12.44	2300	22.60	22.60	3800	32.90	32.90
940	12.55	12.62	2350	23.00	23.00	3850	33.30	33.30
960	12.72	12.78	2400	23.40	23.40	3900	33.60	33.60
980	12.90	12.94	2450	23.70	23.70	3950	33.90	33.90
1000	13.07	13.10	2500	24.00	24.00	4000	34.30	34.30
1050	13.49	13.50	2550	24.40	24.40	4050	34.60	34.60
1100	13.90	13.90	2600	24.70	24.70	4100	34.90	34.90
1150	14.38	14.38	2650	25.10	25.10	4150	39.50	39.50
1200	14.85	14.85	2700	25.50	25.50	5000	43.50	43.50
1250	15.18	15.18	2750	25.80	25.80	5500	44.30	44.30



**GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO  
EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE  
(CONTINUACION)**

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
6000	49.00	49.00	11000	80.50	80.50	16000	109.50	109.50
6500	52.60	52.60	11500	83.50	83.50	16500	112.50	112.50
7000	56.00	56.00	12000	86.50	86.50	17000	115.50	115.50
7500	59.00	59.00	12500	89.50	89.50	17500	118.50	118.50
8000	63.00	63.00	13000	92.50	92.50	18000	121.50	121.50
8500	65.50	65.50	13500	95.50	95.50	18500	124.50	124.50
9000	68.50	68.50	14000	98.50	98.50	19000	127.50	127.50
9500	71.50	71.50	14500	101.50	101.50	19500	130.50	130.50
10000	74.40	74.40	15000	104.50	104.50	20000	133.50	133.50
10500	78.50	78.50	15500	106.50	106.50	20500	136.50	136.50



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

# **CURSOS ABIERTOS**

## **CA08 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**DEL 17 AL 27 DE SEPTIEMBRE**

**TEMA ANEXO**

### **SISTEMAS DE TANQUE HIDRONEUMÁTICO**

**EXPOSITOR: ING. ENRIQUE CESAR VALDES  
PALACIO DE MINERÍA  
SEPTIEMBRE DEL 2003**

SISTEMAS DE TANQUE HIDRONEUMATICO

INDICE

Capítulo		Página
	Introducción	
9	Fundamentos teóricos del sistema	113
	9.1 Descripción del sistema hidroneumático	113
	9.2 Componentes del sistema típico	114
10	Tecnología disponible en el mercado	129
	10.1 Sistemas hidroneumáticos convencionales	129
	10.2 Operación de los sistemas convencionales	129
	10.3 Sistemas hidroneumáticos con tanque de membrana	153
	10.4 Operación de los sistemas con tanque de membrana	153
11	Diseño de un sistema de tanque hidroneumático	155
	11.1 Determinación del gasto máximo instantáneo	155
	11.2 Selección del equipo de bombeo	155
	11.3 Determinación de las presiones de trabajo del tanque y los niveles de agua	161
	11.4 Determinación de la capacidad y tamaño del tanque mediante la ley de Boyle	165
12	Recomendaciones de construcción y operación	187
	12.1 Sustentación del tanque	187
	12.2 Tubería	188
	12.3 Válvulas	189
	12.4 Protección del aire	189
	12.5 Sistemas de operación y control	189
	12.6 Ubicación del tanque hidroneumático	189
	Apéndice D	191

---

## INTRODUCCION

Desde la aparición del género humano sobre la faz de la tierra, el agua ha sido la sustancia más importante de subsistencia y desarrollo del hombre. Simplemente el dejar de consumirla, puede acabar con la vida. El uso y consumo de ella, ha permitido que se pueda aplicar a la cosecha de alimentos que sustentan la vida, criar animales que son de ayuda para alimentar, vestir y proporcionar objetos que son de uso cotidiano; con ella, el hombre puede recibir aseo y así asegurar salud para su cuerpo, y hasta ha servido como medio de recreación y convivencia entre los individuos. Del buen manejo y aprovechamiento de este recurso natural, dependerá en gran medida la permanencia del hombre en la superficie terrestre.

El aire por su parte, es la esencia misma de la vida. Con la ausencia de él, la existencia de todo ser vivo se reduciría a unos cuantos minutos. Esta sustancia ha permitido que la vida se desarrolle y permanezca hasta nuestros días. En este volumen de Instalaciones Sanitarias para Edificios, se exponen las peculiaridades de un dispositivo que combina las características físicas de estas dos sustancias, para proporcionar salud y confort al ser humano: el sistema de tanque hidroneumático.

El poder contar con agua potable en cantidad suficiente con la presión adecuada y en forma continua en el hogar, el trabajo, el lugar de estudio, etc. es un problema que durante muchos años ha involucrado a los ingenieros para poder resolverlo y dar una solución satisfactoria a estas necesidades.

El sistema de tanque hidroneumático, es un dispositivo que opera con las dos sustancias esenciales mencionadas, el agua y el aire, las cuales manejadas apropiadamente junto con otros elementos, satisfarán las necesidades de comodidad exigidas por el hombre moderno.

Con respecto a la estructura de este volumen, inicia con el Capítulo 9, donde se presenta una descripción detallada de los elementos del sistema, así como de su operación y la configuración de los diferentes sistemas hidroneumáticos utilizados actualmente. También se han incluido los principios básicos del comportamiento de los gases, ya que como se ha mencionado, el funcionamiento principal del tanque hidroneumático se basa tanto en el agua como en el aire.

En el Capítulo 10, se presentan algunos de los modelos de tanques hidroneumáticos disponibles en el mercado actualmente. Esto se realizó sin afán de publicitar alguna marca en particular, sino con la finalidad de que los lectores puedan tener una idea general de los modelos de estos tanques, así como sus capacidades, dimensiones y formas, y en algunos casos, se presentan tablas con las cuales es fácil determinar un sistema de tanque hidroneumático para edificaciones donde los requerimientos de presión no son muy altos. De esta manera, es fácil en un anteproyecto, predecir cuál será el tanque que satisfaga los requerimientos de presión del edificio en cuestión.

En el Capítulo 11, se describe la metodología de diseño de un sistema de tanque hidroneumático, es decir, cómo calcular sus elementos, sus niveles de operación, los niveles de paro y arranque de la bomba, etc. Este diseño se presenta tanto para los tanques denominados horizontales, como para los verticales. Asimismo se presentan 3 ejemplos de diseño de sistemas de tanque hidroneumático.

---

---

## CAPITULO 9

# FUNDAMENTOS TEORICOS DEL SISTEMA

El sistema de presión hidroneumático, tiene la particularidad de que funciona con dos de las sustancias más importantes que existen sobre la tierra: el aire y el agua.

Desde tiempos antiguos, muchos sabios han indagado acerca de las propiedades y características que comprenden dichas sustancias para el desarrollo de la vida humana. Se ha experimentado y calculado cuál es el comportamiento de estos elementos ante diferentes situaciones y se ha llegado a deducir y a comprobar las leyes y las propiedades que se les atribuyen.

Es necesario, además de conocer el funcionamiento y el diseño de los sistemas hidroneumáticos, entender cómo es que actúan tanto el aire como el agua de forma separada y también en forma combinada, es decir, teniendo movimiento ambos al mismo tiempo y en el mismo espacio confinado.

El objetivo de este capítulo, es conocer de manera detallada, cuál es el principio que rige el comportamiento de los sistemas de presión hidroneumática y las características y principios físicos de los gases, en particular del aire, los cuales darán pauta para entender su comportamiento en el interior de los tanques de presión hidroneumática.

### 9.1. Descripción del sistema hidroneumático

#### 9.1.1. Propósito del sistema de presión hidroneumático

El sistema de presión hidroneumático es una modernización del antiguo método de abastecimiento de agua por medio del tanque elevado. Su principal propósito es controlar una presión de suministro limitada, de tal manera que el abastecimiento de agua continuo y satisfactorio, esté disponible en todas las instalaciones que atiende el sistema.

Los elementos del sistema que llevan a cabo este propósito consisten en una bomba adecuada, un tanque de presión y un mecanismo de control esencial para hacer que el sistema opere automáticamente con la mínima supervisión. La bomba es usada para abastecer la cantidad requerida de agua dentro del tanque con la presión apropiada, mientras el tanque actúa como un depósito de almacenamiento para las relaciones convenientes de agua y aire dentro de las presiones y niveles mantenidos por el mecanismo de control.

La expansión de aire bajo las presiones determinadas, regulan la cantidad de agua que puede ser usada por el sistema antes de que la bomba sea requerida nuevamente para llenar la reserva que se desea en el tanque. Esta relación de presión y de volumen es una ley de la física, bien conocida, que establece que a temperatura constante, el volumen de un peso dado de gas varía inversamente a la presión absoluta: este principio es conocido como Ley de Boyle, y se estudiará con más detalle en este Capítulo.

Los sistemas de presión hidroneumáticos tienen ventajas categóricas sobre los sistemas típicos a base de tanques elevados. Se ubican generalmente en un sitio conveniente para su instalación, servicio o reparación, protegidos contra averías de sus elementos; el sistema es completamente cerrado y cuando el aire filtrado adecuadamente se usa para rellenar nuevamente el tanque, existe completo aislamiento de posible contaminación.

En el Capítulo 12 se hacen algunas recomendaciones de instalación, operación y mantenimiento de los sistemas para poder obtener de ellos los mayores beneficios.

La literatura correspondiente a los sistemas de tanque hidroneumático, actualmente es casi obsoleta, ya que los libros que los mencionan son de hace varias décadas; además, las innovaciones tecnológicas a base de "tanques de membrana" no aparecen en prácticamente ningún libro. Para la realización de este trabajo, se indagó en muchas compañías distribuidoras y en otras fuentes, para poder proporcionar información actualizada, la cual, al ser consultada en este volumen de la serie, coincidiera con los adelantos tecnológicos que se presentan en los modelos de más reciente fabricación.

### 9.1.2. Componentes del sistema típico

Con referencia a la Figura 9.1, los componentes básicos del sistema de tanque hidroneumático son: a) tanque de presión, b) equipo de bombeo, c) compresor y d) tuberías, válvulas y accesorios. La fuente de suministro del agua es un sistema (C), alimentada desde la red municipal.

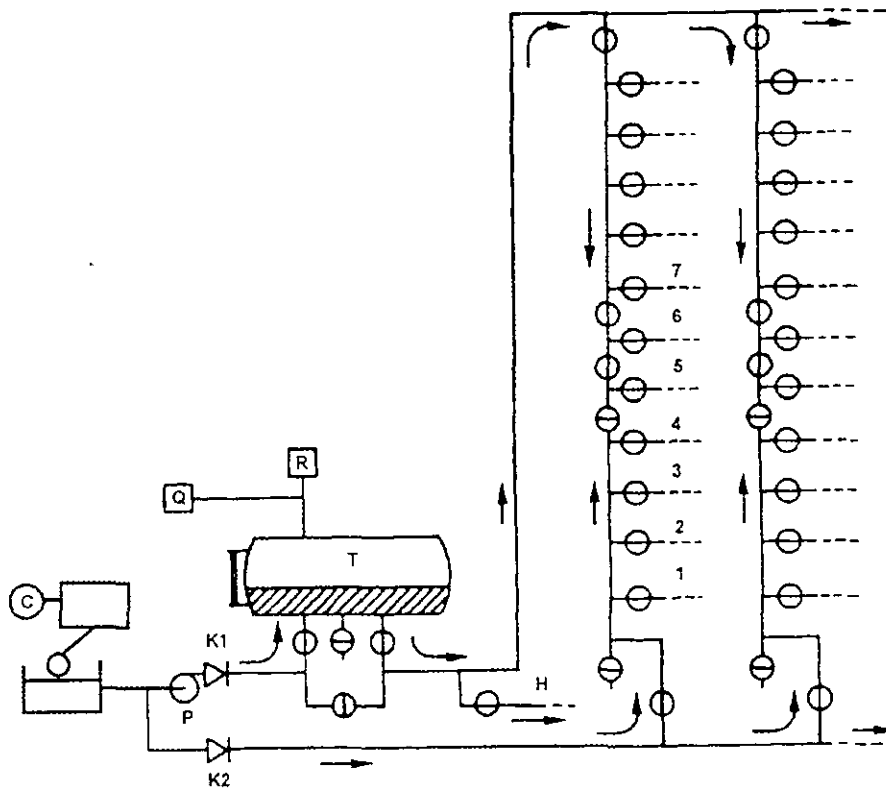


Figura 9.1. Sistema típico de tanque hidroneumático.

#### a) Tanque de presión

Es el elemento del sistema en donde se pone en contacto el agua con el aire, para que con la expansión de éste se impulse al agua; se representa con la letra T en la Figura 9.1

Cuando se especifica la construcción del tanque de presión, deben considerarse dos factores: la presión mínima de trabajo en condiciones de seguridad que el tanque debe resistir en servicio y la posibilidad de corrosión que afectará la vida útil del tanque en condiciones de seguridad.

La presión mínima de trabajo en condiciones de seguridad para el tanque, se establece generalmente en el 125% de la presión máxima del sistema, pero si la máxima presión desarrollada por la bomba excede este valor, esta presión debe sustituirse

La posibilidad de corrosión del tanque debe considerarse seriamente. Cuando las condiciones de corrosión no pueden ser prevenidas o minimizadas, es aconsejable especificar el espesor más grueso de metal, con el fin de asegurar una vida útil satisfactoria del tanque en condiciones de seguridad. Es recomendable que el espesor mínimo del metal sea especificado para todos los tanques en 4.8 mm (3/16"), aunque un espesor menor del metal pudiera satisfacer los requerimientos de presión.

Prácticamente en todos los estados de la Unión Americana, se tienen leyes o códigos que regulan la construcción de los tanques de presión hidroneumáticos. Los tanques son construidos generalmente para satisfacer los mínimos requerimientos del "Código para depósitos a presión no expuestos a fuego de la

A.S.M.E" (Code for Unfired Pressure Vessels). De tal manera que los llamados tanques "No-código" no deberán ser usados en ningún estado de ese país donde su uso esté restringido o prohibido. Es deseable consultar la última edición del Código para así poder determinar todos los detalles necesarios para su construcción.

#### **b) Equipo de bombeo**

El tanque de presión hidroneumático se usa en lugar del tanque elevado y la presión del tanque controla la bomba. El colchón de aire se expande para mantener una presión casi constante mientras el agua es utilizada. El equipo de bombeo se representa con la letra P en la Figura 9.1.

#### **c) Compresor**

El aire comprimido en el tanque se diluye lentamente dentro del agua y ocasionalmente habrá que añadir más aire utilizando un compresor. En algunas instalaciones, para evitar que el agua absorba aire, un diafragma flexible separa el aire del agua. También, para minimizar la corrosión causada por el oxígeno en el aire en ausencia de un diafragma, un tanque reemplazable de nitrógeno comprimido puede sustituir al compresor de aire. La válvula de alivio de presión, R, se coloca a fin de proteger al sistema en caso de que los controles del compresor fallen. El compresor se representa con la letra Q en la Figura 9.1.

#### **d) Tuberías, válvulas y accesorios**

Las válvulas bajo el tanque se instalan para que toda el agua proveniente de la bomba pase por el tanque. Si se evita el tanque y sólo una conexión a él está abierta, el agua tenderá a estancarse ocasionando problemas de sabor y olor.

### **9.1.3. Tipos generales de sistemas de presión hidroneumáticos**

Existen 4 tipos generales de sistemas de presión hidroneumático: (1) el doméstico, (2) el de bomba de pozo profundo, (3) el "booster"<sup>1</sup> y (4) el combinado, que consiste en una bomba de pozo profundo la cual en turno, abastece un sistema de tipo booster. Podría agregarse otro (5) conocido como el "sin-tanque" ó el "sistema de tipo de tanque con colchón de aire" que no es un sistema de presión hidroneumático verdadero, aunque requiere el funcionamiento de un tanque con colchón de aire relativamente pequeño para una operación exitosa. Todos los sistemas de presión hidroneumáticos funcionan de una manera semejante, y difieren sólo en la utilización de las bombas y los controles que son necesarios para cumplir las necesidades del sistema.

#### **Tipo doméstico**

Los sistemas de tipo doméstico se usan en instalaciones donde los requerimientos de demanda de agua y presión son relativamente bajos. Generalmente son lo suficientemente pequeños para ser construidos en una unidad integral compacta, aunque algunos sistemas utilizan tanques de presión instalados por separado. Casi todos los tipos de bombas se usan con este tipo de unidad: las centrífugas, las "jet", las de turbina, las de rotor helicoidal y las reciprocantes. El aire es abastecido al tanque de presión generalmente por medio de una válvula aspirante conectada al lado de la succión de la bomba.

#### **Tipo de Pozo Profundo**

El arreglo de operación para las instalaciones de bombas de tipo de pozo profundo, puede seleccionarse de entre diversas combinaciones de control de volumen de aire de la forma siguiente:

1. El tipo de bombas de pozo profundo, similar al de Peerles Hi-lift (o bombas del tipo de pozo profundo cuando están equipadas con una válvula de pie en la succión) son instaladas para drenar parte de la tubería de descarga, de manera que el aire atrapado pueda ser forzado dentro del tanque con cada ciclo de bombeo. La válvula de pie en la succión de la bomba, retiene el agua en la columna de succión después de cada ciclo de bombeo. Ambas, la válvula de drenaje y la válvula de entrada de aire, abiertas, permiten al agua en parte de la

<sup>1</sup> La palabra del idioma inglés "booster" se usa en el lenguaje técnico en español. Su traducción es: impulsador, fomentador, elevador.



tubería de descarga, drenarla y ser remplazada con aire. Cuando la bomba se enciende de nuevo, su presión cierra ambas a la válvula de drenado y a la válvula de entrada de aire, y forza al aire en el interior del tanque. El exceso de aire es purgado del tanque para conservar el volumen apropiado del NIVEL ALTO DEL AGUA. El Control de Volumen de Aire Tipo W-1 de la "U.S Gauge Company" logra esto mediante una combinación de flotador y una válvula de alivio de presión operando en serie, mientras el Tipo DS Duotrol de la "Automatic Control Company" funciona por medio de la operación de una válvula de alivio de aire de tipo solenoide. El ensamble típico de estos sistemas es presentado en la Figura 1 del Apéndice D.

2. Las bombas de pozo profundo convencionales (que no son equipadas con válvulas de pie en la succión), permiten al agua que está en la columna de la bomba y en su tubería de descarga, regresar al interior del pozo después de cada ciclo de bombeo. En esta disposición del equipo, se abre una válvula de admisión de aire adecuada, con su esfera de vacío removida, que permite al aire entrar con niveles de agua en retroceso y cerrar nuevamente con una elevación del agua dentro de la válvula cuando arranca la bomba. La unión (niple) de la tubería, con la cual la válvula de admisión se conecta, es arreglada con una cuerda larga en el extremo de la tubería de descarga, de manera que pueda ser extendida lo suficientemente lejos dentro de la tubería para atrapar aire y forzarlo dentro del tanque de presión. La distancia que se extiende el niple dentro de la tubería, debe determinarse por tanteo. El exceso de aire es expulsado del tanque y el NIVEL ALTO DEL AGUA, mantenido de la misma manera que la disposición Número 1. El ensamble típico de esta disposición se muestra en la Figura 2 del Apéndice D.

3. Los sistemas de bombas de tipo de pozo profundo convencionales, también pueden diseñarse con el tipo de compresor de desplazamiento del volumen de aire y control de nivel de agua. Se usa una válvula de admisión de aire en este arreglo, pero es colocada tan cerca como sea posible de la válvula de retención (check) de la tubería de descarga y con un niple de conexión de tubería estándar que permita por completo la ventilación del aire. Un arreglo similar al "Control del Nivel de Agua Nu-Matic" funcionará entonces para suministrar aire dentro del tanque y mantener el Nivel Alto De Agua deseado.

4. Los sistemas de bombas de tipo de pozo profundo convencionales, también pueden diseñarse para usar compresores de aire de tipo estándar. Se usa una válvula de admisión de aire de la misma forma en que fue descrito el arreglo Número 3 y un control de volumen de aire similar al de "Tipo DC Duotrol de la Automatic Control Company" que se usa en lugar del Control de Tipo Nu-Matic. El Tipo DC Duotrol mantiene el volumen de aire apropiado y el Nivel De Agua Alto operando el compresor de aire, el cual forza al aire dentro del tanque a través de una válvula de entrada de aire de tipo solenoide.

### **Sistemas del tipo "booster"**

Las bombas usadas con los sistemas del tipo "booster" convencionales captan el agua ya sea del sistema de abastecimiento municipal o de un depósito cerrado separado (cisterna). El volumen de aire y el NIVEL ALTO DEL AGUA en el tanque de presión se controla, ya sea por el Tipo Nu-Matic o del Tipo DC Duotrol con el compresor de aire separado. La Figura 3 del Apéndice D, muestra un ensamble típico del arreglo cuando se usa el Control Nu-Matic, mientras que la Figura 4 del Apéndice D muestra un ensamble típico del arreglo para un sistema de bombas dúplex cuando se usa el Tipo DC Duotrol.

### **Sistemas combinados**

Los sistemas de tipo neumático combinados consisten de una bomba de pozo profundo que abastecen agua a un depósito de tipo cerrado desde donde un Sistema de Tipo Booster convencional toma sus requerimientos. Cualquier tipo de bomba de pozo profundo puede usarse para bombear directamente dentro del depósito. Puede instalarse un tipo de control de interruptor flotante de dos circuitos en el depósito para controlar las bombas. Un circuito controla el arranque y el paro de la bomba de pozo profundo dentro de límites de operación relativamente cercanos, mientras el segundo circuito controla la bomba "booster" solamente cuando es insuficiente el agua disponible en el depósito que abastece el sistema de presión. Este interruptor flotante puede ser similar a un arreglo especial del Tipo S de la Automatic Control Company, dos circuitos Floatrol contruidos con las especificaciones de las Bombas Peerles. Los controles de tipo estándar, pueden seleccionarse del Sistema de Tipo Booster. La Figura 5 del Apéndice D muestra un ensamble típico de este arreglo.

## Sistemas de tanque con colchón de aire

El aire usado con el sistema de tanque con colchón de aire se inyecta manualmente de la forma en que lo hace una bomba neumática ordinaria. Un ensamble típico de este sistema es mostrado en la Figura 6 del Apéndice D.

Todas las bombas del tipo pozo profundo deben controlarse contra la rotación inversa después de cada ciclo de bombeo ya sea mediante el uso de un trinquete anti-inverso o un arreglo de dilatación de tiempo. Esta recomendación es importante porque el daño a la bomba es posible si el motor arrancara mientras la bomba estuviera operando en forma inversa durante el ciclo de flujo de regreso.

Es posible sostener la presión en el tanque dentro de los límites requeridos, mediante un interruptor de presión de tipo estándar que se usa con todos los sistemas de presión. El interruptor de presión se usa generalmente como un piloto para dar energía al circuito de encendido del motor.

Son también esenciales otros controles igualmente importantes, son también esenciales para la completa seguridad y el funcionamiento automático del sistema.

El encendido del motor y los mecanismos de protección, consisten de un interruptor y un arrancador de motor. Por conveniencia, algunas veces estos dos mecanismos son ensamblados dentro de un gabinete sencillo, llamado arrancador combinado. Es aconsejable tener una estación de "Apagado Automático de Mano", instalada en el arrancador, de tal manera que el sistema pueda operar manualmente cuando se ajusten los diversos mecanismos de control, al hacer reparaciones, etc. Los mecanismos de protección del motor y los arrancadores son recomendados para cada motor usado en el sistema.

Absolutamente todos los tanques de presión hidroneumáticos deben protegerse contra accidentes, tales como presiones excesivas, mediante el uso de una válvula de alivio de presión aceptable. La válvula de alivio debe colocarse en una presión más grande que la presión más alta del sistema, pero dentro del límite de trabajo seguro del tanque.

## 9.2. Principios básicos de la mecánica de los gases

En virtud de la importancia que tiene para el diseño de sistemas de tanque hidroneumático el conocimiento del comportamiento del aire, a continuación se estudian las principales características que tienen influencia en el diseño.

### 9.2.1. Gases ideales y reales

Los estados de agregación en los cuales se puede clasificar a toda la materia existente son tres: sólido, líquido y gaseoso.

El estado particular de agregación de una sustancia está determinado por la temperatura y presión bajo la cual existe. Sin embargo, dentro de ciertos límites de temperatura y presión una sustancia puede encontrarse en más de un estado a la vez, e incluso en todos ellos cuando las condiciones son muy especiales. Por tal motivo, ha sido conveniente clasificar a los gases en dos tipos principales: a) *gases ideales*, y b) *gases no ideales o reales*. En los gases ideales, el volumen ocupado por las propias moléculas es insignificante en comparación con el volumen total, y esto es válido para todas las presiones y temperaturas; además, la atracción intermolecular es ínfima bajo cualquier medición. Para los gases reales, ambos factores son apreciables y la magnitud de ellos depende de la naturaleza, temperatura y presión gaseosa. Resulta claro que un gas ideal es hipotético, ya que cualquier gas debe contener moléculas que ocupan un volumen definido y ejercen atracciones entre sí. Sin embargo, con frecuencia la influencia de estos factores es insignificante y el gas puede considerarse ideal. Estas últimas condiciones se obtendrán a presiones bajas y a temperaturas relativamente elevadas, condiciones bajo las cuales el espacio "libre" dentro del gas es grande y pequeña la fuerza de atracción entre las moléculas.

### 9.2.2. Características de los gases

#### Constitución de los gases

Primordialmente un gas esta constituido por una multitud de partículas, llamadas *moléculas*, que se encuentran en movimiento desordenado que no tiene fin. Continuamente chocan contra las paredes del depósito que las contiene y continuamente se atropellan unas a las otras, sin detenerse jamás (Figura 9.2).

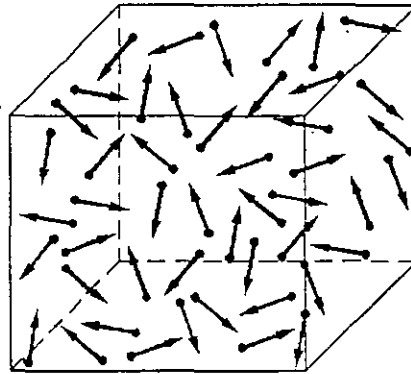


Figura 9.2. Estado de agitación de las moléculas de un gas encerrado en un recipiente.

Los gases también tienen temperatura, la cual es una medida de la energía cinética de traslación de cada una de las moléculas que forman el gas.

### 9.2.3. Propiedades generales de los gases

Los gases son fluidos aeriformes que revelan su existencia actuando sobre nuestros sentidos:

- a) *Vista*. La figura 9.3 muestra que es posible observar el trasiego de un gas de un recipiente a otro, por ejemplo el color del cloro, etc.
- b) *Tacto*. Podemos sentir el viento
- c) *Olfato*. Podemos percibir el olor del gas amoníaco, hidrógeno sulfurado, etc.

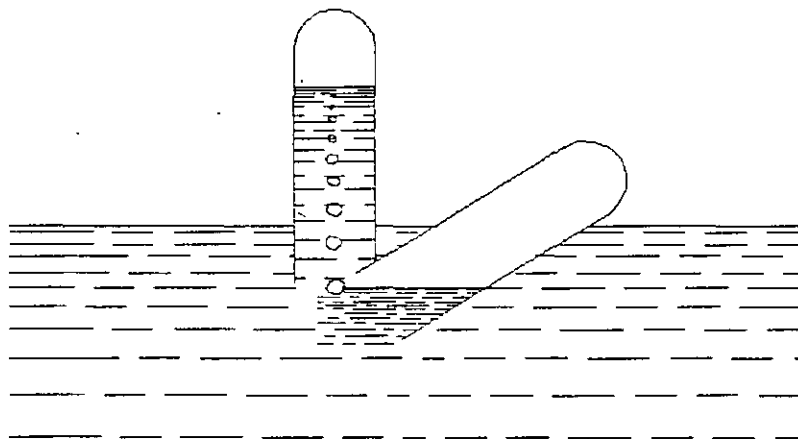


Figura 9.3 Revelación de un gas ante la vista.

Los gases son fluidos pesados. Para demostrarlo, se recurre a la experiencia siguiente: en uno de los brazos de una balanza se suspende un balón de vidrio en el que se ha hecho el vacío y que está cerrado por una llave (Figura 9.4). Se tara colocando pesos en el otro platillo de la balanza. Si después se deja entrar aire en el globo, abriendo la llave, se ve que la balanza se inclina del lado del balón. Esta experiencia puede repetirse con otros gases y se obtienen resultados análogos.

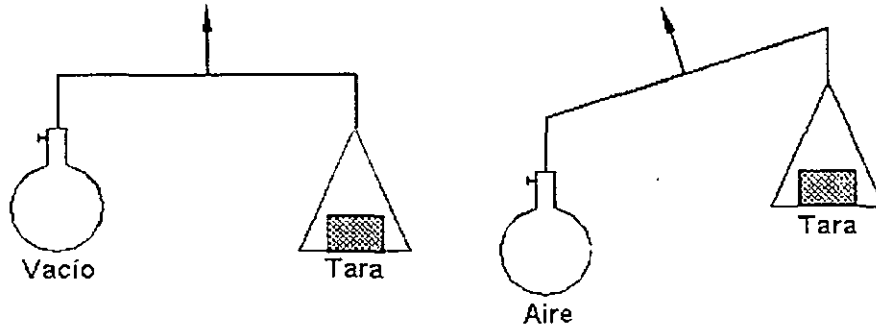


Figura 9.4. Demostración del peso de los gases.

Experiencias precisas han demostrado que a 0°C y a presión de 76 cm de mercurio, el litro de aire pesa 1.293 gramos (Figura 9.5).

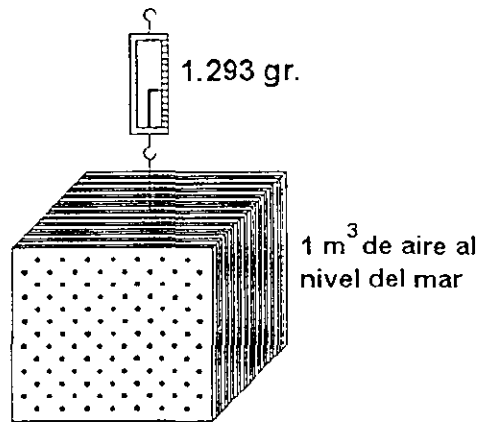


Figura 9.5. Peso del aire (este experimento tendría que hacerse en el vacío).

*Por ser los gases pesados, a semejanza de los líquidos, las propiedades que resultan de la gravedad serán comunes a ambas clases de fluidos y los principios de la hidrostática se pueden extender a los gases.*

- a) Fuerza de presión. los gases ejercen fuerzas de presión normales sobre las superficies que los limitan.
- b) Presión: las fuerzas de presión que ejercen los gases dan lugar a la presión.

*La presión de un gas en un punto dado queda definida por la fuerza que este gas ejercería sobre cada una de las caras de una superficie plana cuya área es la unidad y cuyo centro de gravedad coincidiera con el punto considerado.*

Si se enfría un gas que se conserva a volumen constante y la reducción de temperatura se lleva hasta 273°C bajo cero, se llega a una presión final cuyo valor es cero. Esto se explica teóricamente como sigue: de acuerdo con la teoría cinética de los gases, la presión que ejerce un gas contra las paredes del depósito que lo contiene, se debe al estado de agitación de sus moléculas (Figura 9.6); ahora bien, si la presión vale cero, quiere decir que las moléculas ya no se mueven, como se ve en la Figura 9.6.

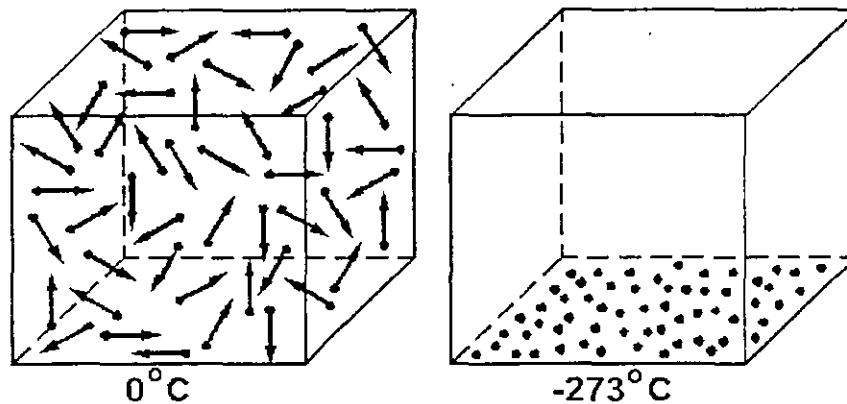


Figura 9.6. A la temperatura de  $-273^{\circ}\text{C}$  las moléculas de un cuerpo quedan en reposo (teóricamente)

### Elasticidad de los gases

La gran cantidad de aire que se puede introducir en un recipiente cerrado, pone de manifiesto la propiedad que tiene el aire de comprimirse, reduciendo su volumen notablemente, pero ello a expensas de su presión.

Recíprocamente, cuando se destapa dicho recipiente, se puede observar que el aire sale con violencia, lo que pone de manifiesto la propiedad de expandirse que tiene el aire comprimido

Si en un depósito cilíndrico cerrado por un émbolo se introduce cierta cantidad de gas, se puede reducir su volumen ejerciendo una fuerza sobre el émbolo.

Es evidente que al reducir el volumen de un gas aumentando su presión, tiene que aumentar su peso específico, pues en un centímetro cúbico del gas comprimido hay un mayor número de moléculas que en un centímetro cúbico del gas antes de comprimir.

El volumen de un gas cambia notablemente al variar su presión y al modificar su temperatura. Así, si se tiene un globo lleno de aire encerrado en un refrigerador, su volumen es de cierto número de centímetros cúbicos, pero si se saca el globo al sol, se verá que aumenta notablemente su volumen.

### Compresibilidad

Es una propiedad de los gases en virtud de la cual es posible reducir notablemente el volumen que ocupa un gas.

### Expansibilidad

Es una propiedad de los gases en virtud de la cual los gases se expanden, es decir que ocupan todo el volumen del depósito en que se coloca.

Para demostrar la expansibilidad de los gases, se coloca un globo en la campana C de la máquina neumática; luego se hace el vacío en la campana, y se observa que el globo se infla inmediatamente (Figura 9.7). El poco aire que existe en él tiende a ocupar el mayor volumen posible y en nada se opone a ello la presión exterior.

A la propiedad que tienen los gases de cambiar fácilmente de volumen, se le llama *ELASTICIDAD DE LOS GASES*. Puede probarse que *esta elasticidad es perfecta* o, dicho de otro modo, que *recobran exactamente el mismo volumen, cuando la causa que provocó la variación de volumen ha desaparecido*.

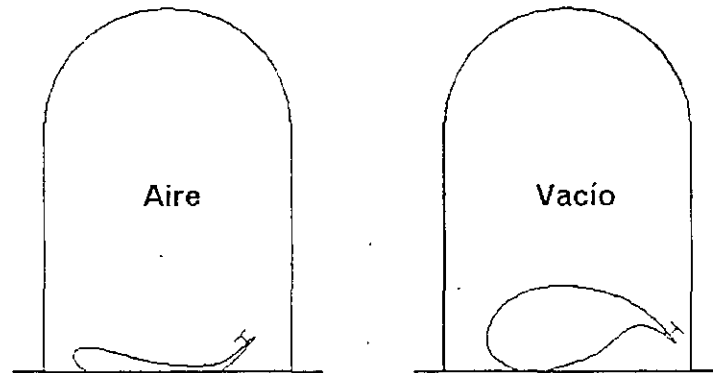


Figura 9.7. Expansibilidad de los gases.

#### 9.2.4. Generalizaciones de la conducta de un gas ideal

Por el estudio tan detallado que se le ha dado a los gases, se han llegado a establecer sus leyes o generalizaciones que constituyen el punto de partida de la conducta gaseosa en cualquier discusión. Estas son: a) *la ley de Boyle*, b) *la ley de Charles o Gay Lussac*, c) *la ley de las presiones parciales de Dalton* y d) *la ley de difusión de Graham*.

##### a) Ley de Boyle

Supongamos que un gas fue sometido a una transformación en la cual su temperatura se mantuvo constante. Decimos entonces que ha experimentado una *transformación isotérmica* (del griego *isos* = igual + *thermos* = temperatura). Tomando en cuenta que la masa del gas también se mantuvo constante (no hubo salida ni entrada de gas en el recipiente), se concluye que la presión y el volumen del gas fueron las cantidades que variaron en la transformación isotérmica.

##### Determinación experimental

Para estudiar las variaciones del volumen de una masa gaseosa con la presión, se utiliza el aparato de Leblanc que consta de dos recipientes de vidrio A, B, movibles a lo largo de una regla vertical graduada y unidos por un tubo de caucho. El recipiente A puede ser de forma cualquiera, pero el recipiente B es un tubo cilíndrico graduado en centímetros cúbicos y provisto, en su extremidad superior, de un grifo R (Figura 9.8).

Se colocan A y B uno frente a otro y se vierte mercurio en A, hasta que el nivel corresponda a determinada división de la graduación del tubo B (8 por ej.) y se cierra entonces el grifo R, aprensionando de esa manera un volumen determinado de aire ( $8 \text{ cm}^3$ ) a la presión atmosférica (75 cm por ej.) (Figura 9.8a).

Hecho esto se levanta el recipiente A, y el mercurio asciende entonces en B. Cuando llega a la división 6, es decir, cuando el volumen de aire se reduce a  $6 \text{ cm}^3$ , se anota sobre la regla graduada, la diferencia de los niveles del mercurio en A y B, que es igual a 25 cm. (Figura 9.8b). La presión absoluta del aire es, por tanto:

$$25 + 75 = 100 \text{ cm de mercurio.}$$

Se sigue elevando el recipiente A hasta que el volumen del aire quede reducido a  $4 \text{ cm}^3$  y se anota la presión correspondiente que se encuentra igual:

$$75 + 75 = 150 \text{ cm (Figura 9.8c).}$$

Entonces se ve que:

$$8 \times 75 = 6 \times 100 = 4 \times 150 = 600.$$

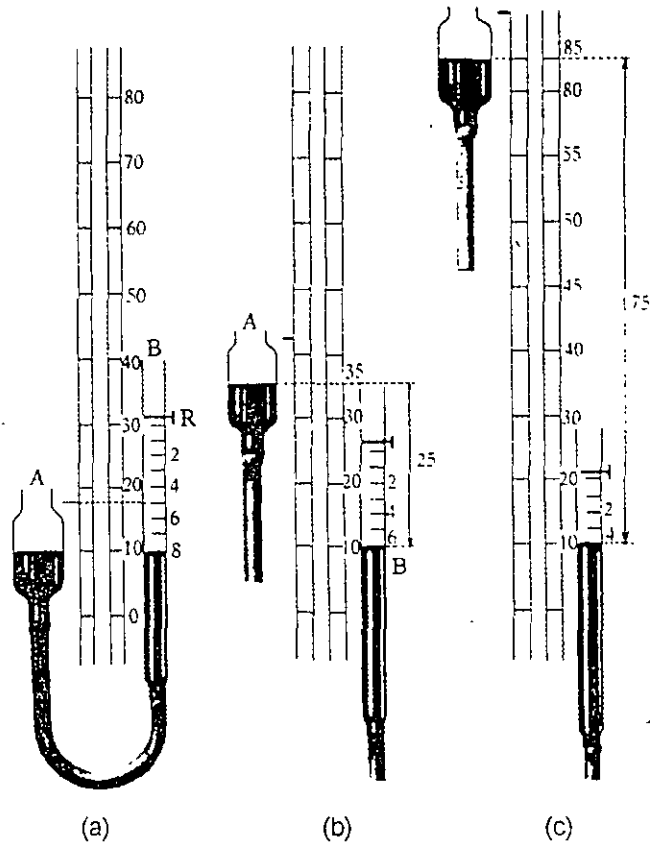


Figura 9.8. Ley de Boyle (determinación experimental).

Se puede, por último, hacer descender A y elevar B y entonces el mercurio vuelve a descender hacia A; se continua así hasta que el volumen de aire haya llegado a 16 cm<sup>3</sup> y entonces se anota la presión correspondiente, que es:

$$75 - 37.5 = 37.5 \text{ cm.}$$

$$\text{Tendremos: } 16 \times 37.5 = 600.$$

Este resultado significa que el volumen  $V$  es inversamente proporcional a la presión  $p$ , y por consiguiente, el producto  $p \times V$  es constante. Robert Boyle en Inglaterra y Edmé Mariotte en Francia determinaron independientemente, pero en la misma época (siglo XVII) esta ley según la cual varía el volumen de una masa gaseosa, cuando su presión aumenta.

La ley conocida como *Ley de Boyle-Mariotte* se puede enunciar de la siguiente forma:

*“Si la temperatura  $T$  de cierta masa gaseosa, se mantiene constante, el volumen  $V$  de dicho gas será inversamente proporcional a la presión  $p$  ejercida sobre él”*, es decir:

$$pV = \text{constante (si } T = \text{constante).}$$

### El diagrama p-V

En la Figura 9.9 se presenta el gráfico  $p$ - $V$  construido con los valores de  $p$  y  $V$ , de acuerdo a los valores obtenidos en la transformación isotérmica del experimento anterior. Puede contemplarse que la curva obtenida muestra la variación inversa del volumen con la presión (mientras  $V$  aumenta,  $p$  disminuye).

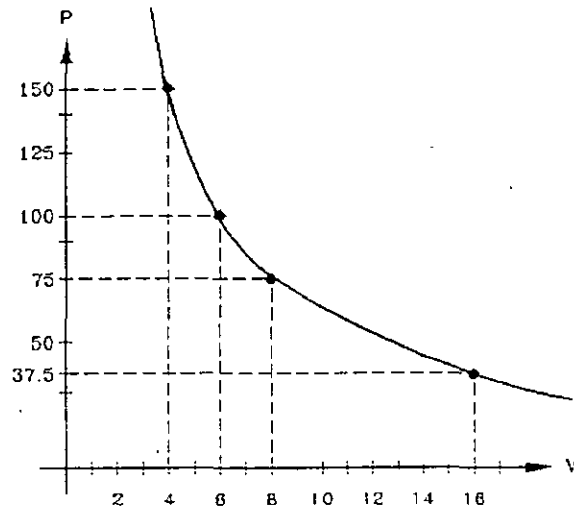


Figura 9.9. Gráfica "presiones-volumenes".

Como en esta transformación,  $p$  y  $V$  están relacionadas por una proporción inversa, se concluye conforme a lo ya visto que la curva presentada es una hipérbola. Como describe una transformación isotérmica, ésta curva también recibe el nombre de *isoterma* del gas.

#### Influencia de la presión sobre la densidad

La densidad de un cuerpo cualquiera está dada por la expresión  $\rho = m/V$ . Para los cuerpos sólidos y líquidos, la variación en la presión ejercida sobre ellos prácticamente no altera su volumen  $V$ , de manera que la presión influye muy poco en la densidad de esos cuerpos.

Esto no sucede con los gases. En una transformación isotérmica, por ejemplo, cuando se aumenta la presión sobre una masa gaseosa, su volumen se reduce considerablemente. Por lo tanto, su densidad también aumenta mucho, mientras que el valor de  $m$  no se altera. En realidad, para un determinado valor de  $m$ , la ley de Boyle-Mariotte permite deducir lo siguiente:

- Al duplicar  $p$ , el volumen  $V$  queda dividido entre 2 y  $\rho$  se duplica;
- Al triplicar  $p$ , el volumen  $V$  queda dividido entre 3 y  $\rho$  se triplica;
- Al cuadruplicar  $p$ , el volumen  $V$  queda dividido entre 4 y  $\rho$  se cuadruplica; etc.

Si comparamos la primera y última columnas de esta tabla concluimos que

$$\rho \approx p$$

es decir, manteniendo constante la temperatura de una masa gaseosa dada, su densidad es directamente proporcional a la presión del gas.

#### Enunciados de la ley de Boyle-Mariotte

De lo visto en los párrafos anteriores podemos concluir que:

**A temperatura constante, el producto del volumen de una masa gaseosa por la presión es constante,** (primer enunciado).

Es decir, que si  $p, p_1, p_2$  son las presiones correspondientes, respectivamente, a los volúmenes  $V, V_1, V_2$ , de una misma masa gaseosa, se tiene:



$$pV = p_1V_1 = p_2V_2 = \text{constante} \quad (9.1)$$

Y si se tiene en cuenta que  $pV = p_1V_1$  se tendrá que:

$$\frac{V}{V_1} = \frac{p_1}{p} \quad (9.2)$$

de donde se deduce el segundo enunciado:

**A temperatura constante, los volúmenes de una misma masa gaseosa son inversamente proporcionales a las presiones que ella soporta.**

Por último, si  $d, d_1, d_2$  son las densidades sucesivas, se tiene:

$$Vd = V_1d_1 = V_2d_2$$

dividiendo miembro a miembro tendremos:

$$\frac{d}{p} = \frac{d_1}{p_1} = \frac{d_2}{p_2} \quad (9.3)$$

de donde se deduce el tercer enunciado:

**A temperatura constante, la densidad absoluta o masa específica de un gas es proporcional a su presión.**

Si se considera que en el fenómeno que sucede dentro del tanque hidroneumático la temperatura del agua permanece constante, entonces se tiene, en este caso particular una transformación isotérmica, por lo cual es aplicable la ley de Boyle-Mariotte. Ahora bien, de los tres enunciados que promueve esta ley, el que será necesario aplicar para entender el funcionamiento del sistema, es el segundo, en el cual conocemos el comportamiento de la presión y del volumen del aire contenido por el sistema.

### Representaciones gráficas

Los enunciados pueden expresarse con gráficas como los mostrados en la Figura 9.10.

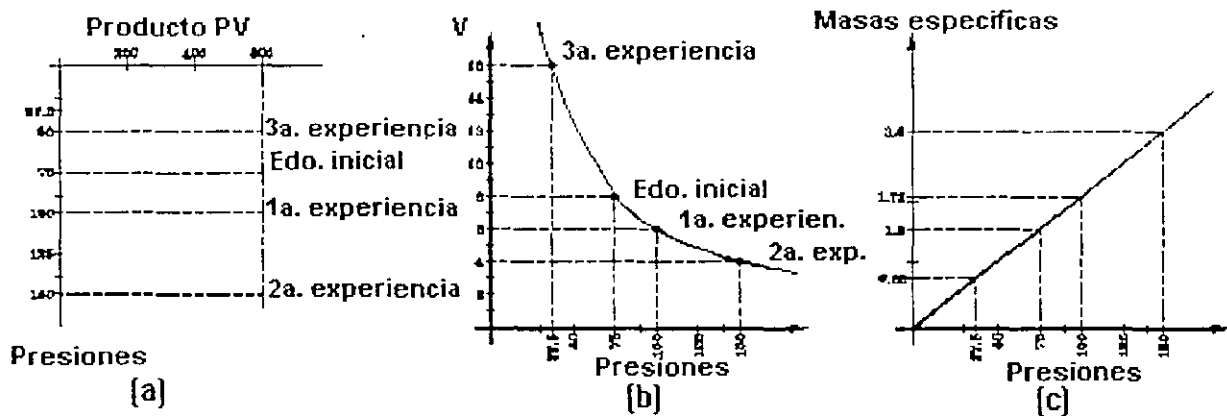


Figura 9.10. Representaciones gráficas de los enunciados de la ley de Boyle-Mariotte.

(Los resultados numéricos corresponden a las experiencias descritas anteriormente).

1.-  $pV = \text{constante}$  (Figura 9.10a) = Recta paralela al eje de abcisas.

2.-  $\frac{V}{V_1} = \frac{p_1}{p}$  (Figura 9.10b) = Hipérbola equilátera.

3.-  $\frac{d}{p_1} = \frac{d_1}{p^1} = \frac{d_2}{p^2}$  (Figura 9.10c) = Recta que pasa por el origen (punto de cruzamiento de los ejes).

### Crítica de la ley de Boyle-Mariotte

Diversos experimentadores (Desprez, Regnault, Cailletet, Amagat, etc.) han estudiado la Ley de Boyle-Mariotte para fuertes presiones y han llegado a la conclusión de que dicha ley no es sino una ley aproximada, una ley límite, a la que los distintos gases se aproximan más o menos según las presiones iniciales y según su temperatura. Pero para todos los gases alejados de su punto de licuefacción (particularmente el aire y los gases antes llamados permanentes) las diferencias son tan débiles, bajo variaciones poco sensibles de presión y a la temperatura ordinaria, que puede hacerse caso omiso de ellas; puede, pues, aplicarse en la práctica la ley de Boyle-Mariotte en la mayor parte de cálculos de compresibilidad como los que se hacen en el diseño de tanques hidroneumáticos.

Un gas que obedeciera a la ley de Boyle-Mariotte sería un *gas perfecto*. El hidrógeno es el más perfecto de todos los gases.

Si se indican en las abcisas las presiones y en las ordenadas el producto  $pV$ , un gas que obedeciera rigurosamente a la ley de Boyle-Mariotte (*gas perfecto*) estaría representado o caracterizado por una paralela al eje de las  $c$ .

La Figura 9.11 muestra que el hidrógeno se comprime menos de lo que indica la ley de Boyle-Mariotte; los otros se comprimen más al principio y luego menos a medida que aumenta la presión.

Este tipo de críticas, nos permiten meditar en el comportamiento que tendrá el aire dentro del tanque hidroneumático. Sin embargo, como ya se mencionó, se pueden despreciar estas aseveraciones y aceptar que la ley de Boyle-Mariotte tendrá un funcionamiento prácticamente idéntico al que se hace mención en el segundo enunciado que cita esta ley, por lo que en adelante, se aceptará esta consideración.

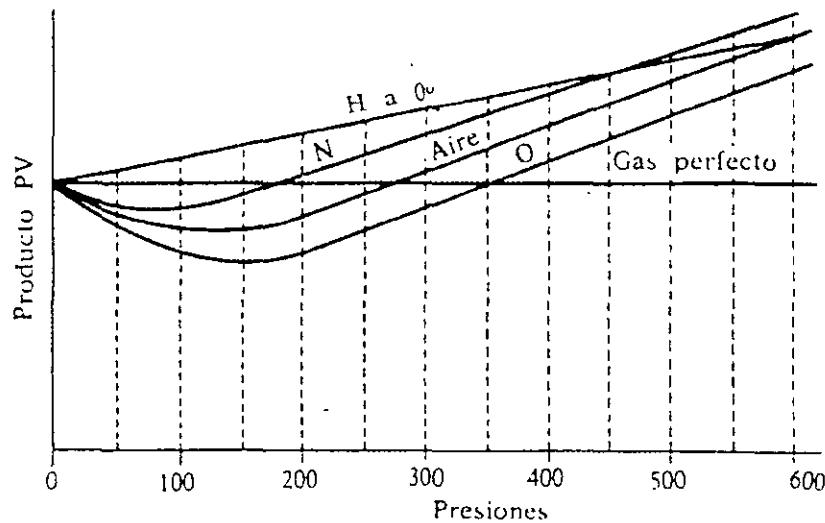


Figura 9.11. Compresión del hidrógeno.

**b) Ley de Charles o Gay Lussac**

Charles en 1787 observó que el hidrógeno, aire, dióxido de carbono y oxígeno se expandían en igual proporción al calentarlos desde 0° a 80°C, manteniendo la presión constante. Sin embargo, fue Gay-Lussac el primero que, en 1802, encontró que todos los gases aumentaban igual volumen por cada grado de elevación de temperatura, y que el incremento era aproximadamente 1/273 el volumen del gas a 0°C, o con mayor precisión, 1/273.15. Si designamos por  $V_0$  el volumen del gas a 0°C y por  $V$  su volumen a  $t^\circ$  C, entonces podremos escribir de acuerdo con Gay-Lussac:

$$\begin{aligned} V &= V_0 + \frac{t}{273.15}V_0 \\ &= V_0 \left( 1 + \frac{t}{273.15} \right) \\ &= V_0 \left( \frac{273.15 + t}{273.15} \right) \end{aligned}$$

Ahora podemos definir una nueva escala de temperatura tal que para una  $t$  dada corresponda otra establecida por la relación  $T = 273.15 + t$ , y 0°C por  $T_0 = 273.15$ , con lo cual la ecuación última toma una forma más simple

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0}$$

Esta nueva escala de temperatura, de Kelvin o absoluta, es de importancia fundamental en toda la ciencia.

De forma más simple podemos mencionar que la LEY DE CHARLES dice así: *si el volumen de un gas permanece constante, la presión ejercida por el gas es directamente proporcional a la temperatura absoluta.*

Esta ley se puede expresar también mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Presión inicial}}{\text{Temperatura absoluta inicial}} = \frac{\text{Presión final}}{\text{Temperatura absoluta final}}$$

$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{P}{T}$$

De igual manera la LEY DE GAY-LUSSAC menciona: *si la presión de un gas permanece constante, su volumen es directamente proporcional a la temperatura absoluta.*

La ley anterior, se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Volumen inicial}}{\text{Temperatura absoluta inicial}} = \frac{\text{Volumen final}}{\text{Temperatura absoluta final}}$$

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$$

**c) Ley de Dalton de las presiones parciales**

Se ha visto que un gas tiende a ocupar todo el espacio del que dispone. Esta tendencia se manifiesta aún cuando el espacio esté al mismo tiempo ocupado por otro gas. Cuando esto sucede, los diferentes gases se interfunden o mezclan rápidamente. LA LEY DE DALTON enuncia que: *En una mezcla de varios gases sin*

acción química entre sí, cada gas ocupa el volumen total como si estuviera solo, y la presión total es igual a la suma de las presiones que ejercería cada gas si ocupase él solo el volumen. En otras palabras:

$$P_{total} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

y

$$pV = p_1V_1 + p_2V_2 + p_3V_3 + \dots$$

donde  $V_1$ ,  $V_2$  y  $V_3$  son los volúmenes de los gases mezclados,  $p_1$ ,  $p_2$  y  $p_3$  las presiones respectivas (o presiones parciales),  $V$  la capacidad total del recipiente que contiene la mezcla y  $p$  la presión de esta mezcla.

La presión parcial de cada constituyente puede concebirse como la presión que ejercería si estuviera aislado en el mismo volumen y a igual temperatura que en la mezcla. En función de las presiones parciales la ley de Dalton puede establecerse de nuevo así: *La presión total de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de los componentes individuales de la mezcla.*

#### d) Ley de la difusión de Graham

Gases distintos se difunden por un tubo o un escape de un recipiente que posee una abertura fina con velocidades diferentes que dependen de las densidades o pesos moleculares que poseen. La ley que gobierna tales difusiones fue enunciada por Graham en 1829 por primera vez y lleva su nombre. Esta ley dice: *que a temperatura y presión constantes las velocidades de difusión de diferentes gases varían inversamente con la raíz cuadrada de sus densidades o pesos moleculares.*

De manera que si designamos por  $u_1$  y  $u_2$  a las velocidades de difusión de los dos gases, y por  $\rho_1$  y  $\rho_2$  a sus densidades respectivas, obtendremos:

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{\sqrt{\rho_2}}{\sqrt{\rho_1}}$$

De nuevo como a la misma presión y temperatura ambos poseen igual volumen molar, resultará:

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{\sqrt{\rho_2 V_m}}{\sqrt{\rho_1 V_m}} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}}$$

donde  $M_1$  y  $M_2$  son los pesos moleculares de los gases.

---

## CAPITULO 10

### TECNOLOGIA DISPONIBLE EN EL MERCADO

Aunque no son muy recientes, la literatura relativa al tema de los sistemas de presión hidroneumáticos, no es abundante, y en muchos casos, la información obtenida no tiene la actualidad como para ser aplicada en el diseño; más difícil aún, es conocer cuáles son las tecnologías disponibles y más modernas que se han aplicado últimamente a estos sistemas.

Los objetivos de este capítulo, son: presentar las opciones de sistemas de presión hidroneumáticos disponibles en el mercado nacional; hacer una comparación de las tecnologías que diversos fabricantes ofrecen en sus modelos más recientes y comparar las ventajas y desventajas que éstos presentan con respecto a los sistemas de bombeo convencionales; indicar las modalidades con las cuales es sencillo escoger un sistema de presión hidroneumático, sobre todo para usos residenciales y en aquellos que no requieren de una elevada carga de presión por tener un reducido número de muebles y aparatos sanitarios (como escuelas, condominios pequeños, oficinas, etc.); presentar los diversos tipos y formas que actualmente tienen los sistemas hidroneumáticos, cotejar sus capacidades y niveles de operación, y obtener las formas de operación, control y mantenimiento que estos sistemas requieren, para poder dar un funcionamiento óptimo.

#### 10.1. Sistemas hidroneumáticos convencionales

Los sistemas hidroneumáticos convencionales, son sistemas de presión constante, utilizables en el hogar, industria, comercio, etc. En forma elemental podemos dividirlos en dos tipos: los que utilizan tanques horizontales y los que utilizan tanques verticales. La diferencia más marcada entre estos dos, es la capacidad de agua que pueden admitir cada uno de ellos, ya que los tanques horizontales, tienen capacidades de agua mucho mayores que las de los tanques verticales.

Los sistemas de presión hidroneumáticos convencionales, constan de un depósito regulador (cisterna) de donde la bomba toma el agua para la impulsión. También constan del cuadro eléctrico, de las electrobombas y de un depósito de presión de pequeña capacidad.

La razón de todos estos elementos se fundamenta en que no es conveniente que el agua se tome directamente de la acometida mediante una bomba, por si existen cortes de agua o impulsiones que puedan provocar una depresión. Para ello se coloca el depósito regulador de toma (cisterna) que debe tener unos volúmenes máximos y mínimos que detecta la bomba y la entrada del agua desde el distribuidor. Las bombas, en el caso de que se instalen más de una, pueden ser de diferentes tipos:

Volumétricas: a) Alternativas, b) Rotativas

ó

Centrífugas: a) Monocelular, b) Multicelular

Su elección se realiza mediante el estudio de las curvas características de gasto de impulsión y de la altura manométrica.

En edificios plurifamiliares o de relativa importancia, es indispensable la instalación de varias bombas que vayan alternando su funcionamiento, así como tener preparada una reserva para caso de avería;

---

## CAPITULO 10

# TECNOLOGIA DISPONIBLE EN EL MERCADO

Aunque no son muy recientes, la literatura relativa al tema de los sistemas de presión hidroneumáticos, no es abundante, y en muchos casos, la información obtenida no tiene la actualidad como para ser aplicada en el diseño; más difícil aún, es conocer cuáles son las tecnologías disponibles y más modernas que se han aplicado últimamente a estos sistemas.

Los objetivos de este capítulo, son: presentar las opciones de sistemas de presión hidroneumáticos disponibles en el mercado nacional; hacer una comparación de las tecnologías que diversos fabricantes ofrecen en sus modelos más recientes y comparar las ventajas y desventajas que éstos presentan con respecto a los sistemas de bombeo convencionales; indicar las modalidades con las cuales es sencillo escoger un sistema de presión hidroneumático, sobre todo para usos residenciales y en aquellos que no requieren de una elevada carga de presión por tener un reducido número de muebles y aparatos sanitarios (como escuelas, condominios pequeños, oficinas, etc.); presentar los diversos tipos y formas que actualmente tienen los sistemas hidroneumáticos, cotejar sus capacidades y niveles de operación, y obtener las formas de operación, control y mantenimiento que estos sistemas requieren, para poder dar un funcionamiento óptimo.

### 10.1. Sistemas hidroneumáticos convencionales

Los sistemas hidroneumáticos convencionales, son sistemas de presión constante, utilizables en el hogar, industria, comercio, etc. En forma elemental podemos dividirlos en dos tipos: los que utilizan tanques horizontales y los que utilizan tanques verticales. La diferencia más marcada entre estos dos, es la capacidad de agua que pueden admitir cada uno de ellos, ya que los tanques horizontales, tienen capacidades de agua mucho mayores que las de los tanques verticales.

Los sistemas de presión hidroneumáticos convencionales, constan de un depósito regulador (cisterna) de donde la bomba toma el agua para la impulsión. También constan del cuadro eléctrico, de las electrobombas y de un depósito de presión de pequeña capacidad.

La razón de todos estos elementos se fundamenta en que no es conveniente que el agua se tome directamente de la acometida mediante una bomba, por si existen cortes de agua o impulsiones que puedan provocar una depresión. Para ello se coloca el depósito regulador de toma (cisterna) que debe tener unos volúmenes máximos y mínimos que detecta la bomba y la entrada del agua desde el distribuidor. Las bombas, en el caso de que se instalen más de una, pueden ser de diferentes tipos:

Volumétricas:    a) Alternativas,    b) Rotativas

ó

Centrífugas:    a) Monocelular,    b) Multicelular

Su elección se realiza mediante el estudio de las curvas características de gasto de impulsión y de la altura manométrica.

En edificios plurifamiliares o de relativa importancia, es indispensable la instalación de varias bombas que vayan alternando su funcionamiento, así como tener preparada una reserva para caso de avería;

estas se conectan con el grupo hidroneumático a presión. A este tipo de sistemas se les denomina de "bombeo programado".

El tanque de presión es un elemento que regula al consumo de agua ya que la almacena en su interior, de esta forma se consigue que la bomba no precise ponerse en marcha cada vez que se requiera algo de gasto en una llave.

En la Figura 10.1 se muestra un esquema de los sistemas convencionales de tanques hidroneumáticos.

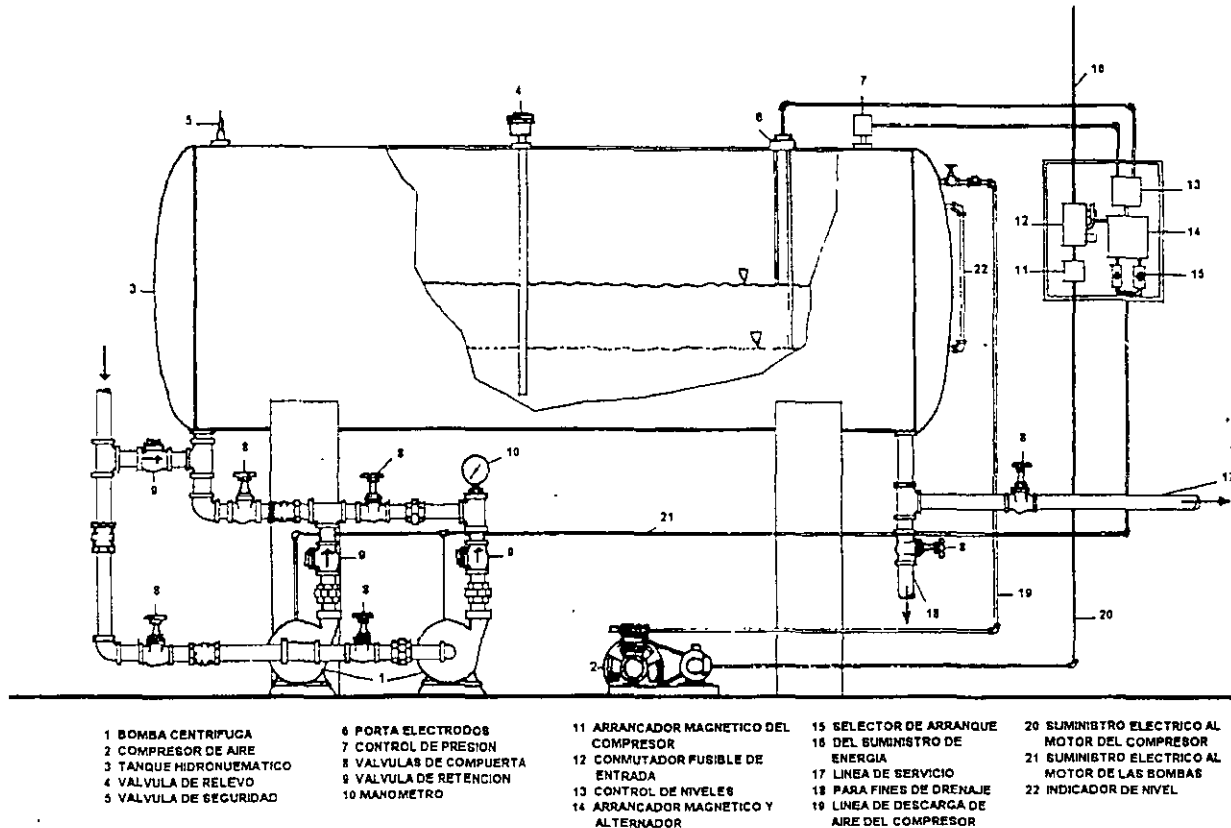


Figura 10.1. Sistema hidroneumático convencional con tanque horizontal.

Como ejemplo de equipo hidroneumático convencional, a continuación se describen las características de uno de ellos, tomadas del catálogo de la empresa "CINE, S.A.".

- Elimina las variaciones de presión en la línea de servicio.
- Es un equipo totalmente automático.
- Da respuesta inmediata a la demanda.
- Cuenta con un Alternador-Simultaneador para uniformizar el uso de las bombas y satisfacer la demanda máxima.
- Tiene protección completa del equipo contra bajo nivel en cisterna, corto circuito y sobrecarga.
- Da un menor número de arranques y por lo tanto un menor consumo de energía.

- El nivel de Aire-Agua es constante en el tanque.

Los sistemas hidroneumáticos de la compañía CINE, tienen un tablero de control, con las siguientes características:

- Gabinete metálico con puerta y chapa, protegido para exteriores.
- Los controles son totalmente alambrados en planta y fáciles de identificar.
- Sus relevadores y partes son fáciles de sustituir en caso de descompostura (100% nacionales).
- Tienen un selector de operación manual fuera-automático.
- El transformador de control cuenta con fusibles.
- Cuentan con luz piloto para cada motor.
- Cuentan con equipo de medición (opcional), y alarma de fase (opcional).

Por su parte los tanques hidroneumáticos de la Marca Barnes contienen una Bomba Tipo Inyector de 2 tubos paralelos. Esta bomba pertenece a la serie "U" de la "Universal Pumps" para 1/3 ó 1/2 H.P. y 68.5 ó 160 litros de capacidad en el tanque.

La Marca Barnes tiene las siguientes especificaciones para las Bombas Tipo Inyector de 2 tubos paralelos:

Bomba: impelente cerrado de bronce, con sello de hule neopreno en forma de "U" que evita la recirculación. Está acoplada directamente al motor (sin cople rígido).

Inyector: de bronce; válvula de pie también de bronce.

Motor: tipo capacitor marca "G.E." de 50 ciclos (2500 R.P.M.) ó 60 ciclos (3450 R.P.M.) monofásico, con dos baleros. Flecha de acero inoxidable. Los motores de 1/3 H.P. y 1/2 H.P. son para 115 volts, de 3/4 H.P. y 1 H.P. para 115/230 volts (voltaje dual).

En el Cuadro 10.1 se presentan los modelos de bombas de la Marca Barnes para pozo somero ó cisternas hasta 6 metros usando sólo tubo de succión.

Cuadro 10.1 Bombas Barnes para pozos someros o cisternas.

Modelo 100B de 1 HP, 50 ciclos (sin inyector)			
Succión desde la bomba al nivel del agua	Presión de descarga		
	10 metros	15 metros	17,5 metros
Capacidad en litros/hora			
2.1 metros	7000	5200	3500
3.2 metros	4800	4500	3200
4.3 metros	3800	3800	2860
Modelo 100A de 1 HP, 60 ciclos (sin inyector)			
	14 metros	21 metros	25 metros
3.0 metros	8300	6200	4150
4.6 metros	5700	5300	3785
6.1 metros	4550	4550	3400

En el Cuadro 10.2 se presentan los pesos de los sistemas de tanque hidroneumático.



Cuadro 10.2. Pesos de los sistemas hidroneumáticos marca "Barnes".

	Peso neto en kgs	Peso bruto en kgs
* Sin tanque:	25	30
* Con tanque:	46	61
	81	103
	81	103
	104	115

La bomba y el compresor de estos sistemas se controlan automáticamente por medio de control eléctrico, el cual provee aire al tanque a medida que lo necesite y en igual forma el agua por medio de la bomba.

En el Cuadro 10.3 se presentan las dimensiones de los tanques de presión hidroneumáticos estándar de la Marca "Universal".

Cuadro 10.3. Dimensiones de los tanques hidroneumáticos "Universal".

Dimensiones: diámetro por altura (m)	Capacidad (m)	Peso (kgs)
0.304 x 0.914	68	22
0.406 x 1.220	159	36
0.508 x 1.524	310	63
0.609 x 1.524	454	98
0.762 x 1.830	833	179
0.914 x 1.830	1192	229
0.914 x 3.050	1987	305

Las principales características de estos tanques son las siguientes:

- Se pueden utilizar para una presión máxima de trabajo de  $5.25 \text{ kg/cm}^2$  (75 lbs/pulg<sup>2</sup>).
- Están probados hidrostáticamente a  $10.5 \text{ kg/cm}^2$  (150 lbs/pulg<sup>2</sup>).
- Cada tanque vertical tiene una abertura para supercargador de 38 mm de diámetro (1 1/4").
- Si la presión estática de la bomba excede de  $5.25 \text{ kg/cm}^2$ , ó si usa compresor para la alimentación de aire, se requiere el empleo de una válvula de alivio, modelo No. 39.
- Pueden ser de acero galvanizado o negro.

La compañía "Jacuzzi" tiene a disposición, el "Cargador Automático Jet" modelo 225A, el cual sirve para mantener el aire dentro de los tanque de presión hidroneumático.

El "Cargador Jet" está diseñado especialmente para mantener la relación correcta de aire y agua dentro del tanque de presión. Cuando el nivel de agua en el tanque de presión está por encima de la entrada del Cargador Jet, éste funcionará en conjunto con la bomba para rellenar nuevamente el colchón de aire. Cuando la bomba arranca, se crea un área de presión baja en la succión de la bomba por medio del impulsor rotatorio. La presión en el tanque excede ahora a las fuerzas de succión de la bomba, para fluir a través del cargador venturi. Resulta entonces un vacío parcial, el aire es atraído al interior a través de la válvula de entrada y dentro del cuerpo del cargador. Un deflector hace que el agua fluya hacia abajo de la paredes del cargador, separando al agua del aire.

Mientras el aire se acumula dentro del cargador, el nivel de agua baja hasta que la válvula de flotación cierra, de esta manera se hace que el flujo de agua se detenga entre el tanque y la bomba antes de que el aire pueda ser atraído dentro de la entrada de la succión de la bomba.

Con la válvula flotadora cerrada, el aire en el Cargador Jet es comprimido a la misma presión del tanque de presión y permanece así hasta que la bomba se detiene. Cuando esto sucede, la presión en la entrada de la succión de la bomba llega a ser igual a la de la presión del tanque, la válvula flotadora se levanta y el agua fluye desde el tanque a la bomba, y termina dentro del Cargador Jet. El aire acumulado en el cargador es entonces así forzado hacia fuera y dentro del tanque de presión.

Con cada ciclo de bombeo, esta acción es repetida hasta que la presión suficiente es transferida dentro del tanque para permitir al nivel del agua en el tanque estar ligeramente abajo de la entrada del Cargador Jet en su presión de encendido. El Cargador Jet automáticamente empieza nuevamente a administrar aire cuando el nivel del agua del tanque se eleva por encima de la entrada del Cargador Jet.

En el Cuadro 10.4 se presenta una tabla que se utiliza para seleccionar el supercargador de aire "Jacuzzi" de las series 225.

Cuadro 10.4. Supercargadores de aire Jacuzzi series 225.

Interruptor de presión adaptado a los siguientes límites (en kg)	Capacidad del tanque, en litros.									
	160	310	455	545	680	830	1190	2000	3800	5700
	Modelo para el Super-Cargador									
1.40 - 2.80 (20-40)	225 A			225 B				225 C		
2.10 - 3.50 (30-50)	225 A		225 B					225 C		*
2.80 - 4.20 (40-60)	225 A	225 B				225 C	DOS - 225 C		*	
3.50 - 5.00 (50-70)	225 A	225 B			225 C		DOS - 225 C		*	

Los supercargadores y los tanques hidroneumáticos estándar, se diseñan para una presión máxima de trabajo de  $5.30 \text{ kg/cm}^2$  (75 lbs). Se recomienda una válvula de alivio de tamaño correcto en ó cerca del tanque, en caso de que la bomba sea capaz de desarrollar una presión estática mayor que  $5.30 \text{ kg/cm}^2$ .

En la Figura 10.2 se muestra un tipo de sistema hidroneumático que utiliza supercargadores.

## 10.2. Operación de los sistemas convencionales

Las dos actividades más importantes en la operación de los sistemas convencionales de tanques hidroneumáticos son: la puesta en servicio y el paro del sistema.

La entrada en funcionamiento y paro de la bomba se efectúan mediante un *preostato* de alta y baja, regulado en el punto más alto.

La presión de paro de la bomba es la presión máxima a que está sometido el tanque, y por consiguiente su máximo volumen, al mismo tiempo que el máximo volumen del líquido almacenado dispuesto para resistir.

La bomba no entra en funcionamiento hasta que vuelve a recibir la orden del *preostato* de baja, que será indudablemente, cuando el tanque haya restituido el líquido almacenado, estando él mismo con la mínima presión.

Los tanques cuentan con un compresor o inyector de aire (supercargador) y suelen tener manómetros y válvulas de seguridad para más de 100 litros.

Para poner en servicio un sistema hidroneumático de gran capacidad (hoteles, oficinas, plantas de tratamiento de aguas, etc.), deben seguirse los pasos siguientes para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro:

- Poner en funcionamiento el compresor, accionando su interruptor a posición de *arranque* para dar presión "con aire" al tanque.

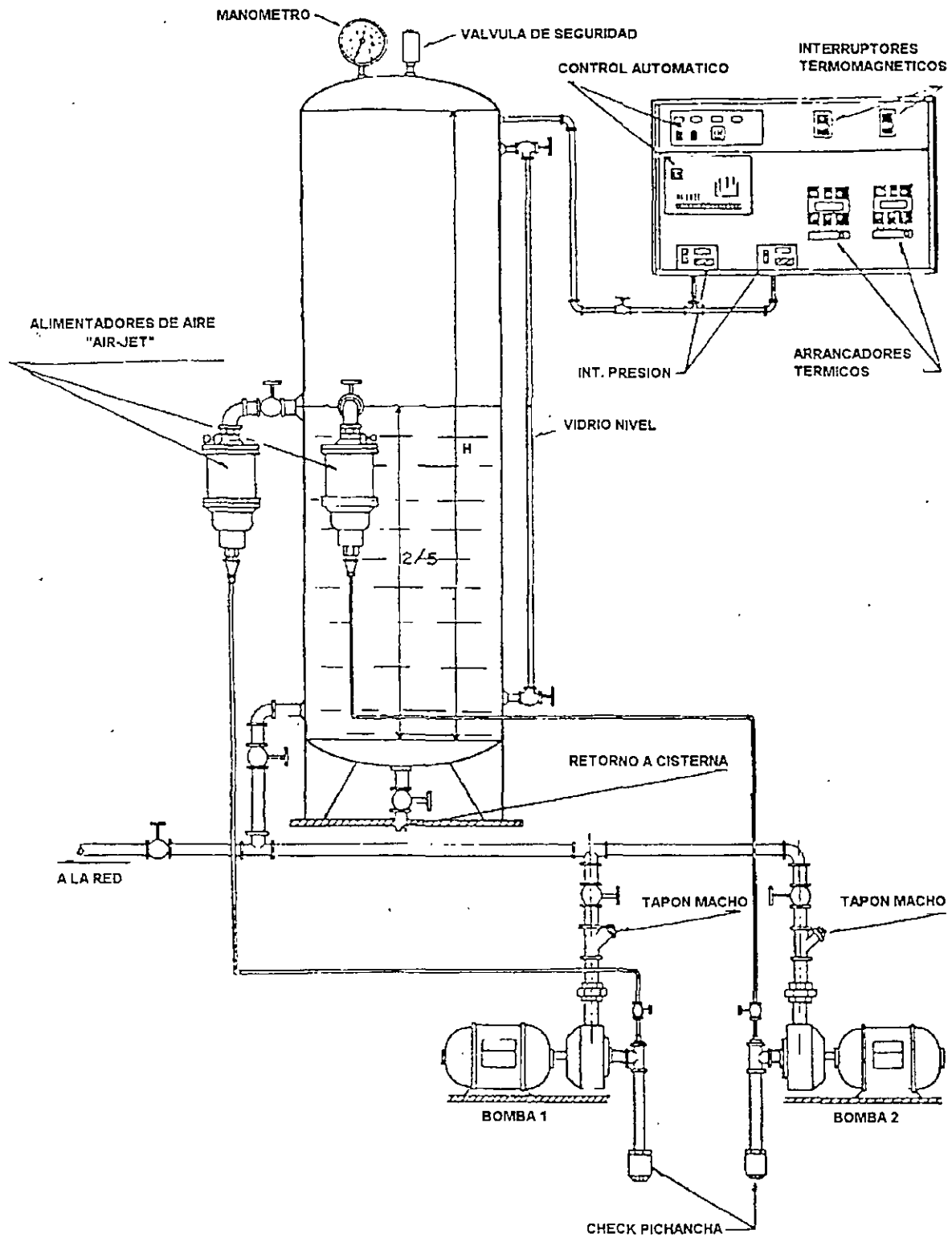


Figura 10.2. Sistema hidroneumático con supercargadores.

be mencionar que en la actualidad el supercargador está entrando es desuso.

- Conectar las bombas accionando su interruptor a posición de *arranque* para impulsar el agua al tanque y llenarlo hasta una medida de 3/4 de su contenido (esta medida es variable).
- Abrir las válvulas de entrada de agua y aire al tanque, girando los volantes de la misma en el sentido indicado para que entre la presión de aire y el agua.
- Abrir la válvula de suministro de agua a la instalación de la edificación, girando el volante en el sentido indicado, para que salga la presión de aire y cantidad de agua necesarias.
- Observar en el indicador de nivel del hidroneumático, la cantidad de agua y de aire que contiene; para esto, es necesario leer en el manómetro la presión, la cual está expresada (en la mayoría de los casos) en lb/in<sup>2</sup>.
- Cuando el manómetro señale baja presión, (es decir menos de 1/4 de lo normal), deben encenderse los compresores de aire, accionando su interruptor a posición de *arranque* para restituir esta presión.
- Cuando el aire sobrepasa la presión, se debe accionar la válvula de salida que se encuentra en la parte superior del tanque del hidroneumático, girando el volante de la válvula en el sentido indicado
- Encender las bombas que impulsan el agua para completar el nivel del tanque que es 3/4 de su capacidad.

Para poner fuera de servicio un sistema de tanque hidroneumático de manera satisfactoria, será necesario seguir las siguientes indicaciones:

- Desconectar el compresor accionando su interruptor a posición de *paro* para que no entre el aire en el tanque de presión.
- Accionar el interruptor de las bombas a posición de *paro*, para detener su funcionamiento.
- Cerrar las válvulas de entrada de aire y de agua al tanque accionando los volantes de las mismas en el sentido indicado en ellas.
- Cerrar la válvula de salida de agua al sistema, accionando el volante de la válvula en el sentido indicado.

### 10.3. Sistemas hidroneumáticos con tanque de membrana

Los sistemas hidroneumáticos que cuentan con tanque de membrana, son aquellos en los cuales la entrada en funcionamiento y parada de la bomba, se efectúa mediante un *preostato* de alta y baja, regulado en el punto más alto.

La presión de parada de la bomba es la presión máxima a que está sometido el tanque, y consiguientemente el máximo volumen del líquido almacenado dispuesto para resistir.

La bomba no entra en funcionamiento hasta que vuelve a recibir la orden del *preostato* de baja, que será, indudablemente cuando el tanque haya restituido el líquido almacenado, estando el mismo con la mínima presión.

Los tanques vienen en la mayoría de los casos cargados de gas, que puede ser nitrógeno u oxígeno (aire comprimido) y para el llenado y vaciado, llevan una válvula debidamente protegida.

Las etapas básicas del funcionamiento de los tanques de membrana (las cuales se ilustran en la Figura 10.3), son las siguientes:

1. Cuando se supera la presión mínima, el agua entra al tanque.

2. La membrana sube mientras aumenta la presión del gas.
3. Al llegar la presión al máximo valor, se detiene la entrada del agua y ésta queda almacenada con la presión suficiente.
4. La presión del gas fuerza al agua a salir del tanque al momento de una demanda.

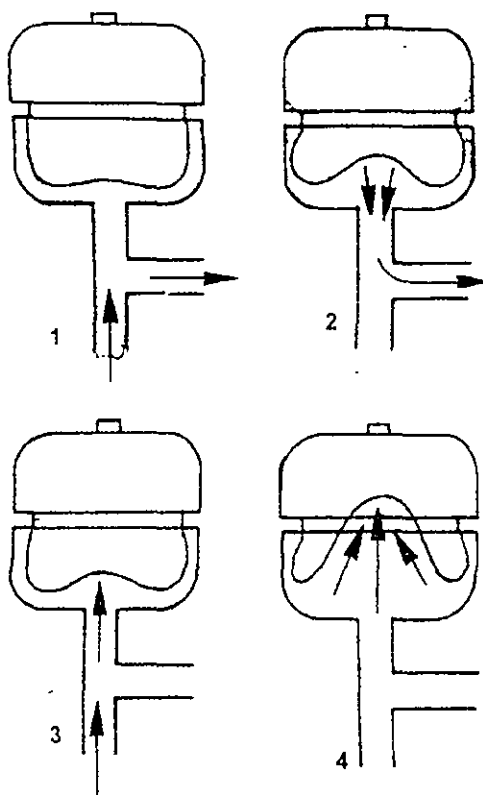


Figura 10.3. Etapas del funcionamiento de los tanques de membrana.

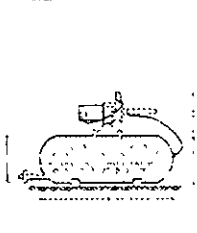
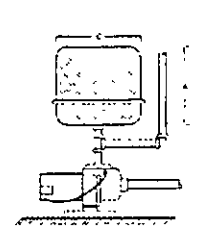
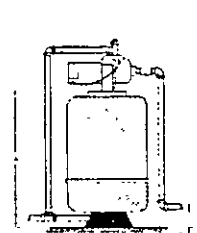
#### Equipos hidroneumáticos para uso residencial

La compañía Impel-Myers manufactura los equipos que se muestran en el Cuadro 10.5.

La principal característica de los tanques mostrados en el Cuadro 10.5, es la incorporación de una nueva tecnología, que consiste en un diafragma dentro del tanque, por lo que a este modelo, se le ha llamado "Tanque de Diafragma", el cual tiene entre sus principales características las siguientes:

- Un tanque de acero extra-ligero con recubrimiento epóxico para alta resistencia a la corrosión.
- Una válvula reemplazable de carga de aire que es colocada convenientemente y además es flexible para proporcionar una operación fácil y segura.
- Un Diafragma de Butyl, flexible y resistente, para asegurar la operación del tanque en todo el rango de presión.
- Un sello del Diafragma, con un retén de fijación en forma de argolla para asegurar una separación total entre el agua y el aire.

Cuadro 10.5. Paquetes de tanques hidroneumáticos Impel-Myers.

			
PAQUETE No.	1	2	3
MODELO	HR50S-H30G	HR50S-MIL5	HR75S-MPD36
PRESION DE ARRANQUE	1.4 kg/cm <sup>2</sup> (20 PSI)		*
PRESION DE PARO	2.8 kg/cm <sup>2</sup> (40 PSI)		*
GASTO (con 1 50 m de succión)	1.4 kg/cm <sup>2</sup> 2.1 kg/cm <sup>2</sup> 2.8 kg/cm <sup>2</sup> 4.2 kg/cm <sup>2</sup>	55 lpm 55 lpm 37 lpm -----	88 lpm 88 lpm 73 lpm 47 lpm
MODELO DE BOMBA	HR50S	HR50S	HR75S
POTENCIA	0.5 HP	0.5 HP	0.75 HP
VOLTAJE	127 volts		
VELOCIDAD	3450 rpm		
DIAMETRO SUCCION	32 mm (1 1/4") NPT		
DIAMETRO DESCARGA	19 mm (3/4") NPT	19 mm (3/4") NPT	25 mm (1") NPT
TIPO DE MOTOR	ABIERTO APG		
MODELO TANQUE	H30G	MIL-5	MPD-36
TIPO DE EQUIPO	C/INYECTOR DE AIRE	DIAFRAGMA	DIAFRAGMA
CAPACIDAD TOTAL	110 lts	17 lts.	135 lts.
DESPLAZAMIENTO DE AGUA ENTRE PARO Y ARRANQUE (1.4 A 2.3 kg/cm <sup>2</sup> )	Aprox. 38 lts	5.7 lts.	50.5 lts.
DIMENSIONES (cm)	A B C D	92.3 ----- 40.6 76.0	37.3 ----- 28.8 67.0
PESO (Aproximado)	40 kg	24 kg	46 kg
MATERIALES CONSTRUCCION BOMBA	Fierro Gris		
CUERPO	Lexan		
IMPULSOR	Lexan		
SELLO MECANICO	Carbón/Cerámica		
MATERIAL TANQUE	Acero Galvanizado	Acero con camisa plástica vulcanizada en la zona hidráulica	
INTERRUPTOR DE PRESION	Incluido		

\* Este equipo puede ser ajustado a 2.1 - 4.2 kg/cm<sup>2</sup> (30-50 PSI)  
Cortesía de Impel-Myers U.S.A.

- Un recubrimiento de plástico interior vulcanizado en la zona hidráulica, para brindar una protección efectiva contra la oxidación.

- Una base hecha de material de alto impacto, diseñada para dar fuerza y estabilidad. Esta puede girar para dar una alineación fácil con la tubería de conexión.

Todos los tanques pueden usarse hasta 80°C. La presión máxima de trabajo no debe exceder los 7 kg/cm<sup>2</sup> (100 psi) y debe instalarse una válvula de alivio calibrada a 6 kg/cm<sup>2</sup> (80 psi).

**Tamaño apropiado del tanque de presión**

Para determinar el tamaño apropiado de un tanque de diafragma presurizado, puede usarse la siguiente fórmula:

$$\frac{Q \times \text{Tiempo mínimo de carrera}}{\text{Multiplicador de la diferencia de niveles}} = \text{Tamaño del tanque de diafragma}$$

donde:

- Q es el gasto en l/s de una bomba.

- TIEMPO MINIMO DE CARRERA es el lapso que se requiere para que la bomba opere mientras se rellena el tanque de presión. IMPEL-MYERS recomienda al menos 1 minuto (60 segundos) de tiempo mínimo de carrera.

- MULTIPLICADOR DE LA DIFERENCIA DE NIVELES es un número obtenido del CUADRO DE VOLUMEN DEL MULTIPLICADOR DE LA DIFERENCIA DE NIVELES (Cuadro 10.6) comparando el encendido del tanque de presión y el corte de presión.

Por ejemplo si el sistema enciende la bomba cuando la presión del tanque indica 1.4 kg/cm<sup>2</sup> y se cierra cuando ésta alcanza 2.8 kg/cm<sup>2</sup>, entonces el MULTIPLICADOR DE LA DIFERENCIA DE NIVELES es 0.35 (Cuadro 10.6).

Para seleccionar un tanque para una bomba de 0.7 l/s con 1 minuto (60 segundos) de tiempo mínimo de carrera y un rango de presión de 1.4-2.8 kg/cm<sup>2</sup>, la fórmula quedaría como sigue:

$$\frac{0.7 \text{ l/s} \times 1 \text{ minuto (60 seg) de tiempo mínimo de carrera}}{0.35 \text{ diferencia de niveles}} = 120 \text{ litros. Tamaño del tanque de diafragma}$$

Usando el Cuadro 10.7 puede seleccionarse el tanque que es más cercano en tamaño (normalmente se usa el tamaño siguiente más grande). Para este ejemplo el MPD36, un tanque de 136 litros con una diferencia de niveles de 50.5 litros, sería la selección correcta. La diferencia de niveles de 50.5 litros, significa que cuando el tanque está lleno, se tiene esa cantidad de agua disponible antes de que la presión del tanque indique 1.4 kg/cm<sup>2</sup> y enciende la bomba para rellenar el tanque.

Cuadro 10.6. Volumen del multiplicador de la diferencia de niveles (aproximada)

PRESION DEL TANQUE AL PARO DE LA BOMBA kg/cm <sup>2</sup> (KPa)	PRESION DEL TANQUE AL ARRANQUE PSI (KPa)					
	0.70 (69)	1.41 (138)	2.11 (207)	2.81 (276)	3.51 (345)	4.22 (414)
1.4 (138)	0.26					
2.1(207)	0.41	0.20				
2.8 (276)	0.51	0.35	0.17			
3.5 (345)	0.57	0.42	0.29	0.14		
4.2 (414)	0.61	0.49	0.37	0.25	0.12	
4.9 (483)	0.65	0.54	0.43	0.32	0.22	0.10
5.6 (552)	0.68	0.58	0.52	0.39	0.29	0.19
6.3 (612)	0.70	0.61	0.56	0.44	0.35	0.26

Cuadro 10.7. Diferencia de niveles, dimensiones y pesos.

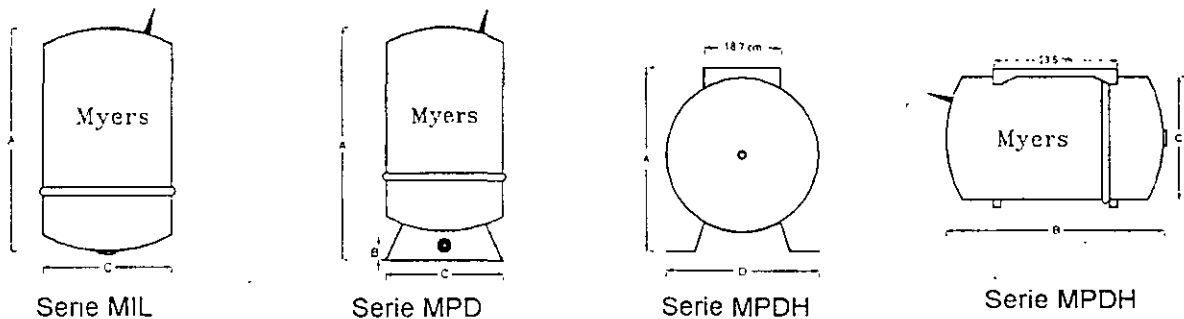
MODELO NO.	VOLUMEN (en litros)	DIFERENCIA DE NIVELES (en litros)			PRECARGA PRESURIZADA kg/cm <sup>2</sup>	DIMENSIONES (en cm)			PESO (kg)
		1.41-2.81 kg/cm <sup>2</sup>	2.11-3.52 kg/cm <sup>2</sup>	2.81-4.22 kg/cm <sup>2</sup>		A	B	C	
MIL2	7.6	2.6	2.3	----	1.41	32	----	21	2.0
MIL5	17.4	5.7	5.3	----	1.41	37	----	28	3.4
MIL7	27.7	9.5	7.9	----	2.11	53	----	28	4.8
MIL14	53.0	19.8	16.3	14.1	2.11	54	----	39	10.0
MPD14	53.0	19.8	16.3	14.1	2.11	62	5.6	39	11.4
MPD20	76.0	28.1	23.5	20.5	2.11	82	5.6	39	13.6
MPD36	136.0	50.5	42.2	36.8	2.11	80	5.6	50	20.0
MPD52	197.6	72.9	61.2	53.2	2.81	97	5.6	58	35.0
MPD86	325.0	120.0	101.0	87.0	2.81	149	5.6	60	45.0
MPD119	450.0	167.0	140.0	122.0	2.81	194	5.6	60	73.0

Conexión de la serie MIL. 3/4" Macho.  
 Conexión MPD14, 20, 36. 1" Hembra.  
 Conexión MPD52, 86: 1 1/4" Hembra.

NOTA: Todos los tanques pueden ser usados arriba de los 82° C.  
 LA MAXIMA PRESION DE TRABAJO ES DE 7.03 kg/cm<sup>2</sup>.  
 NOTA: Instálese una válvula de alivio de presión en cualquier instalación donde la presión de la bomba pueda exceder la presión máxima del tanque.

MODELO NO.	VOLUMEN (en litros)	DIFERENCIA DE NIVELES (en litros)			PRECARGA PRESURIZADA kg/cm <sup>2</sup>	DIMENSIONES (en cm)				PESO (kg)
		1.41-2.81 kg/cm <sup>2</sup>	2.11-3.52 kg/cm <sup>2</sup>	2.81-4.22 kg/cm <sup>2</sup>		A	B	C	D	
MPDH7	27.7	9.5	7.9	----	2.11	32	53	28	31	7.3
MPDH14	53.0	19.8	16.3	14.1	2.11	43	54	39	35	11.6
MPDH20	76.0	28.1	23.5	20.5	2.11	43	68	39	35	13.6

Conexión MPDH7. 3/4" Macho.  
 Conexión MPDH14, 20: 1" Hembra



Dimensiones de los tanques Impel-Myers.

Como se puede ver, un tanque más grande da más diferencia de niveles, lo cual significa que se tendrá mayor cantidad de agua disponible antes de que la bomba sea requerida. Esto puede ser de suma importancia si la instalación se ubica en un área que está sujeta a frecuentes cortes del suministro de energía eléctrica. Un tanque más grande también puede significar que la bomba tendrá un ciclo (de apagado y de encendido) menor y operará por periodos de tiempo más largos, lo cual añadirá tiempo de vida a la bomba.

La Figura 10.4 muestra la operación de los tanques de diafragma.



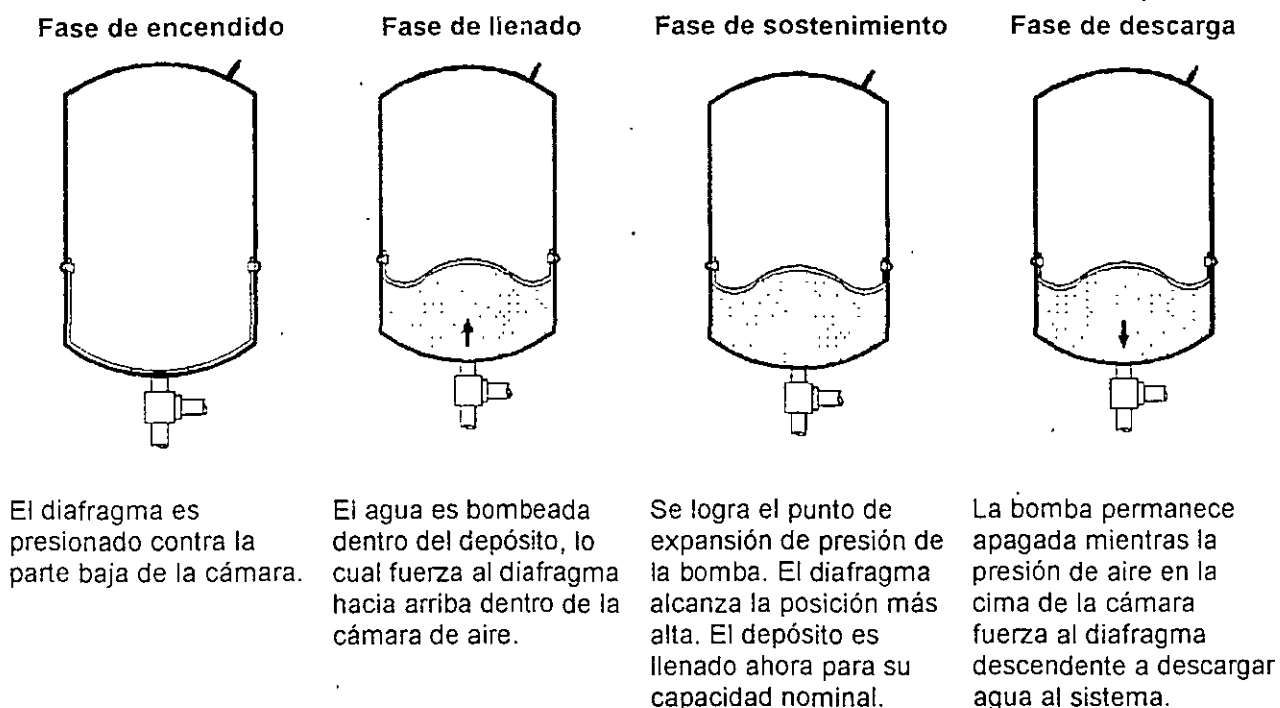


Figura 10.4. Fases de operación de los tanques de diafragma. Cortesía de Impel-Myers.

El Cuadro 10.8 presenta las equivalencias entre diferentes modelos de sistemas de tanques hidroneumáticos.

Cuadro 10.8. Tabla de equivalencia entre tanques hidroneumáticos de membrana y convencionales.

MYERS	WELL-X-TROL	A. O. SMITH	STA. RITE	CLAYTON MARK	AQUATROL	CONVENCIONAL*
MIL2	WX101	V-6P	N/D	N/D	IL-2	22.86 litros
MIL5	WX102	V-15P	N/D	JPT14	IL-5	41.90 litros
MIL7	WX103	V25P	CA-15	JPT27	IL-7	80.00 litros
MIL14	WX200	V-45P	N/D	N/D	IL-14	160.00 litros
MPD14	WX 201	V-45	N/D	30-01	FSD-14	160 00 litros
MPD20	WX202	V-60	CA-42	42-02	FSD-20	160.00 litros
MPD36	WX203	V-100	CA-82	80-03	FSD-36	312.38 litros
MPD52	WX251	V-200	N/D	120-04	FSD-52	457.14 litros
MPD86	WX252	V-260	CA-120	170-45	FSD-96	838.09 litros
MPDH7	WX103PS	N/D	N/D	N/D	FSD-7H	80.00 litros
MPDH14	N/D	N/D	N/D	30-12H	FSD-14H	160 00 litros
MPDH20	N/D	N/D	N/D	40-17H	FSD-20H	160.00 litros

N/D. No disponible.

\*Instalación a la atmósfera estándar.

El Cuadro 10.9 muestra una tabla de selección de los tanques de diafragma presurizados que manufactura la compañía Impel-Myers.

Cuadro 10.9. Tabla de selección tanques de diafragma Impel-Myers.

Capacidad de la bomba (en lpm)	Establecimiento del interruptor de presión (kg/cm <sup>2</sup> )								
	1.41 - 2.81			2.11 - 3.52			2.81 - 4.22		
	Tiempo mínimo de carrera de la bomba								
	1 min.	1 ½ min.	2 min.	1 min.	1 ½ min.	2 min.	1 min.	1 ½ min.	2 min.
9.50	MPD14	MPD14	MPD14	MPD14	MPD14	MPD20	MPD14	MPD20	MPD20
19.0	MPD14	MPD20	MPD36	MPD20	MPD36	MPD36	MPD20	MPD36	MPD52
26.6	MPD20	MPD36	MPD52	MPD36	MPD36	MPD52	MPD36	MPD52	MPD52
38.0	MPD36	MPD52	MPD86	MPD36	MPD52	MPD86	MPD52	MPD86	MPD86
45.6	MPD36	MPD52	MPD86	MPD52	MPD86	MPD86	MPD52	MPD86	MPD119
57.0	MPD52	MPD86	MPD86	MPD52	MPD86	MPD119	MPD86	MPD86	MPD119
76.0	MPD86	MPD86	MPD119	MPD86	MPD119	MPD86*	MPD86	MPD119	MPD86*
95.0	MPD86	MPD119	MPD86*	MPD86	MPD86*	MPD86*	MPD119	MPD119	MPD119
114.0	MPD86	MPD86*	MPD86*	MPD119	MPD86*	MPD119*	MPD119	MPD86*	MPD119*
133.0	MPD119	MPD86*	MPD119*	MPD119	MPD86*	MPD119*	MPD86*	MPD119*	MPD86**

\* Se requieren 2 tanques.

\*\* Se requieren 3 tanques

De la Figura 10.5 a la Figura 10.9 se muestran las instalaciones típicas de los tanques MPD de la compañía Impel-Myers

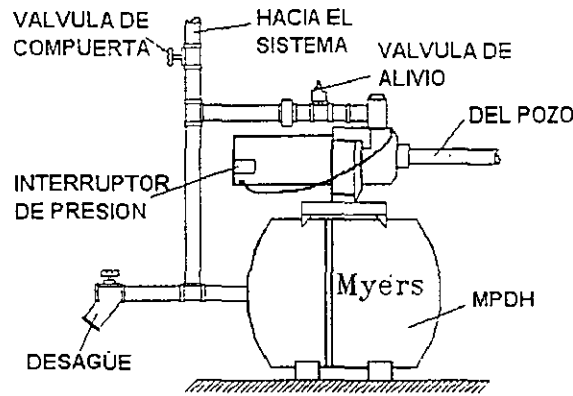


Figura 10.5. Bomba Jet con tanque.MPDH.

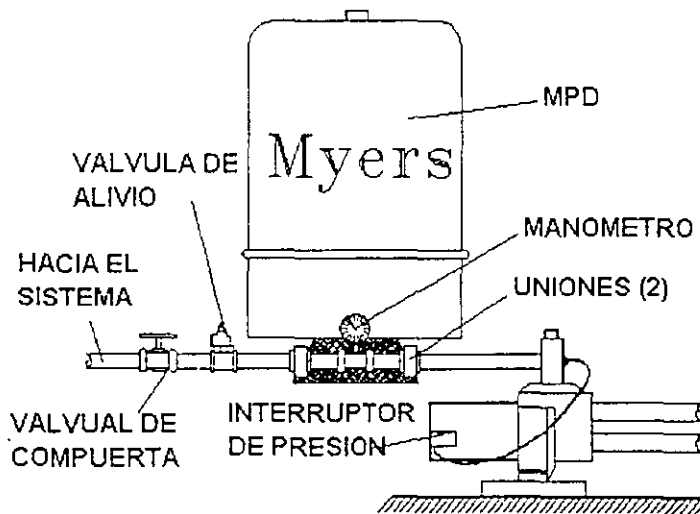


Figura 10.6. Bomba Jet montada sobre base.

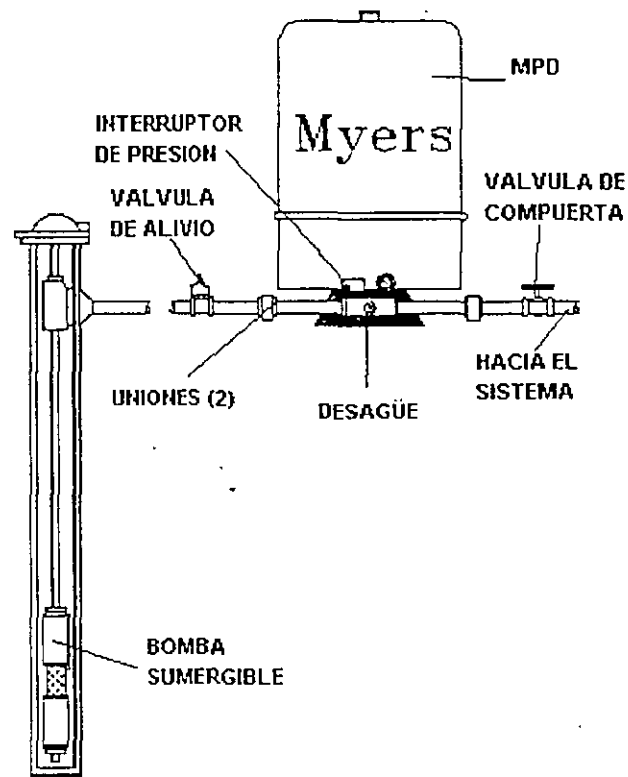


Figura 10.7. Bomba Sumergible.

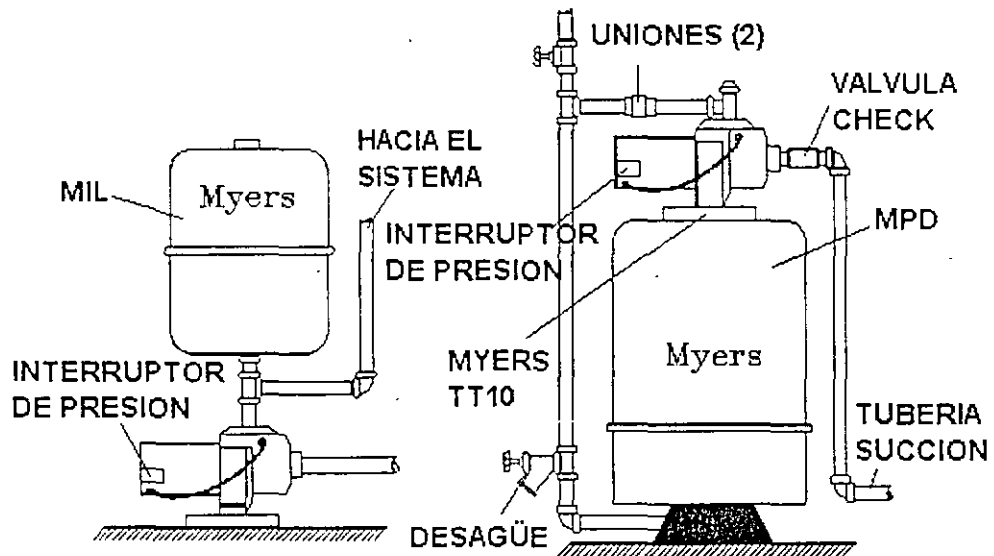


Figura 10.8. Bomba Jet con tanque MIL y Jet montada sobre tanque.

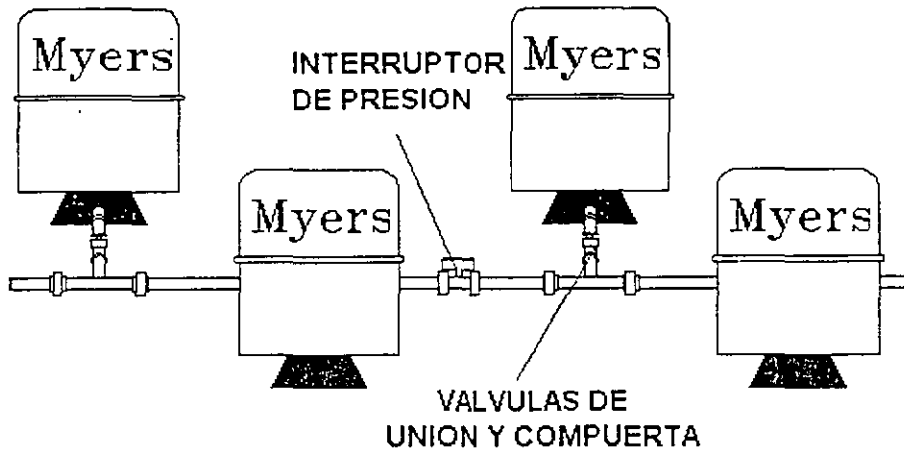
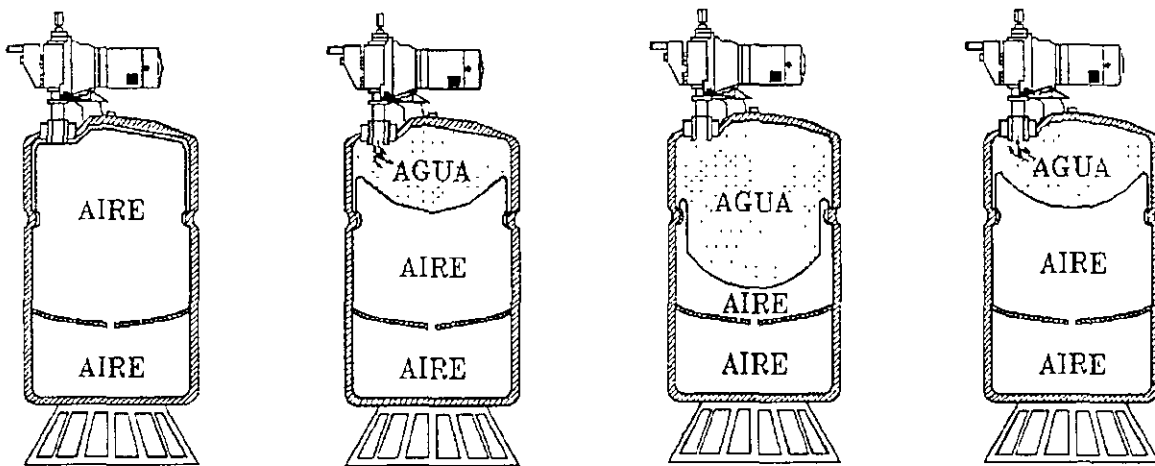


Figura 10.9. Instalación típica de MPD múltiple.

La Compañía Impel-Myers también ha desarrollado la tecnología "Aqua-Air", cuyas características se muestran en la Figura 10.10.



1. El tanque tiene una cámara de aire separada que es presurizada antes de salir de la fábrica. El aire y el agua nunca se mezclarán. El sistema nunca fallará por falta de aire.
2. Cuando la bomba arranca, el agua entra al tanque al tiempo que la presión del sistema pasa la presión mínima. Esta es la capacidad del agua del tanque.
3. Cuando la presión en la cámara de aire alcanza la presión máxima del sistema, la bomba para.
4. Cuando el agua es requerida, la presión en la cámara de aire empuja el agua hacia la instalación.

Figura 10.10. Tanques hidroneumáticos por el sistema "Aqua-Air". Cortesía de Impel-Myers U.S.A.

Los tanques tipo Aqua-Air tienen un diafragma interno sellado de hule-butyl que separa permanentemente la cámara de aire del agua. El aire y el agua nunca se pueden mezclar. La cámara de aire está presurizada antes de que el tanque salga de la fábrica. El diafragma mantiene la cámara de aire permanentemente presurizada, del tal forma que el tanque no necesita recargarse nunca y de esta manera no fallará por falta de aire. Esto asegura larga vida al motor y al interruptor de presión. Debido a que el diafragma se flexiona (no se contrae) éste nunca se desgasta. El tanque Aqua-Air suministra el gasto máximo con un rendimiento igual al de un tanque regular de aproximadamente el doble de tamaño. Una de las mejores características de este sistema es que es **sin conexiones o tuberías externas en el tanque**. Las unidades Goulds Aqua-Air son fáciles de instalar y ahorran espacio.

Entre los productos de la compañía Impel-Myers, también es conveniente mencionar las Bombas Jet para pozos llanos de 1/3 y 1/2 HP Modelo J de la marca Goulds, cuyas conexiones se presentan en el Cuadro 10.10.

Cuadro 10.10. Conexiones para pozos someros.

HP	1/3		1/2	
	FH3	Presión alta FH3H	FH5	Presión Alta FH5H
Adaptador	4K62	4K62	4K62	4K62
Ensamble boquilla	AN015	AN016	AN017	AN019
Difusor	AD3726	AD3524	AD3731	AD3528

**Sistemas Pozo Somero Marca "Goulds"**

- A. J03NS y J05NS bomba básica.
- B. J03AS y J05AS tanques horizontales de 45.5 litros (12 galones).
- C. J03ES y J05ES tanques horizontales de 113.5 litros (30 galones).
- D. J03WS bomba Aqua-Air 1/3 HP Series J con tanque Aqua-Air. El volumen del tanque es de 7.6 litros (2 galones).
- E. J05XS bomba Aqua-Air 1/2 HP Series J con tanque Aqua-Air. El volumen del tanque es de 17 litros (4.5 galones).
- F. J03KS y J05KS bomba 1/3 ó 1/2 HP Series J con tanque Aqua-Air. El volumen del tanque es de 52.6 litros (13.9 galones).
- G. J03LS y J05LS bomba 1/3 ó 1/2 HP Series J con tanque Aqua-Air. El volumen del tanque es de 75.5 litros (19.9 galones).

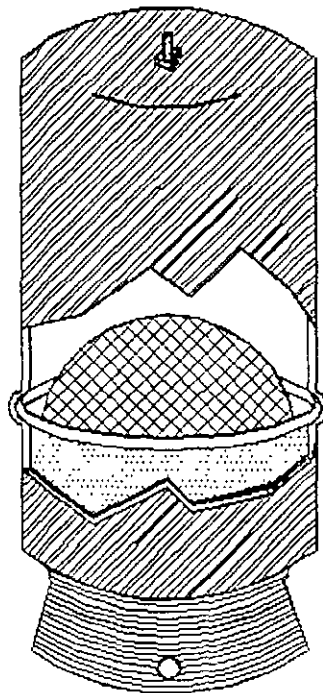


Figura 10.11. Tanque de diafragma (cortesía de Impel-Myers U.S.A.).

La Compañía "EVANS", ofrece también equipos hidroneumáticos, entre los cuales cuenta con tanques presurizados, pero con la modalidad de que la membrana es intercambiable.

Las características principales que presenta esta compañía en sus modelos, son las siguientes:

- Se tienen capacidades desde 8 hasta 500 litros.
- Se cuenta con diseños fuertes, de dos piezas (embutidos profundos).
- Cuentan con membrana intercambiable de hule butyl o hule natural.
- Presentan una separación permanente entre el agua y el aire.
- Diseños compactos para ahorrar espacios.
- Son ligeros y fáciles de instalar.
- Son probados y recargados de fábrica.
- Tienen una presión máxima de trabajo de  $8.10 \text{ kg/cm}^2$ .

Las ventajas que proporciona esta compañía en sus modelos son las siguientes:

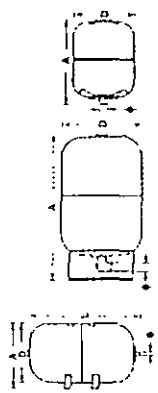
- Mantener el agua potable, protegiéndola de todo contacto con partes metálicas.
- Se evita la corrosión al no haber contacto agua-metal.
- Elimina el control del volumen e inyector de aire (supercargador) el sistema convencional.
- La elasticidad de la membrana asegura una excelente descarga de agua con los más altos y variados rangos de presión.
- Aseguran un ciclo de agua o tiempo de carrera largo, incrementando la vida de la bomba, del motor y del interruptor.
- No requieren mantenimiento, ya que contienen un colchón permanente de aire.
- Su diseño es compacto, ocupa espacios menores al sistema convencional.

En el Cuadro 10.11 se presentan las especificaciones generales de los modelos de tanques hidroneumáticos fabricados por la compañía EVANS.

Usando el Cuadro 10.12, se puede seleccionar un tanque apropiado fácilmente para bombas de medidas estándar, con flujos promedio de las bombas en litros por minutos, funcionando con rangos estándares de presión de  $1.4\text{-}2.8 \text{ kg/cm}^2$ ,  $2.1\text{-}3.5 \text{ kg/cm}^2$ , ó  $2.8\text{-}4.2 \text{ kg/cm}^2$ , con tiempos mínimos de carrera ya sean de 1, 1.5 ó 2 minutos.

Como ejemplo podemos mencionar que si un sistema consiste de una bomba con flujo promedio de 30 LPM en el rango de presión de  $2.1\text{-}3.5 \text{ kg/cm}^2$  y un tiempo de carrera mínimo de 1 minuto, requerirá un tanque de 100 litros, (modelos EQAFH100 ó EQAFV100).

Cuadro 10.11. Especificaciones generales de los tanques hidroneumáticos de la Compañía "Evans".



	MODELO	CAPACIDAD (en litros)	DIMENSIONES (en cm)			DIA TUB. PLG.	PESO (kg)	VOL. (m <sup>3</sup> )	DESCARGA DEL TANQUE (EN LITROS) PARA VARIOS RANGOS DE PRESION (kg/cm <sup>2</sup> )								
			DIA.	LONG.	ALT.				1A-2B	1A-3S	1A-4Z	21-3S	21-4Z	21-49	2B-3S	2B-49	
																	NPT.
EN LINEA	EQAC8	80	204	214	315	3/4"	25	0.015	30	37	43	25	32	38	22	28	
	EQAC18	180	270	280	425	3/4"	36	0.040	67	83	97	56	72	85	49	63	
	EQAC25	250	360	370	355	3/4"	45	0.060	93	115	135	78	100	118	68	88	
	EQAC35	350	400	410	400	3/4"	70	0.070	130	161	189	109	140	165	95	123	
	EQAC50	500	400	410	520	1"	114	0.100	185	230	270	155	200	235	135	175	
VERTICAL	EQAFV80	500	400	410	580	1"	120	0.110	185	230	270	155	200	235	135	175	
	EQAFV80	600	400	410	600	1"	132	0.140	222	276	324	186	240	282	162	210	
	EQAFV80	800	400	410	835	1"	182	0.160	296	368	432	248	370	376	216	280	
	EQAFV100	1000	500	510	790	1"	227	0.220	370	460	540	310	400	470	270	350	
	EQAFV150	1500	500	510	1020	1 1/4"	273	0.270	555	690	810	465	600	705	405	525	
	EQAFV200	2000	600	610	1010	1 1/4"	350	0.400	740	920	1080	620	800	940	540	700	
	EQAFV300	3000	650	660	1205	1 1/4"	423	0.530	1110	1380	1620	930	1200	1410	810	1050	
	EQAFV500	5000	775	785	1420	1 1/4"	700	0.900	1850	2300	2700	1560	2000	2350	1350	1750	
	HORIZONTAL	EQAFH25	250	270	480	290	3/4"	45	0.400	93	115	135	78	100	118	68	88
		EQAFH50	600	400	685	480	1"	132	0.140	222	276	324	186	240	282	162	210
EQAFH100		1000	500	730	585	1"	227	0.220	370	460	540	310	400	470	270	350	
EQAFH150		2000	600	945	655	1 1/4"	350	0.400	740	920	1080	620	800	940	540	700	
EQAFH300		3000	650	1135	705	1 1/4"	423	0.530	1110	1380	1620	930	1200	1410	810	1050	
% DE DESCARGA DEL TANQUE								37%	48%	54%	31%	40%	47%	27%	39%		

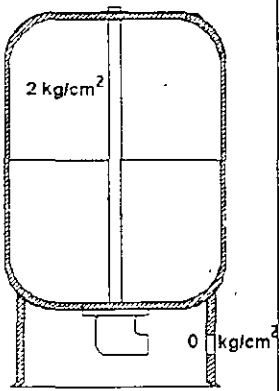
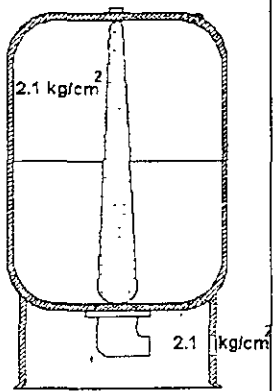
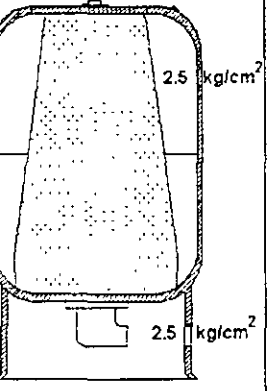
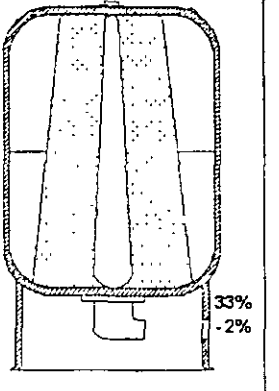
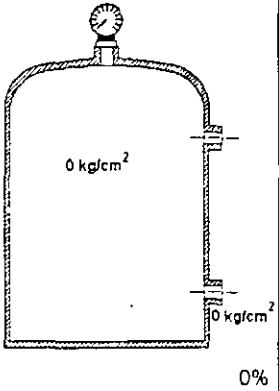
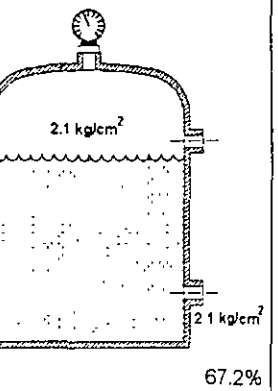
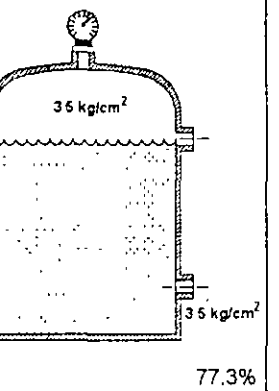
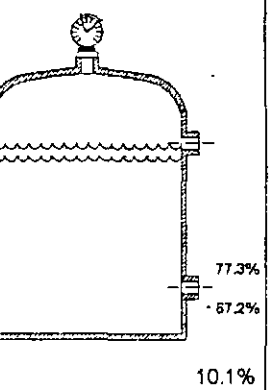
Cuadro 10.12. Selección del tanque presurizado "Evans" en función del flujo de la bomba.

FLUJO PROMEDIO DE LA BOMBA (EN LPM)	RANGOS DEL INTERRUPTOR DE PRESION (kg/cm <sup>2</sup> )								
	1A1-2B1			211-3S2			2B1-4Z2		
	TIEMPO MINIMO DE CARRERA DE LA BOMBA EN MINUTOS								
	10	15	20	10	15	20	10	15	20
10	25	50	50	35	30	60	35	60	60
20	50	80	100	60	100	150	80	100	150
30	80	100	150	100	150	200	100	150	200
40	100	150	200	150	200	300	150	200	300
50	150	200	300	150	200	300	200	300	300
75	200	300	500	200	300	500	300	500	600*
100	300	500	500	300	500	600	300	600*	600*
125	300	500	600*	500	600*	900*	500	600*	900*
150	500	600*	900*	500	600*	1000*	600*	900*	1200*
200	500	900*	1000*	600*	1000*	1200*	600*	1200*	1500*
250	600*	1000*	1500*	900*	1200*	1500*	900*	1500*	2000*
300	900*	1200*	1500*	1000*	1500*	2000*	1200*	1500*	2000*
350	1000*	1500*	2000*	1200*	1500*	2000*	1200*	2000*	2300*
400	1000*	1500*	2000*	1200*	2000*	2500*	1500*	2000*	3000*
500	1500*	2000*	2500*	1500*	2500*	3000*	2000*	3000*	3500*

\* ESTAS CAPACIDADES SE LOGRAN CON VARIOS TANQUES DE 300 A 500 LITROS.

En el Cuadro 10.13 se presenta un diagrama de comparación entre los tanques presurizados de membrana intercambiable de la compañía EVANS y los tanques galvanizados convencionales que se han venido utilizando. En esta comparación, el sistema opera en un rango de presión de 2.1-3.5 kg/cm<sup>2</sup>.

Cuadro 10.13. Tabla de comparación entre tanques presurizados y tanques galvanizados convencionales.

CONDICIONES INICIALES	CONDICIONES DE ARRANQUE DE LA BOMBA	CONDICIONES DE PARO DE LA BOMBA	DESCARGA ENTRE EL PARO Y ARRANQUE DE LA BOMBA
 <p>2 kg/cm<sup>2</sup> 0 kg/cm<sup>2</sup></p> <p>0% % DE AGUA EN EL TANQUE</p>	 <p>2.1 kg/cm<sup>2</sup> 2.1 kg/cm<sup>2</sup></p> <p>2% % DE AGUA EN EL TANQUE</p>	 <p>2.5 kg/cm<sup>2</sup> 2.5 kg/cm<sup>2</sup></p> <p>33% % DE AGUA EN EL TANQUE</p>	 <p>33% -2%</p> <p>31% EFF. DEL TAN. PRESURIZ.</p>
 <p>0 kg/cm<sup>2</sup> 0 kg/cm<sup>2</sup></p> <p>0% % DE AGUA EN EL TANQUE</p>	 <p>2.1 kg/cm<sup>2</sup> 2.1 kg/cm<sup>2</sup></p> <p>67.2% % DE AGUA EN EL TANQUE</p>	 <p>3.5 kg/cm<sup>2</sup> 3.5 kg/cm<sup>2</sup></p> <p>77.3% % DE AGUA EN EL TANQUE</p>	 <p>77.3% -67.2%</p> <p>10.1% EFF. DE TANQUE GALVAN.</p>

En el ejemplo del Cuadro 10.13 se observa que para un rango de presión de 2.1-3.5 kg/cm<sup>2</sup> un tanque galvanizado de 100 litros descarga 10 litros, mientras que un tanque presurizado descarga 31 litros, es decir más del triple que un tanque convencional. En otras palabras, si se requiere una descarga de 31 litros, se puede usar un tanque presurizado de 100 litros, mientras que para utilizar un tanque convencional, se necesita que éste sea de más de 300 litros.

En el Cuadro 10.14 se presenta una tabla de comparación entre los tanque galvanizados y los tanque presurizados de membrana intercambiable EVANS, en relación con su capacidad y sus rangos de presión máxima y mínima del interruptor.

La compañía "EVANS" también tiene en existencia, equipos hidroneumáticos de la marca "VALSI", los cuales tienen las mismas características y ventajas mencionadas anteriormente. En el Cuadro 10.15 se incluye una tabla que sirve para encontrar el modelo más adecuado para muchos de los usos más comunes (como casas, condominios, etc.), con la cual, la obtención de la bomba es mucho más sencilla si se tiene bien determinado, el número de baños que se encuentran en el inmueble.



En el Cuadro 10.16, se incluye una tabla que determina el conjunto "bomba(s)-tanque(s)", con la cual es fácil, después de haber obtenido el modelo de la bomba, encontrar el tanque más apropiado para el servicio en que se va a aplicar.

Cuadro 10.14. Tabla de comparación de tanques galvanizados y tanques presurizados de membrana intercambiable.

CAPACIDAD EN LITROS DE TANQUE GALVANIZADO CONVENCIONAL	RANGOS DE PRESION MINIMA DEL INTERRUPTOR (kg/cm <sup>2</sup> )								CAPACIDAD EN LITROS DE TANQUE PRESURIZADO EVANS
	1.41	1.41	1.41	2.11	2.11	2.11	2.81	2.81	
	RANGOS DE PRESION MAXIMA DEL INTERRUPTOR (kg/cm <sup>2</sup> )								
	2.81	3.51	4.22	3.51	4.22	4.92	4.22	4.92	
80.0	12.0	15.2	17.6	8.0	10.4	12.0	5.6	7.2	
	9.3	11.5	13.5	7.8	10.0	11.8	6.8	8.8	25.0
113.6	17.0	21.6	25.0	11.4	14.8	17.0	7.9	10.2	
	13.0	16.1	18.9	10.9	14.0	16.5	9.5	12.3	35.0
160.0	23.8	30.2	35.0	15.9	20.7	23.8	11.1	14.3	
	18.5	23.0	27.0	15.5	20.0	23.5	13.5	17.5	50.0
200.0	30.0	38.0	44.0	20.0	26.0	30.0	14.0	18.0	
	22.2	27.6	32.4	18.6	24.0	28.2	16.2	21.0	60.0
250.0	37.5	47.5	55.0	25.0	32.5	37.5	17.5	22.5	
	29.6	36.8	43.2	24.8	32.0	37.6	21.6	28.0	80.0
310.4	46.6	59.0	68.3	31.0	40.3	46.6	21.7	27.9	
	37.0	46.0	54.0	31.0	40.0	47.0	27.0	35.0	100.0
454.2	68.1	86.3	99.9	45.4	59.0	68.1	31.8	40.9	
	55.5	69.0	81.0	46.5	60.0	70.5	40.5	52.5	150.0
605.0	90.8	115.1	133.2	60.6	78.7	90.8	42.4	54.5	
	74.0	92.0	108.0	62.0	80.0	94.0	54.0	70.0	200.0
1000.0	150.0	190.0	220.0	100.0	130.0	150.0	70.0	90.0	
	111.0	138.0	162.0	93.0	120.0	141.0	81.0	105.0	300.0
1500.0	225.0	285.0	330.0	150.0	195.0	225.0	105.0	135.0	
	185.0	230.0	270.0	155.0	200.0	235.0	135.0	175.0	500.0

EFF. T PRESS.	37%	46%	54%	31%	40%	47%	27%	35%
EFF T GALV.	15%	19%	22%	10%	13%	15%	7%	9%
FACTOR MULTIP.	2.45			3.10			3.87	

La compañía "Barnes de México" ofrece también equipo para instalaciones de sistemas hidroneumáticos. La "electrobomba inyectora BARNES" en su serie *Jet-Jb* es adecuada para estos sistemas.

Los sistemas de equipos hidroneumáticos integrados de la compañía BARNES, presentan las siguientes cualidades:

- No requieren del control de volumen de aire.
- El agua no está en contacto con el tanque, eliminando la posible contaminación del agua.
- Son compactos y silenciosos.
- Cada equipo es probado en fábrica.
- Se surten totalmente armados, incluyendo manómetro e interruptor de presión.

Las características más sobresalientes de estos equipos hidroneumáticos, son las siguientes:

- Tienen cuerpo, acoplamiento e inyector fabricados en hierro fundido clase 30 A.

Cuadro 10.15. Selección de la bomba según el tamaño del inmueble. Equipos hidroneumáticos Valsi.

TIPO DE VIVIENDA			MODELO BOMBA	JS1ME025	JS1ME050	JS2ME075	JS2ME100	3DME100	MC8ME100	3DME150	MC8ME150	3IME200	MT1A300	MT1A500	5IME750	
Casas	Plantas	Baños														
	1	1 1/2		■												
	1	2														
	1	3 1/2			■											
	1	5				■										
	2	2 1/2			■											
	2	3 1/2				■										
2	5					■										
Condominios	Plantas	Deptos.	Baños													
	1	2	1		■											
	1	4	1			■										
	2	4	1				■									
	2	8	1					■								
	3	10	1						■							
	3	12	1							■						
	4	16	1								■					
	4	32	1									■				
	4	64	1										■			
	2	8	2							■						
	3	12	2								■					
4	16	2									■					
4	32	2										■				
4	36	2											■			
Oficinas y Colegios	Plantas	Deptos.	Muebles													
	2	12	Lavaboy									■				
	2	16	WC con válvula de										■			
	2	24	válvula de											■		
	3	16	Flujo-metro												■	
3	24														■	

ESTA TABLA CUBRE EL 90% DE LAS APLICACIONES MAS COMUNES, OTRAS APLICACIONES REQUERIRAN DE UN ESTUDIO ADICIONAL

Cuadro 10.16. Conjuntos bomba(s)-tanques(s).

MODELO TANQUES MODELO BOMBAS	EQAS25	EQAC50	EQAFH60	EQAFH80	EQAFV100 EQAFH100	EQAFV150	EQAFV200	EQAFV300	EQAFV500	EQAFV300 (2)	EQAFV300 (3)	EQAFV500 (2)	EQAFV500 (3)	EQAFV500 (4)	RANGO MAXIMO DE OPERACION (kg/lit)
JS1ME025	A	B													141-281
JS1ME050		A	B	C											211-352
JS2ME075				A	B	C									211-352
JS2ME100					A	B	C								281-422
3DME100							A	B	C						141-281
MC8ME100							A	B	C						141-281
3DME150								A	B	C					211-352
MC8ME150								A	B	C					211-352
31ME200									A	B	C				211-352
MT1A300									A	B	C				211-352
MT1A500										A	B	C			281-422
51ME750												A	B	C	281-422

A) SERVICIO LIGERO.- CASA DE CAMPO, CONDOMINIO DE RECREO, ETC  
 B) SERVICIO NORMAL.- VIVIENDAS URBANAS  
 C) SERVICIO PESADO.- ESCUELAS, INDUSTRIAS, CINES, CUARTELES, ETC.  
 (2), (3), Y (4) INDICAN EL NUMERO DE TANQUES NECESARIOS  
 DUPLEX.- CUANDO UN EQUIPO SE INSTALA EN VIVIENDAS MULTIPLES O USOS PESADOS, SE SUGIERE COLOCAR DOS BOMBAS Y UN CONTROL ELECTRONICO QUE ALTERNA LA MARCHA DE LAS BOMBAS, ESTO PROLONGA LA VIDA DE LOS MOTORES CONSIDERABLEMENTE ADEMAS DE OFRECER UN RESPALDO POR CUALQUIER FALLO DE UNO DE LOS MOTORES O BOMBAS

El impulsor y el difusor son fabricados en material Noryl, altamente resistente a la abrasión debido a su diseño que permite pasar el líquido libremente aumentando la eficiencia.

Sello mecánico de cerámica en la parte estacionaria, y de carbón parte rotatoria; cuenta con resorte de acero inoxidable.

Motor de operación en 60 ciclos, 3450 rpm, monofásico, tipo capacitor con protección térmica. Los motores de 1/2 HP trabajan en 115 Volts, los de 3/4 y 1 HP trabajan en 115/230 volts.

La bomba cuenta con tapones para el interruptor de presión, manómetro, cebamiento y drenado.

En el Cuadro 10.17 se presenta la tabla de selección para los sistemas hidroneumáticos integrados manufacturados por la compañía Barnes, y en el Cuadro 10.18 se muestra la tabla de rendimiento de las bombas inyectoras serie *Jb* que acompañan a los equipos hidroneumáticos. Para la selección del equipo, se recomienda hacerlo dependiendo del gasto requerido en horas pico, además de que la bomba trabaje 30 segundos como mínimo en cada ciclo, esto con la finalidad de enfriar al motor de la bomba.

Cuadro 10.17. Sistemas hidroneumáticos integrados Barnes.

MODELO	H.P.	CAPACIDAD DEL TANQUE		AGUA DISPONIBLE POR CICLO AJUSTADO @ 1.41-2.81 kg/cm <sup>2</sup>		AGUA DISPONIBLE POR CICLO AJUSTADO @ 2.11-3.52 kg/cm <sup>2</sup>		EQUIVALENTE A TANQUE GALVANIZADO	
		LTS.	GALS.	LTS.	GALS.	LTS.	GALS.	LTS.	GALS.
JB50-JR2503	1/2	32	8.5	12	3.1	10	2.6	68	18
JB50-PC44	1/2	53	14.0	20	5.2	16	4.3	114	30
JB50-PC66	1/2	76	20.0	28	7.4	23	6.2	159	42
JB75-PC66	3/4	76	20.0	28	7.4	23	6.2	159	42
JB75-PC111	3/4	121	32.0	45	11.8	37	9.9	303	80
JB100-PC111	1	121	32.0	45	11.8	37	9.9	303	80
JB100-PC144	1	167	44.0	62	16.3	51	13.6	454	120
JB100-PC211	1	235	62.0	87	22.9	73	19.2	680	180

Cuadro 10.18. Tabla de rendimiento de las bombas inyectoras serie *JB* Barnes.

MODELO	H.P.	METROS DE SUCCION	PRESION DE DESCARGA EN kg/cm <sup>2</sup> Y GASTO EN LITROS POR MINUTO					PRESION AL CIERRE kg/cm <sup>2</sup>	SUCCION Y DESCARGA mm	PESO (kgs)
			1.41	2.11	2.81	3.52	4.22			
JB50	1/2	1.5	43	41	36	26	74	31.75 X 19.05	27	
		4.5	33	32	30	21				
		7.6	21	21	20	16				
JB75	3/4	1.5	75	74	73	68	24	65	31.75 X 19.05	28
		4.5	59	57	56	54	20	60		
		7.6	37	36	35	33	16	55		
JB100	1	1.5	89	89	88	88	59	70	31.75 X 25.40	30
		4.5	69	69	68	68	53	65		
		7.6	44	44	43	43	39	58		

"Barnes de México", también tiene disponible en el mercado, la "electrobomba centrífuga serie *NB*", que es adecuada para el uso de sistemas hidroneumáticos.

En la Figura 10.12 se presenta la Curva de Rendimiento de la bomba centrífuga serie *NB* a 3450 revoluciones por minuto. La prueba se realizó con agua, gravedad específica 1.0 @ 20° C (68° F); otros líquidos pueden variar el rendimiento.

En el Cuadro 10.19, se muestra la tabla de los diferentes modelos y especificaciones de la bomba centrífuga serie *NB*.

Las características de la bomba son las siguientes:

**Succión:** 3.18 cm (1-1/4") N.P.T. Horizontal

**Descarga:** 2.54 cm (1") N.P.T. Vertical

**Cuerpo:** Hierro Gris, A.S.T.M. A-48, Clase 30

**Acoplamiento:** Hierro Gris, A.S.T.M. A-48, Clase 30

**Tapones de cebado:** Galvanizados

**Impulsor:** *DISEÑO:*  
6 venas, del tipo cerrado, perfectamente balanceado, libre de obstrucción.  
*MATERIAL:*  
Thermax ® con inserto de acero inoxidable.

**Sello:** *DISEÑO:*  
Tipo mecánico lubricado por agua.  
*MATERIAL:*  
Cerámica parte estacionaria, anillo de carbón y sello de exclusión parte rotatoria. Elastómero de Buna-N. Resorte de Acero Inoxidable.

**Motor:** Se ensamblan a motores monofásicos (1 fase) arranque por capacitor y trifásicos (3 fases). Los motores monofásicos cuentan con baleros de bolas auto lubricados en ambos extremos. Flecha tratada térmicamente contra la oxidación.

Cuadro 10.19. Bomba centrífuga serie NB.

MODELO	H.P.	FASES	VOLTAJE	MAXIMO AMPERAJE	PESO (kg)
NB50	0.50	1	115	10.9	18
NB75	0.75	1	115/220	14.2/7.0	20
NB100	1.00	1	115/220	14.7/8.0	25
NB100-3	1.00	3	220/440	4.2/2.1	25
NB150	1.50	1	115/220	20.4/10.2	25
NB200	2.00	1	115/220	24.0/12.0	25
NB200-3	2.00	3	220/440	6.5/3.2	25

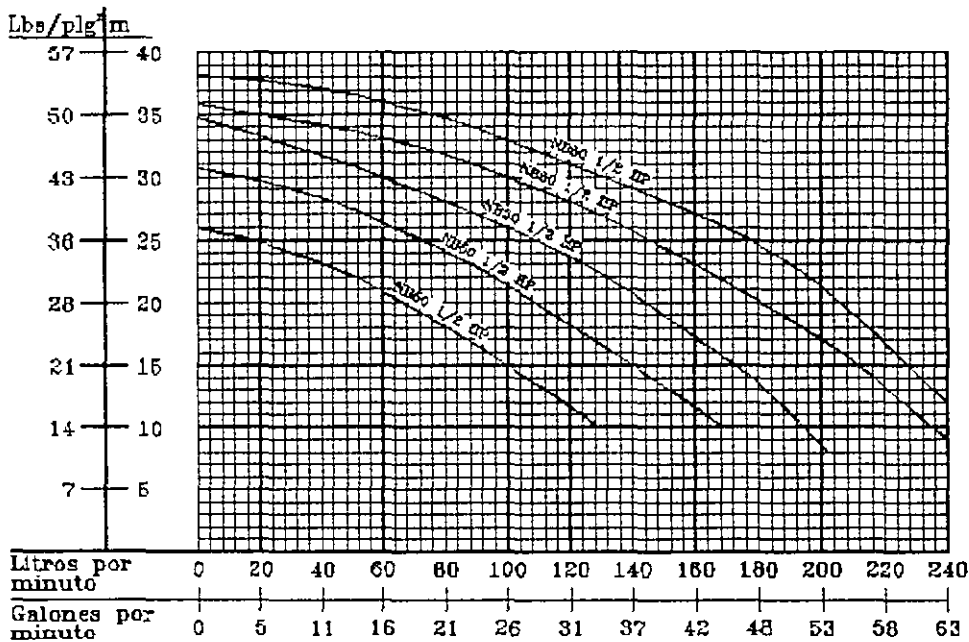


Figura 10.12. Curva de rendimiento de la bomba centrífuga serie NB.

#### 10.4. Operación de los sistemas con tanque de membrana

1. Cuando la bomba empieza a funcionar, no entra el agua en el recipiente hasta que se supera una presión mínima (o baja), ya que antes debe superar la que inicialmente pone el gas almacenado en el tanque.
2. A medida que el agua va entrando en el tanque, la membrana empieza a subir y la presión del gas aumenta de forma considerable.
3. Cuando la presión llega al máximo valor que tiene previsto como alimentación de la red, el prestató hace parar automáticamente la entrada de agua a la bomba y queda almacenada agua a presión suficiente.
4. En el momento de la apertura de una llave, la presión de gas de detrás de la membrana fuerza al agua a salir del recipiente.

El funcionamiento en los casos 1, 2 y 3 se realiza con la red cerrada, así no se pierde rendimiento bomba.

Es importante tener en cuenta que la elección del sistema de sobreelevación del agua, en caso de inexistencia de presión, puede condicionar toda la distribución general del edificio.

No es lo mismo disponer de agua constante de la red pública, que poderla utilizar de un suministro propio.

En nuestro medio, el segundo caso es el más común, por lo que podría garantizarse el suministro de agua mediante su extracción de una cisterna o pozo por medio de una bomba de elevación que, o bien alimente un depósito con suficiente altura para garantizar la mínima columna de agua en todos los puntos interiores de consumo, o bien alimente un depósito de regulación desde el que se impulse el agua mediante un grupo de presión tradicional.

Asimismo es muy importante conocer las necesidades reales del suministro que se va a efectuar, el gasto preciso y la altura manométrica (presión) necesaria en cada caso.

Es frecuente que en edificios de gran altura, la ubicación de un solo grupo de presión haga inoperante la instalación, ya que hay que considerar que el agua, debe salvar la altura real más las pérdidas de carga producidas por rozamiento, y debe respetar unas presiones máximas en su impulsión, que pueden ser en algunos casos excesivas para otros puntos de la instalación que se esté realizando.

Parecería en principio absurdo tener que colocar un grupo de impulsión y a la vez válvulas reductoras en algunas derivaciones, por ello es recomendable un coherente estudio de las necesidades, y la subdivisión de las unidades de impulsión por zonas independientes para garantizar el mejor funcionamiento de todo el conjunto.

---

## CAPITULO 11

# DISEÑO DE UN SISTEMA DE TANQUE HIDRONEUMATICO

El diseño de un sistema de presión hidroneumático, consiste en determinar las características que deben tener principalmente el tanque y el equipo de bombeo, así como en determinar los niveles de operación de éstos elementos.

En este capítulo, se presentan algunos criterios de diseño y determinación de las características del equipo a utilizar en estos sistemas. Para los edificios pequeños que no requieren una gran carga de presión, la determinación de los niveles de operación del equipo se puede realizar mediante el uso de tablas y gráficas. Sin embargo, para edificaciones donde sí es necesaria una gran carga de presión, la determinación del equipo y sus niveles de operación, es muy recomendable hacerla mediante el uso de métodos matemáticos, para que la operación del sistema hidroneumático, sea lo más eficiente posible.

La selección del equipo para un sistema hidroneumático involucra los siguientes puntos:

- a). Determinación del gasto máximo instantáneo ( $Q_{mi}$ );
- b). Selección de la capacidad del equipo de bombeo;
- c). Determinación de las presiones máxima y mínima requeridas en el tanque; y
- d). Selección conveniente del tamaño del tanque y establecimiento de los niveles superior e inferior de operación.

### 11.1. Determinación del gasto máximo instantáneo

El gasto máximo instantáneo es el mayor caudal que se demanda en cualquier sección de la instalación en cualquier momento del día. Cabe mencionar que el gasto máximo instantáneo no es igual a la suma de los gastos demandados por todos los muebles y aparatos sanitarios de la edificación, o muy difícilmente los será.

Existen diferentes métodos para poder realizar el cálculo del gasto máximo instantáneo: empíricos, probabilísticos, y el alemán de la raíz cuadrada. Dependiendo del criterio del proyectista, éste utilizará aquél que considere más conveniente para cada caso en particular. En el Capítulo 5, Volumen 2 de esta Serie, se expone la teoría y aplicación de dichos métodos.

### 11.2. Selección del equipo de bombeo

Existe un método para determinar, en forma preliminar, la capacidad conveniente de una bomba para un sistema de presión hidroneumático, el cual puede usarse antes de realizar un cálculo minucioso de la instalación hidráulica, a manera de anteproyecto.

Este método es por medio de la aproximación. Se basa en una estimación del consumo en los periodos de demanda pico, basada en registros de instalaciones similares. En el Cuadro 11.1 se presenta la Tabla de Factor de Consumo de Agua, en la que el uso específico de varios muebles de plomería ha sido despreciado y cada mueble es considerado meramente como una unidad. De esta manera, el método de factor simplifica la

selección de una bomba con capacidad suficiente para suministrar satisfactoriamente los requerimientos de consumo máximo o pico de un sistema de suministro.

El Cuadro 11.1 está basado en el "método de factor" y ha sido calculado para usos directos con conexiones adicionales.

Cuadro 11.1. Tabla de Factor de Consumo de Agua.

Para el uso de estas tablas, debe determinarse el número exacto de muebles de todos los tipos que serán abastecidos por el sistema de agua. Esta tabla da la capacidad de la bomba deseada en litros/segundo cuando se multiplica por el factor apropiado indicado en las tablas.

Edificios públicos. Factores en litros/segundo por mueble.							
Tipo de edificio	Número de muebles						
	hasta 30	31-75	76-150	151-300	301-600	601-1000	más de 1000
Edificios de departamentos	0.0347	0.0259	0.0208	0.0177	0.0158	0.0151	0.0063
Hoteles comerciales, Clubes	0.0505	0.0379	0.0303	0.0265	0.0227	0.0221	0.0145
Hospitales	0.0568	0.0480	0.0397	0.0341	0.0284	0.0252	0.0215
Edificios de oficinas	0.0631	0.0505	0.0410	0.0347	0.0284	0.0221	0.0240
Escuelas	0.0757	0.0568	0.0473	0.0404	0.0328	.....	0.0170
Edificios mercantiles	0.0757	0.0606	0.0492	0.0416	0.0341	0.0303	.....

**Granjas**

Los sistemas hidroneumáticos también pueden ser utilizados en granjas, donde se les dé un uso importante para la cría de ganado o para las hortalizas.

Número de muebles	Factor en l/s por mueble*
más de 5	0.1262
6-10	0.1073
11-18	0.0883
más de 18	0.0757

\* Estos factores están basados en el supuesto de que los requerimientos moderados de agua para el ganado, las aves de corral y los aspersores del sistema de riego, son satisfechos en otros periodos diferentes a los de la demanda pico para el consumo doméstico. Si se anticipa que las demandas grandes para el ganado, las aves de corral y los aspersores son esenciales, especialmente durante los periodos de demanda pico para uso doméstico, entonces las correcciones para la capacidad de la bomba añadidas, pueden ser hechas mediante la referencia de los requerimientos de agua y los consumos de agua. Un sistema exitoso de agua es aquél en donde la capacidad de la bomba está ligeramente excedida con relación a la proporción de consumo de agua durante periodos de demanda pico.

**Requerimientos auxiliares**

- (1) Se debe agregar el 20% de la capacidad de la bomba para todos los edificios donde la mayor proporción de ocupantes son mujeres.
- (2) Debe agregarse para cada instalación el 10% de la capacidad de la bomba cuando las albercas o lavanderías deban ser abastecidas a través de un sistema de presión
- (3) En el caso de requerirse un abastecimiento adicional de agua para procesos especiales, debe añadirse al menos dos veces la cantidad promedio necesaria a la capacidad de la bomba para tomar precauciones de la demanda pico.



### Determinación de las presiones de la bomba

Los requerimientos de presión de un sistema hidroneumático, se definen mediante los siguientes pasos.

1. Determinar la carga estática, en metros, desde la fuente de abastecimiento del edificio hasta el mueble más desfavorable, de la instalación (el concepto de "mueble más desfavorable" se expone en el Capítulo 4, Volumen 2 de esta serie.
2. Calcular la pérdida de energía, en metros, a través de la línea de tubería, incluyendo pérdidas en la succión y en la descarga, válvulas y accesorios (ver cuadro 11.2).
3. Establecer los requerimientos mínimos de presión en el mueble más desfavorable (generalmente  $0.3 \text{ kg/cm}^2$ ). Si el mueble más desfavorable es una válvula de fluxómetro se requiere una presión mayor para una operación apropiada, ( $1 \text{ kg/cm}^2$ ).
4. Establecer el diferencial de presión deseado (normalmente  $1.4 \text{ kg/cm}^2$ ), aunque diferenciales mayores pueden contribuir a una eficiencia mayor del sistema y deberá revisarse para determinar el mejor valor aceptable.
5. Protección contra incendio. Cuando el sistema considera capacidad para el combate de incendios, es deseable mantener una presión mínima de  $2.8 \text{ kg/cm}^2$  en el tanque, aún cuando los cálculos indiquen que una presión menor es adecuada para requerimientos domésticos.

Para entender mejor este procedimiento, se realizará un ejemplo en el cual se usarán los puntos vistos anteriormente.

#### Ejemplo 11.1

Determinar los requerimientos para la instalación de un sistema de presión hidroneumático en el sótano de una preparatoria. El origen del abastecimiento es un pozo profundo adyacente al edificio de la escuela.

El sistema suministrará el agua para un total de 50 muebles de todos tipos y una piscina. La carga estática desde el tanque de presión hasta el mueble más desfavorable es de 12.80 metros y la pérdida por fricción a través de la tubería es de 4.88 metros. La carga dinámica total desde el nivel de agua en el pozo hasta el tanque de presión es de 32 metros. La presión mínima requerida en el mueble más desfavorable es de 3 metros ( $0.3 \text{ kg/cm}^2$ ) y el diferencial de operación deseado para el sistema es de 14 metros ( $1.4 \text{ kg/cm}^2$ ).

Solución.

Para determinar la capacidad de la bomba:

Con referencia al Cuadro 11.1: $50 \times 0.0568$ .....	2.84 l/s
10% más de capacidad extra para abastecer la piscina ( $1.10 \times 2.84$ ).....	3.124 l/s

Para determinar la presión máxima de trabajo en el tanque:

1. Carga estática (al mueble más desfavorable).....	12.80 m
2. Pérdida por fricción a través de la tubería.....	4.88 m
3. Presión mínima en el mueble más desfavorable.....	3 m
4. Presión de operación diferencial.....	14 m
Presión de trabajo total en el tanque.....	34.68 m ( $3.468 \text{ kg/cm}^2$ )

Los interruptores de presión comerciales están calibrados para funcionar en ciertos valores de operación, así que para simplificar el problema, se seleccionará uno con el cual se estará más cerca de llegar a solucionar las condiciones particulares. Por lo tanto el interruptor de presión debe ser solicitado al distribuidor para operar con un diferencial de presión de  $1.4 \text{ kg/cm}^2$ : que es introducirse rápidamente en  $2.8 \text{ kg/cm}^2$  y recortar en  $4.2 \text{ kg/cm}^2$ .

Para la selección de la bomba:

- a) Presión máxima de presión en el tanque.....42 m
- b) Carga dinámica total (nivel de agua dentro del pozo para el tanque).....32 m
- c) Carga requerida total para la bomba.....74 m
- d) Redondeando los valores establecidos arriba, ahora solamente es necesario escoger una bomba del tipo de pozo profundo apropiada que alimentará al menos 3.2 l/s (50 G.P.M.) cuando se bombee para una carga requerida total de 75 metros.

Cuadro 11.2. Pérdidas por fricción (hf) para agua en metros por 30.47 metros de tubería de hierro forjado o acero.

½" NOMINAL		¾" NOMINAL		1" NOMINAL		1 ¼" NOMINAL		1 ½" NOMINAL		2" NOMINAL	
l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf
0,0442	0,2256	0,0631	0,0792	0,0631	0,0347	0,0946	0,0190	0,7571	0,3536	0,8833	0,1381
0,0631	0,5669	0,0946	0,2225	0,1262	0,1155	0,1262	0,0311	0,8833	0,4663	1,0094	0,1762
0,0946	0,8687	0,1262	0,3688	0,1893	0,2353	0,1893	0,0631	1,0094	0,5974	1,1356	0,2185
0,1262	1,4569	0,1577	0,5486	0,2524	0,3947	0,2524	0,1042	1,1356	0,7376	1,2618	0,2646
0,1577	2,1824	0,1893	0,7620	0,3155	0,5883	0,3155	0,1548	1,2618	0,8961	1,3880	0,3139
0,1893	3,0480	0,2208	1,0058	0,3785	0,8169	0,3785	0,2146	1,3880	1,0729	1,5142	0,3658
0,2208	4,0538	0,2524	1,2832	0,4416	1,0851	0,4416	0,2835	1,5142	1,2619	1,6403	0,4237
0,2524	5,2121	0,2839	1,5880	0,5047	1,3838	0,5047	0,3597	1,6403	1,4661	1,7665	0,4877
0,2839	6,4922	0,3155	1,9263	0,5678	1,7221	0,5678	0,4450	1,7665	1,6794	1,8927	0,5547
0,3155	7,8638	0,3785	2,7036	0,6309	2,0909	0,6309	0,5395	1,8927	1,9080	2,2082	0,7376
0,3470	9,4183	0,4416	3,5966	0,7571	2,9322	0,7571	0,7559	2,0189	2,1549	2,5236	0,9449
0,3785	11,125	0,5047	4,5720	0,8833	3,9014	0,8833	0,9997	2,1451	2,4140	2,8391	1,1735
0,4101	12,923	0,5678	5,7302	1,0094	5,0292	1,0094	1,2802	2,2712	2,6883	3,1545	1,4234
0,4416	14,843	0,6309	7,0104	1,1356	6,2789	1,1356	1,5911	2,3974	2,9809	3,4700	1,7038
0,4732	16,916	0,6940	8,4125	1,2618	7,6505	1,2618	1,9324	2,5236	3,2888	3,7854	2,0086
0,5047	19,111	0,7571	9,9365	1,3880	9,2050	1,3880	2,3104	2,6498	3,5966	4,1009	2,3439
0,5363	21,427	0,8202	11,521	1,5142	10,850	1,5142	2,7188	2,7760	3,9319	4,4163	2,7005
0,5678	23,865	0,8833	13,258	1,6403	12,679	1,6403	3,1608	2,9021	4,2672	4,7318	3,0785
0,5994	26,487	0,9464	15,148	1,7665	14,599	1,7665	3,6271	3,0283	4,6330	5,0472	3,5357
0,6309	29,230	1,0094	17,160	1,8927	16,642	1,8927	4,1453	3,1545	4,9987	5,3627	3,9014
0,6940	35,052	1,0725	19,232	2,0189	18,836	2,0189	4,6634	3,4700	6,0046	5,6781	4,3282
0,7571	41,452	1,1356	21,427	2,1451	21,153	2,1451	5,2426	3,7854	7,0714	5,9936	4,8158
0,8202	48,463	1,1987	23,774	2,2712	23,591	2,2712	5,8522	4,1009	8,2601	6,3090	5,3035
0,8833	55,778	1,2618	26,243	2,3974	26,212	2,3974	6,4922	4,4163	9,5402	6,9399	6,3703
0,9464	63,703	1,3880	31,699	2,5236	28,956	2,5236	7,1628	4,7318	10,911	7,5708	7,5286
		1,5142	37,185	2,6498	31,851	2,6498	7,8638	5,0472	12,344	8,2017	8,7782
		1,6403	43,586	2,7760	34,747	2,7760	8,5954	5,3627	13,898	8,8326	10,119
		1,7665	49,987	2,9021	37,795	2,9021	9,3574	5,6781	15,544	9,4635	11,582
		1,8927	56,997	3,0283	41,148	3,0283	10,149	5,9936	17,221	10,094	13,106
				3,1545	44,500	3,1545	10,972	6,3090	18,958	10,725	14,752
				3,4700	53,644	3,4700	13,167	6,9399	22,707	11,356	16,489
				3,7854	63,703	3,7854	15,544	7,5708	26,913	11,987	18,318
								4,1009	18,166	8,2017	31,394
								4,4163	20,970	8,8326	36,271
								4,7318	23,987	9,4635	41,757
								5,0472	27,188	10,094	47,548
								5,3627	30,541	10,725	53,340
								5,6781	34,137	11,356	59,740
								5,9936	37,795	11,987	66,446
										20,188	50,596

			6,3090	42,062	12,618	73,456	21,450	56,997
			6,9399	50,596				
			7,5708	60,045				

2 ½" NOMINAL		3" NOMINAL		4" NOMINAL		5" NOMINAL		6" NOMINAL		8" NOMINAL	
l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf	l/s	hf
1,3880	0,1311	3,4700	0,2405	6,3090	0,1902	6,3090	0,0622	18,927	0,1942	18,927	0,0497
1,5142	0,1530	3,7854	0,2816	6,9399	0,2268	7,5708	0,0872	20,188	0,2192	20,188	0,0561
1,6403	0,1768	4,1009	0,3261	7,5708	0,2673	8,8326	0,1158	21,450	0,2457	21,450	0,0628
1,7665	0,2021	4,4163	0,3719	8,2017	0,3100	10,094	0,1484	22,712	0,2737	22,712	0,0698
1,8927	0,2295	4,7318	0,4237	8,8326	0,3551	11,356	0,1847	23,974	0,3027	23,974	0,0771
2,2082	0,3048	5,0472	0,4785	9,4635	0,4023	12,618	0,2243	25,236	0,3322	25,236	0,0847
2,5236	0,3901	5,3627	0,5364	10,094	0,4542	13,879	0,2679	26,497	0,3658	28,390	0,1061
2,8391	0,4877	5,6781	0,5974	10,725	0,5090	15,141	0,3155	27,759	0,3993	31,545	0,1292
3,1545	0,5913	5,9936	0,6614	11,356	0,5669	16,403	0,3658	29,021	0,4328	34,699	0,1545
3,4700	0,7071	6,3090	0,7285	11,987	0,6279	17,665	0,4206	30,283	0,4694	37,854	0,1820
3,7854	0,8291	6,9399	0,8717	12,618	0,6919	18,927	0,4816	31,545	0,5060	41,008	0,2115
4,1009	0,9632	7,5708	1,0272	13,879	0,8291	20,188	0,5425	34,699	0,6066	44,163	0,2429
4,4163	1,1064	8,2017	1,1948	15,141	0,9784	21,450	0,6096	37,854	0,7132	47,317	0,2765
4,7318	1,2588	8,8326	1,3746	16,403	1,1400	22,712	0,6767	41,008	0,8321	50,472	0,3109
5,0472	1,4204	9,4635	1,5667	17,665	1,3106	23,974	0,7498	44,163	0,9540	53,626	0,3496
5,3627	1,5911	10,094	1,7709	18,927	1,4905	25,236	0,8291	47,317	1,0881	56,781	0,3871
5,6781	1,7739	10,725	1,9903	20,188	1,6794	26,497	0,9083	50,472	1,2283	59,935	0,4298
5,9936	1,9660	11,356	2,2189	21,450	1,8867	27,759	0,9888	53,626	1,3807	63,090	0,4755
6,3090	2,1671	11,987	2,4597	22,712	2,1092	29,021	1,0820	56,781	1,5392	69,399	0,5700
6,9399	2,5938	12,618	2,7127	23,974	2,3409	30,283	1,1735	59,935	1,7069	75,708	0,6706
7,5708	3,0480	13,879	3,2614	25,236	2,5817	31,545	1,2680	63,090	1,8806	82,017	0,7803
8,2017	3,5662	15,141	3,8405	26,497	2,8346	34,699	1,5179	69,399	2,2586	88,326	0,8992
8,8326	4,1148	16,403	4,4806	27,759	3,1090	37,854	1,7922	75,708	2,6700	94,635	1,0272
9,4635	4,6939	17,665	5,1511	29,021	3,3833	41,008	2,0940	82,017	3,1090	100,94	1,1643
10,094	5,3035	18,927	5,8522	30,283	3,6576	44,163	2,4171	88,326	3,5966	107,25	1,3076
10,725	5,9741	20,188	6,7056	31,545	3,9624	47,317	2,7584	94,635	4,1148	113,56	1,4600
11,356	6,6751	21,450	7,5590	34,699	4,7854	50,472	3,1151	100,94	4,6939	119,87	1,6185
11,987	7,3762	22,712	8,4430	37,854	5,6693	53,626	3,5052	107,25	5,2730	126,18	1,7861
12,618	8,1382	23,974	9,3574	41,008	6,6142	56,781	3,9319	113,56	5,9131	138,79	2,1397
13,879	9,8146	25,236	10,332	44,163	7,6200	59,935	4,3586	119,87	6,5837	151,41	2,5329
15,141	11,612	26,497	11,369	47,317	8,7173	63,090	4,8158	126,18	7,2542	164,03	2,9566
16,403	13,563	27,759	12,466	50,472	9,8755	69,399	5,7912	132,48	7,9858	176,65	3,4138
17,665	15,636	29,021	13,594	53,626	11,125	75,708	6,8580	138,79	8,7782	189,27	3,9014
18,927	17,830	30,283	14,782	56,781	12,435	82,017	8,0162	145,10	9,5707	201,88	4,4196
22,081	24,140	31,545	16,002	59,935	13,807	88,326	9,2659	151,41	10,424	214,50	4,9987
25,236	31,394	34,699	19,263	63,090	15,301	94,635	10,607	157,72	11,277	227,12	5,6083
28,390	39,624	37,854	22,799	69,399	18,440	100,94	12,039	164,03	12,161	239,74	6,2484
31,545	48,768	41,008	26,670	75,708	21,945	107,25	13,563	170,34	13,075	252,36	6,8885
34,699	58,826	44,163	30,784	82,017	25,694	113,56	15,148	176,65	14,051	283,90	8,6868
37,854	70,104	47,317	35,356	88,326	29,748	119,87	16,825	182,96	15,057	315,45	10,698
				94,635	34,137	126,18	18,592	189,27	16,093	346,99	12,954
										378,54	15,392

**Capacidad de las bombas**

La bomba o bombas para un sistema hidroneumático deben estar en posibilidad de operar entre una gama de presiones de descarga, variando entre la alta y la baja del tanque. Generalmente la baja presión y no la alta es la que determina el punto base para la selección de la bomba.

Considerando un sistema hidroneumático en operación real, en el nivel superior la bomba o bombas no actúan. Cuando el agua sale del tanque, la presión y el nivel del agua bajan y por lo tanto la bomba arranca. El nivel inferior de agua deberá ocurrir cuando la demanda está creciendo a su valor máximo. Por lo tanto para prevenir que el nivel del agua siga decreciendo, la bomba debe estar al parejo de la demanda.

Es de notar que la presión del tanque en su nivel inferior caerá ligeramente abajo de la mínima de diseño, mientras la bomba toma velocidad, pero en la práctica, esto no tiene ningún efecto adverso en la operación del sistema. En algunas condiciones puede parecer objetable, entonces que la presión del tanque se eleve unos cuantos  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , después de que el sistema ha sido instalado.

Cuando se usa una sola bomba, su capacidad deberá ser aproximadamente 1.5 veces el gasto máximo instantáneo a presión baja. Los controles para bombas dúplex son arreglados generalmente de tal manera que la segunda bomba arranque en caso de que el nivel continúe bajando cuando esté operando una sola bomba. Es conveniente que cada bomba funcione cuando menos al gasto máximo y a la presión más baja.

Habiéndose seleccionado la bomba o bombas para cubrir los requisitos de baja presión, la descarga a la alta presión deberá ser verificada solamente para asegurar si es la correcta, de tal manera que la bomba no funcione continuamente. Por ejemplo, supóngase una demanda máxima de 6.309 litros por segundo y un gasto promedio de 1.262 litros por segundo. A menos que la bomba descargue más de 1.262 l/s en la presión alta, nunca debe ser desconectada, puesto que apenas estará manteniéndose la demanda arriba de la presión mínima y no llenando la descarga extra para aumentar el nivel del agua.

En la Figura 11.1 se muestran las curvas de operación de varias familias de bombas centrífugas. La característica de las bombas centrífugas es de hecho, que la potencia al freno aumenta con la disminución de la presión de descarga, y el tamaño del motor para las bombas que alimentan un tanque hidroneumático también debe estar basado en la baja presión. Refiriéndose a la Figura 11.1, en el punto A con una altura de descarga de 45.72 m ( $4.572 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ) y potencia de 7 1/2 H.P. comparado con 4.75 H.P. en el punto B y con una altura de descarga de 53.34 m ( $5.334 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ). En consecuencia se deduce que la bomba debe tener un motor de 7 1/2 H.P., por las condiciones de baja presión.

Para asegurar que las bombas cubran las necesidades de diseño, las especificaciones deben dar los gastos de bombeo, tanto en baja como en alta presión

Para determinar el tamaño de las bombas se toma en cuenta la carga positiva en la entrada. Así, si en un sistema similar al de la Figura 11.2, la presión mínima del tanque fuera de  $4.57 \text{ kg}/\text{cm}^2$  y la presión mínima de suministro a la entrada de la bomba de  $1.406 \text{ kg}/\text{cm}^2$  entonces la bomba puede ser seleccionada para una carga de  $3.164 \text{ kg}/\text{cm}^2$ . Es necesario aclarar que en nuestro medio no se autoriza la succión directa con el equipo de bombeo a partir de la red municipal de abastecimiento de agua.

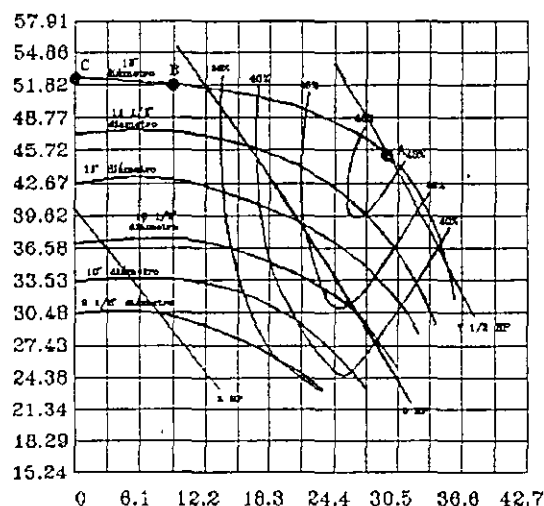


Figura 11.1. Curvas de operación de bombas centrífugas.

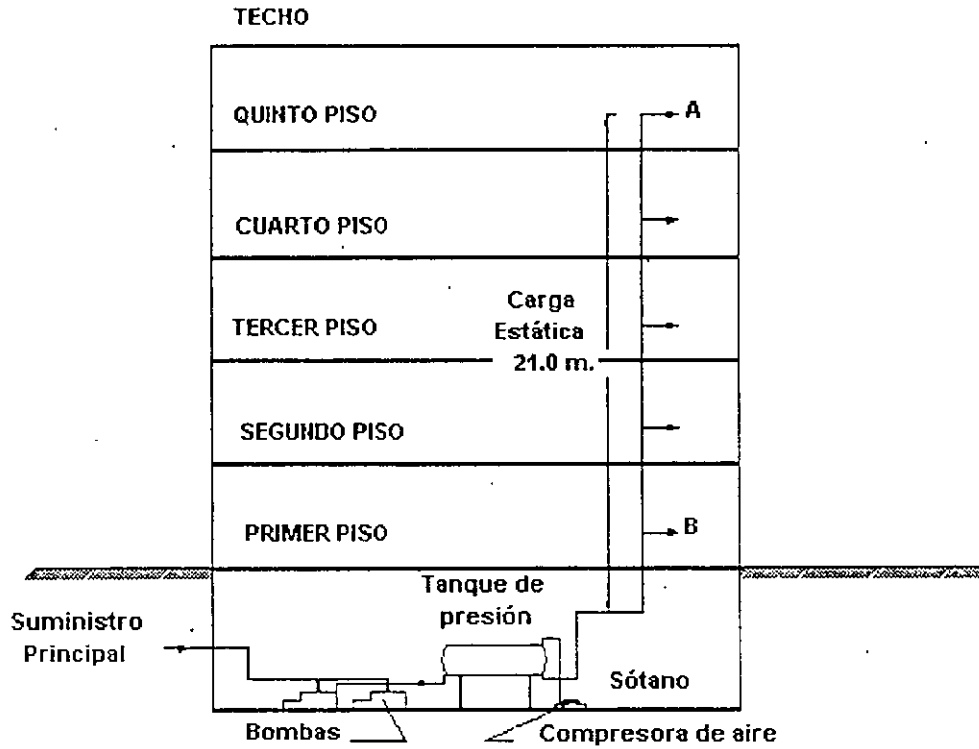


Figura 11.2. Sistema usual de distribución.

### 11.3. Determinación de las presiones de trabajo del tanque y los niveles de agua

#### Nivel bajo de agua (NBA)

Es el menor nivel establecido en el tanque que corresponde a la presión más baja a partir de la cual el sistema está diseñado para operar. Normalmente el NBA se establece, de tal manera que al menos el 10% de la capacidad total del tanque quede por debajo de ese nivel, como un colchón de agua para evitar la posibilidad de pérdida de aire en el tanque.

#### Nivel alto de agua (NAA)

Es el nivel superior establecido en el tanque que corresponde a la presión más alta bajo la cual el sistema está diseñado para operar.

#### Selección del diferencial de presión

Seleccionando el mejor diferencial de presión de operación, pueden determinarse fácilmente los niveles de control en el tanque, los diferenciales de bombeo y la eficiencia del tanque usando las curvas de las Figuras 11.3 y 11.4.

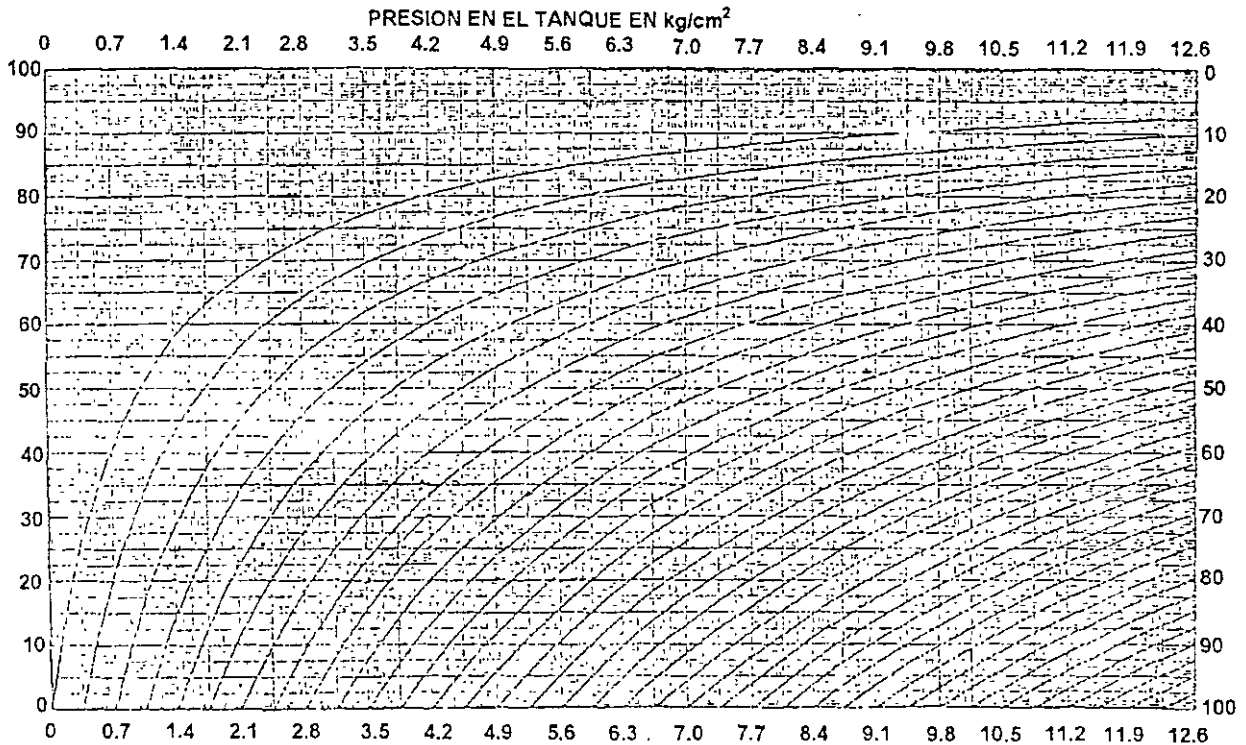


Figura 11.3. Diferenciales de volumen y presión para tanques hidroneumáticos.

En el ejemplo 11.1 se seleccionó arbitrariamente un diferencial de presión de operación de 1.4 kg/cm<sup>2</sup>. Ahora se puede indicar cómo determinar el nivel alto de agua (NAA) deseado, el diferencial de volumen de bombeo, la eficiencia del tanque y si 1.4 kg/cm<sup>2</sup> de diferencial de presión es la cantidad conveniente para el ejemplo.

Refiriéndose a la curva de la Figura 11.3 se debe empezar en el punto que indica una reserva del 10% del volumen en el tanque y seguir esa línea horizontal hasta donde se intersecte la línea vertical de presión de 2.8 kg/cm<sup>2</sup>. Seguir la curva de presión más cercana (en este caso la curva de 2.46 kg/cm<sup>2</sup>) hasta donde se intersecta con la línea vertical de 4.2 kg/cm<sup>2</sup>. Entonces por interpolación se determina el punto que indique que el agua ocupará aproximadamente el 34% del total de la capacidad del tanque, cuando el aire ha sido comprimido de 2.8 kg/cm<sup>2</sup> a 4.2 kg/cm<sup>2</sup>. El nivel de agua equivalente a 34% del volumen del tanque, establece el NAA deseado.

El diferencial de bombeo es el diferencial de volumen entre el NBA y el NAA en el tanque. Este diferencial expresado en porcentaje, también indica la eficiencia del tanque. Así, 34% menos 10% indica que el diferencial de bombeo es 24% del total del volumen del tanque. Con el 24% del total del volumen del tanque disponible para bombeo, la eficiencia del tanque también es de 24%.

Ahora pueden establecerse los niveles tanto del NBA como del NAA en el tanque. El volumen en un tanque vertical cilíndrico es proporcional a su altura. Si se asume un tanque vertical de 183 cm de altura y la descarga del tanque está localizada en la parte baja, entonces el NBA es 10/100 x 183 ó 18.3 centímetros sobre la parte baja del tanque y el NAA es 34/100 x 183 ó 62.22 centímetros sobre la parte baja del tanque.

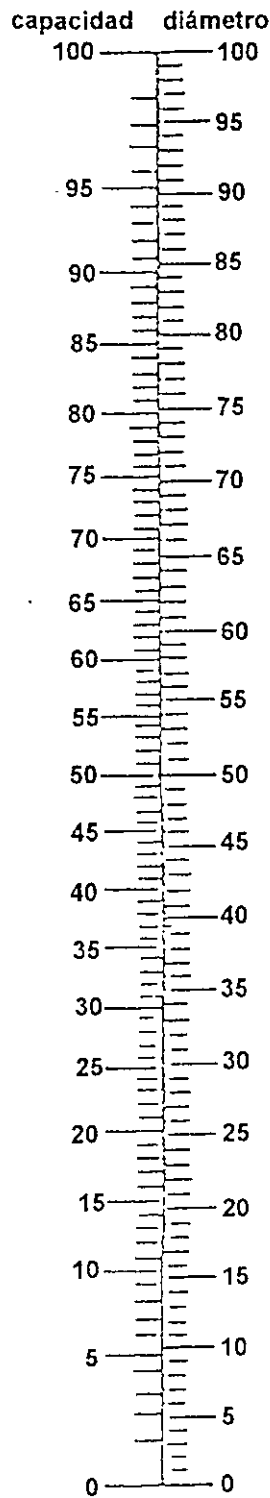


Figura 11.4. Conversión de la capacidad de la altura para tanques horizontales cilíndricos.

El volumen en un tanque horizontal cilíndrico no es proporcional a su diámetro (altura) así que es necesario referirse a la curva de la Figura 11.4 para convertir el porcentaje de la capacidad al porcentaje del diámetro. Así, 10% de la capacidad del tanque es equivalente a aproximadamente 15.7% del diámetro y 34% de su capacidad es equivalente a aproximadamente 37.4% de su diámetro. Si se asume un tanque horizontal de 183

cm de diámetro, entonces el NBA es  $15.7/100 \times 183$  ó 28.73 centímetros sobre la parte baja y el NAA es  $37.4/100 \times 183$  ó 68.44 centímetros sobre la parte baja.

Resumiendo, se ha establecido cómo determinar el NBA y el NAA, el diferencial de bombeo y la eficiencia del tanque. La consideración restante es para determinar el diferencial de presión de operación más deseable.

Asumiendo, por ejemplo, que la presión diferencial será de 2.1 kg/cm<sup>2</sup> con 2.81 kg/cm<sup>2</sup> en el NBA y 4.92 kg/cm<sup>2</sup> en el NAA, procediendo como se describe arriba y determinando que a 4.92 kg/cm<sup>2</sup> el agua ocupará aproximadamente el 42% del total del volumen del tanque. El diferencial de bombeo es el 32% del volumen total del tanque y su eficiencia es también 32%. Esta es una ganancia de 8 puntos sobre la selección de presión de 2.81-4.2 kg/cm<sup>2</sup>. El diferencial de bombeo gobierna el tamaño del tanque que será requerido y también puede afectar el tamaño de la bomba y su manejo a causa del rango en el diferencial de presión. Es deseable evaluar el costo de cada arreglo para determinar el sistema más eficiente.

### Presión del tanque

La presión del tanque debe ser controlada entre límites que resulten aceptables, entre la máxima y mínima de descarga. Estas presiones dependerán de las necesidades de cada instalación particular.

La presión de descarga del tanque debe ser todo el tiempo suficiente, para proporcionar la carga requerida en cualquier punto de uso en el edificio, teniendo en cuenta la carga necesaria para las pérdidas debidas a la circulación del agua en la tubería, así como la carga estática debida a la diferencia de nivel, entre el tanque y la salida del agua. La presión mínima aceptable en el tanque deber ser cuando menos una presión que satisfaga estos requisitos.

Deberá notarse que la determinación de la presión necesaria en el agua de suministro, es parte del diseño en cualquier edificio independientemente del origen del agua; el método de cálculo de un sistema hidroneumático no es diferente de aquél para un edificio con sistema de abastecimiento directo a la red de distribución interior.

El volumen del tanque entre los niveles del agua más alto y más bajo, es la cantidad de agua que debe ser desalojada antes de que la bomba vuelva a arrancarse. Entre mayor sea la cantidad disponible de agua, menor será el número de ciclos de bombeo.

Mientras que la mínima presión aceptable se basa usualmente en las necesidades del mueble más desfavorable, la máxima presión debe de considerarse para los más cercanos al tanque hidroneumático.

### Ejemplo 11.2

Determinar las presiones del tanque para el sistema mostrado en la Figura 11.2, considerando los siguientes datos.

Presión requerida, punto A	1.40 kg/cm <sup>2</sup>
Pérdidas de carga en la tubería hasta el nudo A	1.055 kg/cm <sup>2</sup>
Carga estática (desde el tanque al punto A)	<u>2.103 kg/cm<sup>2</sup></u>
Presión mínima requerida en el tanque	4.558 kg/cm <sup>2</sup>

La presión en el punto B, a la presión mínima del tanque debe ser cuando menos de 4.558 kg/cm<sup>2</sup>, siendo menor la carga estática y cualquier pérdida debida a la fricción en ese mismo punto. Esta es una presión relativamente alta para un sistema de plomería y no será conveniente llegar arriba de éste valor. Sobre esta base, 5.273 kg/cm<sup>2</sup>, puede ser seleccionada como la máxima.

Eventualmente la presión del tanque subirá por encima de 5.273 kg/cm<sup>2</sup> y podemos reducirla en el punto B (y en otros artefactos, si es necesano) por medio de válvulas reductoras de presión. Pero la ganancia en el agua disponible del tanque y el resultado de la reducción del número de ciclos de bombeo, no es suficiente para justificar el uso de las válvulas reductoras de presión en el sistema.



#### 11.4. Determinación de la capacidad y tamaño del tanque mediante la ley de Boyle

##### Tamaño del tanque

El tamaño del tanque hidroneumático es muy arbitrario. En sí el problema requiere propiamente las relaciones entre la presión alta y baja, los respectivos niveles de agua y la cantidad que debe ser desalojada del tanque.

##### Tanques verticales

Considérese un tanque cilíndrico vertical como el mostrado en la Figura 11.5. Las relaciones básicas a partir de la ley de Boyle, que se expusieron en el Capítulo 9, son:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (9.1)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad (9.2)$$

y como

$$V_1 = \frac{\pi D^2 h_3}{4} \quad \text{y} \quad V_2 = \frac{\pi D^2 h_4}{4}$$

entonces:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{h_4}{h_3}$$

La cantidad de agua desalojada entre el nivel superior e inferior puede ser expresada como sigue:

$$\text{Agua disponible} = V_2 - V_1 = \frac{\pi D^2 (h_4 - h_3)}{4}$$

Como debe evitarse la entrada del aire al sistema de distribución, se dejará un volumen de agua que permanezca abajo del nivel inferior, de un 10% del volumen total del tanque.

Por lo tanto la altura mínima del nivel inferior arriba de la salida del tanque es "h<sub>2</sub>" y la altura máxima de este nivel al tope del tanque es "h<sub>4</sub>", definiéndose de la siguiente manera:

$$h_4 \text{ máxima} = 0.90 H \quad (11.1)$$

$$h_2 \text{ mínima} = 0.10 H \quad (11.2)$$

de la Figura 11.5:

$$h_1 \text{ máxima} = H - h_3$$

pero:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{h_4}{h_3} \quad \text{por lo que:} \quad h_3 = h_4 \frac{P_2}{P_1}$$

como h<sub>4</sub> = 0.90H, entonces:

$$h_4 \text{ mínima} = 0.90H \left( \frac{P_2}{P_1} \right) \quad (11.3)$$

$$h_1 \text{ máxima} = H - h_3 = H \left[ 1 - 0.90 \left( \frac{P_2}{P_1} \right) \right] \quad (11.4)$$

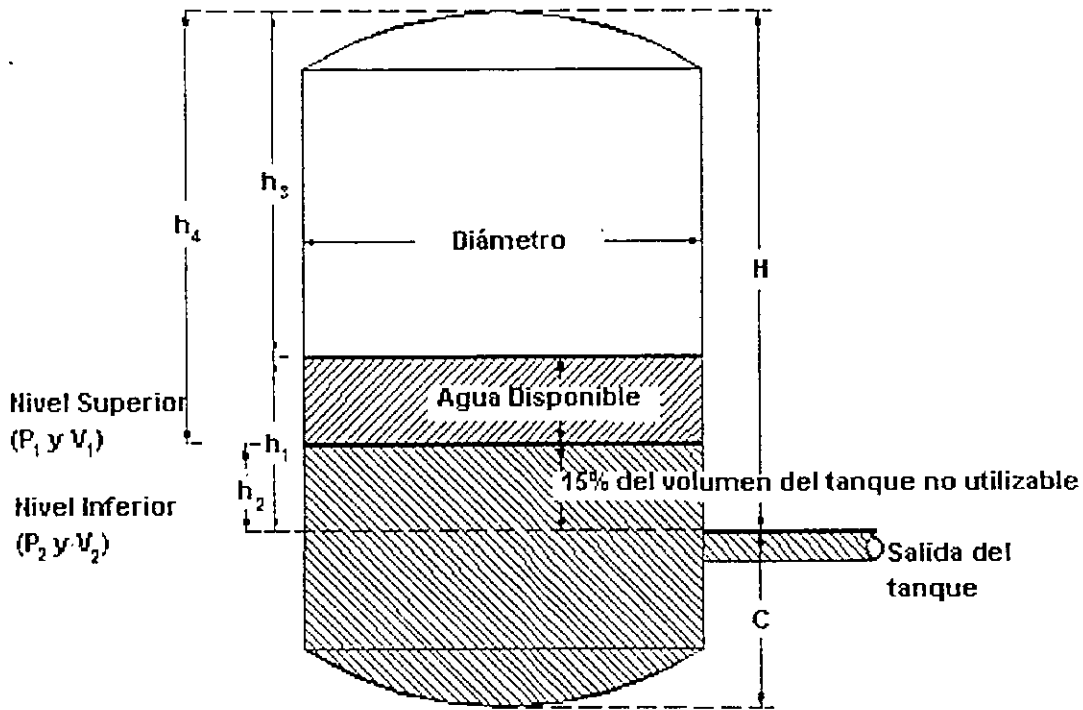


Figura 11.5. Relaciones de nivel-volumen de un tanque vertical.

Donde H es la altura nominal del tanque medida a partir de la salida del tanque. En el caso de que la salida sea en el fondo, "H" representará la altura total del tanque.

Las ecuaciones (11.2) y (11.4) representan los niveles inferior y superior respectivamente, para la máxima cantidad de agua que puede desalojar el tanque, para una combinación particular de presiones. El efecto de la curvatura en los extremos no se toma en cuenta en ambas ecuaciones. Si se considera otro valor diferente del 10% en el volumen de agua que debe permanecer en el tanque, las ecuaciones (11.2) y (11.4) serán diferentes.

### Tanques horizontales

En el caso de un tanque horizontal los cálculos se complican más, ya que el volumen no es proporcional a la altura, como se ve en la Figura 11.6.

El diseño de tanques horizontales puede hacerse por medio del nomograma mostrado en la Figura 11.7, que se construye con la ecuación de Boyle ( $P_1 V_1 = P_2 V_2$ ) para el volumen de aire en un tanque hidroneumático, donde:

$P_1$  = Presión inicial (alta) en  $\text{kg/cm}^2$ .

$P_2$  = Presión final (baja) en  $\text{kg/cm}^2$ .

$V_1$  = Volumen inicial de agua a la presión  $P_1$ , expresado en porcentaje del volumen total del tanque.

$V_2$  = Volumen final de la presión  $P_2$ , expresado en porcentaje del volumen total del tanque.

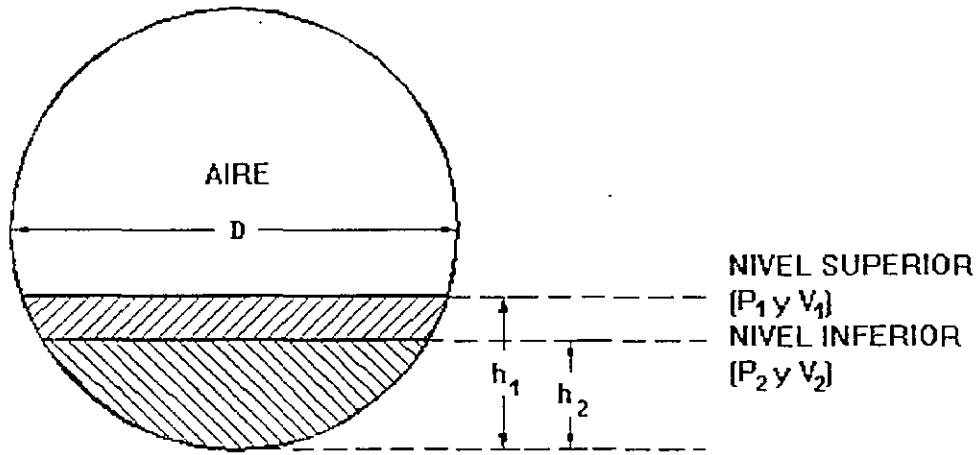


Figura 11.6. Relaciones de nivel-volumen de un tanque horizontal.

El nomograma se construyó de la siguiente forma:

$$\text{Ecuación } P_2 V_2 = P_1 V_1$$

Tomando logaritmos:

$$\log P_1 \log V_1 = \log P_2 \log V_2$$

haciendo

$$\log P_2 \log V_2 = q \tag{11.5}$$

$$\log P_1 \log V_1 = q \tag{11.6}$$

Las escalas para la ecuación (a) son:

$$X = M_1 \log P_2$$

$$Y = M_2 \log V_2$$

$$Z = M_3 q$$

y las escalas para la ecuación (b) son:

$$Z = M_3 q$$

$$S = M_4 \log P_1$$

$$W = M_5 \log V_1$$

Las graduaciones de  $P_2$ ,  $P_1$  y  $V_2$  comienzan en cualquier parte a lo largo de su eje, pero un punto de partida para la graduación de la escala  $V_1$ , se determina de acuerdo con tres valores  $P_2 = P_{20}$ ,  $V_2 = V_{20}$ , y  $P_1 = P_{10}$ , que satisfagan la ecuación. Para mayor facilidad se trazarán sobre las escalas  $V_1$  y  $V_2$  las alturas de agua  $h_1$  y  $h_2$  respectivamente, en porcentaje del diámetro del tanque.

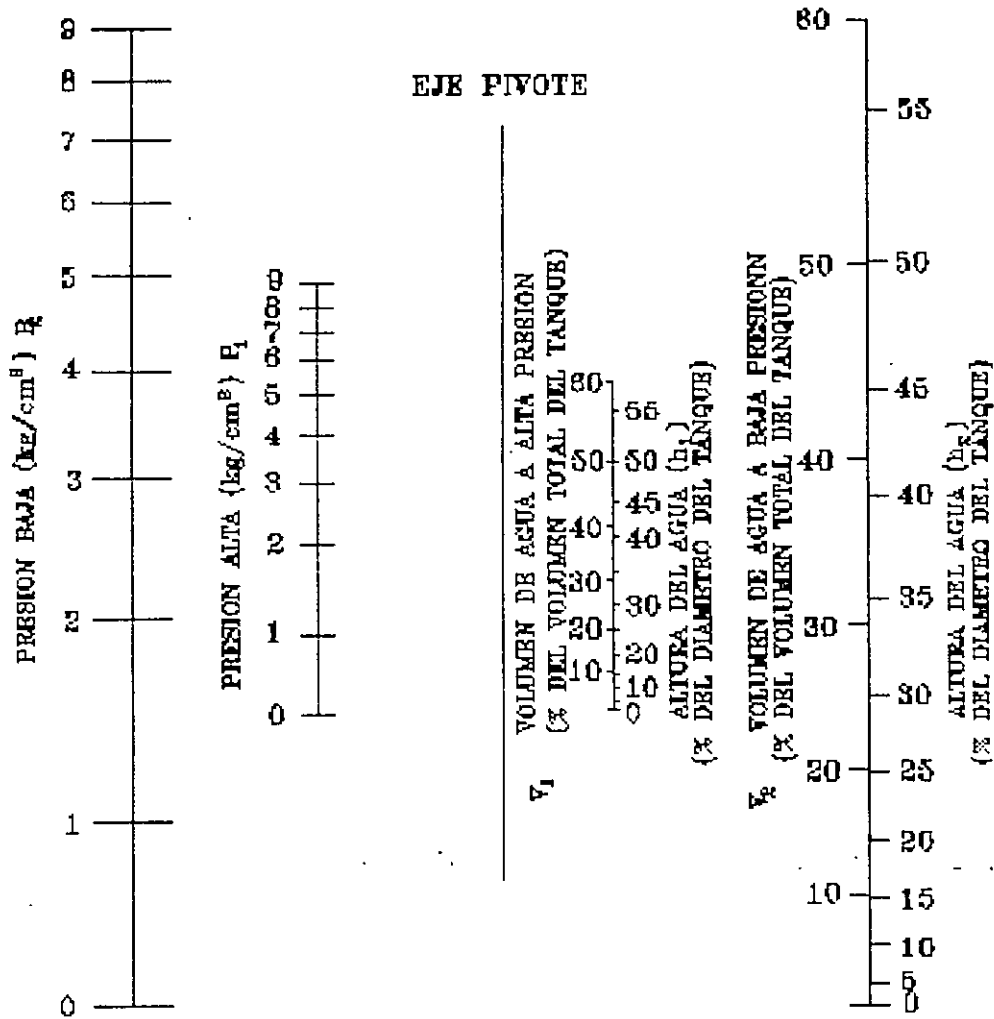


Figura 11.7. Relaciones entre presiones y niveles de agua en tanques hidroneumáticos horizontales.

**Forma de uso del nomograma**

Una vez fijados los requisitos de presión alta y baja en el nomograma, se traza una línea que una los dos valores de presiones correspondientes en las escalas P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub>. Del punto donde ésta línea corta la línea índice, se traza otra a la escala V<sub>2</sub> que es el volumen mínimo aceptable a nivel inferior. Por lo tanto esta línea corta a la escala V<sub>1</sub> y se leerá también el volumen de agua a nivel superior y simultáneamente los valores h<sub>1</sub> y h<sub>2</sub> equivalentes a los volúmenes V<sub>1</sub> y V<sub>2</sub>.

Entonces:

Volumen del tanque x (V<sub>1</sub> - V<sub>2</sub>) = agua disponible desalojada.

h<sub>1</sub> x D = nivel superior del agua (en las mismas unidades que D).

h<sub>2</sub> x D = nivel inferior (en las mismas unidades que D).

Para cualquier par de presiones alta y baja en el tanque hidroneumático, habrá una infinidad de niveles de agua. Sin embargo, solamente una combinación dará la máxima cantidad de agua que debe desalojar el tanque. Obviamente, la gran porción de volumen ocupado por el aire comprimido a nivel superior, será mayor

cuando el agua se desaloje por la expansión del aire. En el tanque horizontal como en el caso del tanque vertical, el nivel inferior ocupa el 10% del volumen total.

El volumen de agua que permanece a nivel inferior debe ser medido por encima de la salida del agua. En todas las ilustraciones del tanque horizontal y todos los cálculos hechos, se supuso la salida en el fondo del mismo. En el caso de que la salida sea en uno de los extremos, el 10% mínimo debe ser tomado como una cantidad arriba de la salida, como se muestra en la Figura 11.8. Para corregir el volumen no utilizable, es decir el que queda abajo de la salida, se agrega al volumen representado por "a" el 10% requerido. (Todos los requisitos se pueden obtener en el nomograma). Este volumen (a la altura b) representará entonces el volumen del nivel inferior y será empleado en lugar del 10% normal.

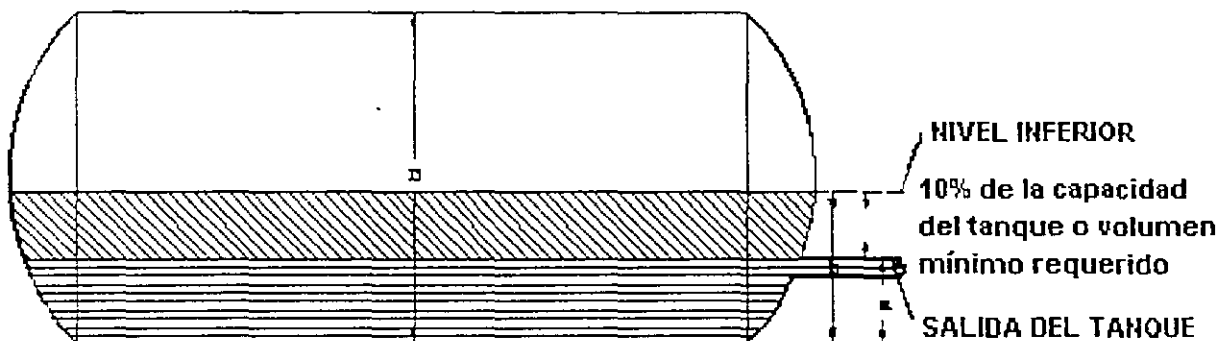


Figura 11.8. Salida en uno de los extremos de un tanque horizontal.

Por ejemplo, si se tuviera un tanque en el cual la altura "a" fuera de 15.24 cm, y el diámetro "D" del tanque fuera de 152.4 cm, el volumen no utilizable es 5 1/2 % de la capacidad del tanque. Entonces la altura b es:

$$b = 5.5 + 10 = 15.5\% \text{ del volumen del tanque.}$$

Este valor es, para este caso, el volumen mínimo que debe tener el tanque en nivel inferior y este nivel leído en el nomograma es de 26% del diámetro ó 40 cm. Teniendo así determinado el nivel inferior podremos encontrar el nivel superior en el nomograma y también la cantidad de agua en porcentaje del volumen del tanque que será desalojada entre los niveles.

### Selección del tanque

El tamaño de un tanque depende tanto del diferencial de volumen de la bomba ya establecido, como del número de ciclos de bombeo deseados. Las experiencias indican que el número promedio de ciclos de bombeo no necesita ser mayor de seis ciclos por hora y muy pocas veces menor de cuatro ciclos por hora.

Cuanto más grande sea el número de ciclos de bombeo, más pequeño será el tamaño del tanque requerido. Esto es importante cuando el costo inicial de una instalación es significativo.

Con menos ciclos se requerirá un tanque más grande, pero algunas veces se tienen consideraciones más importantes que la del costo inicial. Se recomiendan menos ciclos de bombeo en instalaciones de hospitales, sanitarios, hoteles, etc., donde arranques y paros frecuentes puedan presentarse, y ser molestos y cuando se desea una reserva más grande, por ejemplo cuando la instalación es usada para protección contra incendio.

En el Capítulo 10, se presentan varias opciones y modelos de tanques hidroneumáticos las cuales cuentan con las dimensiones y capacidades de cada uno de ellos. Si es necesario escoger alguno de estos tanques, será necesario referirse al mencionado capítulo.

Para fines de diseño se recomienda que el volumen disponible de agua en el tanque, es decir el volumen de agua desalojada, satisfaga por un minuto el gasto máximo instantáneo de la edificación.

El procedimiento a seguir para la selección del tanque se ilustra con un ejemplo.

Ejemplo 11.3.

En una edificación se han calculado las condiciones de presión con las cuales trabajará el edificio. Los valores obtenidos son los siguientes:

Presión alta: 5.27 kg/cm<sup>2</sup>

Presión baja: 4.57 kg/cm<sup>2</sup> (incluyendo el 10% del volumen residual)

Demanda máxima (gasto máximo instantáneo):

Q<sub>mi</sub> = 1.58 l/s

Determinar el tanque vertical más apropiado para el funcionamiento óptimo del sistema.

Solución.

De las relaciones vistas en el Capítulo 9 tenemos:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$V_1 = \frac{P_2 V_2}{P_1} \quad V = \text{volumen total}$$

$$xV = \frac{P_2 \cdot 0.90V}{P_1}$$

$$x = \frac{0.90 P_2}{P_1} = \frac{0.90(4.57)}{5.27} = 0.78$$

Agua desalojada = 0.90V - 0.78V = 0.12V      ==> 12% del volumen del tanque

Como el Q<sub>mi</sub> es de 1.58 l/s, con 1 minuto de ésta demanda máxima se obtiene:

$$V = \frac{1 \text{ minuto} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} \times 1.58 \text{ l/s}}{0.12} = 790 \text{ litros}$$

Cotejando la tabla de especificaciones de los tanques hidroneumáticos de la compañía "Evans" (Cuadro 11.11), puede seleccionarse el tanque vertical modelo EQAFV500 cuyo volumen es de 900 litros y su diámetro es de 77.5 cm.

Ejemplo 11.4.

Realizar el ejemplo 11.3 para un tanque horizontal.

Usando el nomograma se tienen las condiciones dadas

Volumen de agua a alta presión = 24% del volumen del tanque.

Volumen de agua a baja presión = 10% del volumen del tanque.

Agua desalojada = 24 - 10 = 14% del volumen del tanque.

Como el gasto máximo instantáneo es de 1.58 l/s y el volumen disponible es igual a 1 minuto de ésta demanda máxima, entonces se tiene que:

$$\text{El volumen del tanque} = V = \frac{1 \text{ minuto} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} \times 1.58 \text{ l/s}}{0.14} = 677 \text{ litros}$$

En el Cuadro 11.11, se puede observar que no existe un tanque que por sí solo proporcione ese volumen de agua, sin embargo, pueden utilizarse dos tanques modelo "EQAFH200" cuyos volúmenes son de 400 litros cada uno, y sus diámetros son de 60 cm.

Debe recordarse que la relación presión-volumen  $P_1V_1 = P_2V_2$ , se cumple solamente bajo condiciones de temperatura constante. Normalmente durante la compresión de aire, la temperatura aumenta y durante la expansión disminuye. Por lo tanto la transferencia de calor entre el aire que se encuentra dentro del tanque y el material de éste, depende de la temperatura ambiente y del tiempo. En consecuencia la compresión y la expansión rara vez es a temperatura constante y es más adecuado establecer la ecuación  $P_1 V_1^n = P_2 V_2^n$  en donde "n" varía entre 1 y 1.4; para cálculos prácticos "n" se toma como uno. El efecto de esta simplificación es que en el sistema de operación, el nivel superior real del agua, será un poco más bajo que el del punto de diseño y el nivel inferior un poco más alto que su punto de diseño; de donde resulta una cantidad menor de agua que la calculada. Las modificaciones a partir de las presiones de diseño alta y baja, se considerarán despreciables.

**Ejemplo 11.5**

Se tiene un edificio de oficinas, el cual cuenta con planta baja y 5 pisos más. En cada piso se encuentran ubicados unos sanitarios. La planta baja, y los pisos 2 y 4 son sanitarios para damas, los cuales están amueblados con 1 vertedero, 6 lavabos y 6 excusados con válvula de fluxómetro, mientras que los pisos 1, 3 y 5 son sanitarios para varones, los cuales están amueblados con 1 vertedero, 6 mingitonos con válvula de fluxómetro, 3 lavabos y 5 excusados con válvula de fluxómetro. Todos los muebles usan únicamente agua fría. Determinar las características del sistema hidroneumático que se necesitará para satisfacer la demanda de agua dentro de la edificación. El agua para el suministro será proporcionada por una cisterna localizada en el sótano de la edificación. La carga estática, tomada desde la localización del sistema hidroneumático hasta el último piso (considerando la altura de cada piso y del sótano de 3 metros), es de 21 metros.

**Solución.**

En la Figura 11.9 se ve la distribución de los sanitarios para damas y en la Figura 11.10 la de los sanitarios para varones. Se puede ver en las Figuras 11.11 y 11.12 el trazo de las redes de distribución y el establecimiento de secciones de análisis de éstas redes; esto con el fin de poder determinar más fácilmente el gasto máximo instantáneo de la edificación.



Figura 11.9. Sanitarios para damas.



Figura 11.10. Sanitarios para varones.

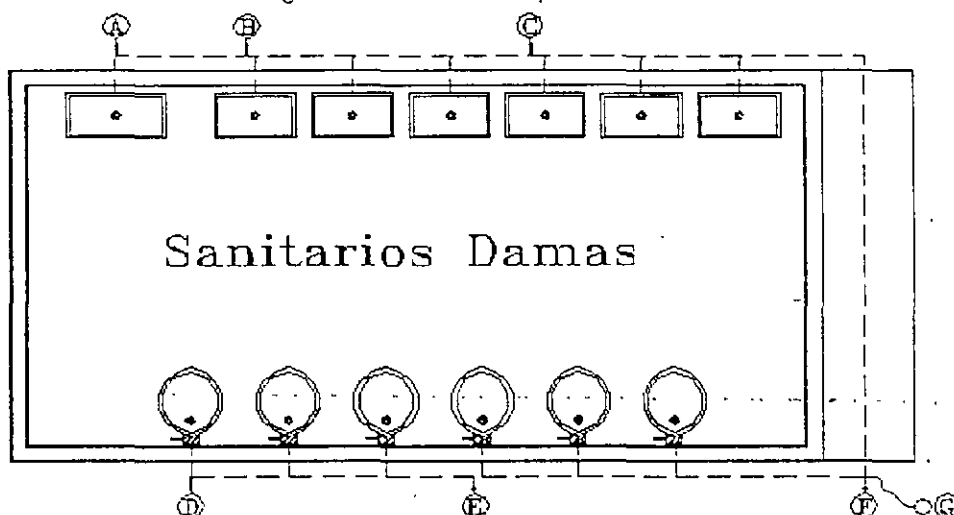


Figura 11.11. Red de distribución para los sanitarios de damas.

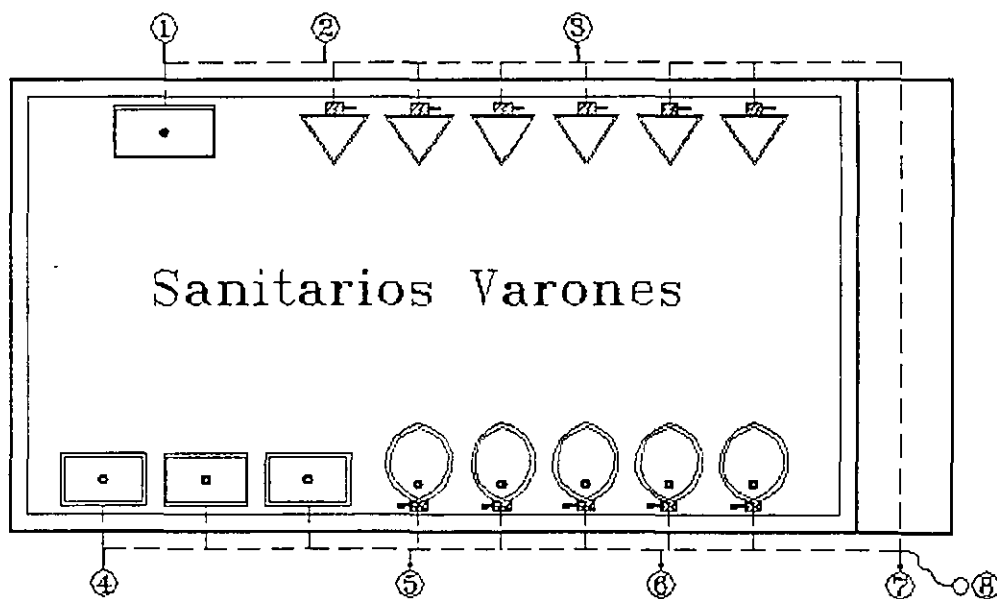


Figura 11.12. Red de distribución para los sanitarios de varones .



**Determinación del gasto máximo instantáneo.**

Determinación del QMI de los sanitarios para damas.

**DERIVACIONES**

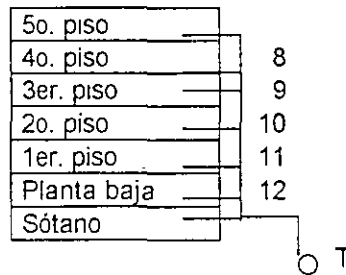
TRAMO	MUEBLE	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	UNIDADES MUEBLE TOTALES	QMI (l/s)
A-B	Vertedero	1	3	3	0.20
B-C	Vertedero	1	3	9	1.71
	Lavabo	3	2		
C-F	Vertedero	1	3	15	1.99
	Lavabo	6	2		
D-E	Excusado	3	10	30	2.59
E-F	Excusado	6	10	60	3.47
F-G	Vertedero	1	3	75	3.78
	Lavabo	6	2		
	Excusado	6	10		

Determinación del gasto máximo instantáneo de los sanitarios para varones.

**DERIVACIONES**

TRAMO	MUEBLE	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	UNIDADES MUEBLE TOTALES	QMI (l/s)
1-2	Vertedero	1	3	3	0.20
2-3	Vertedero	1	3	18	2.12
	Mingitorio	3	5		
3-7	Vertedero	1	3	33	2.68
	Mingitorio	6	5		
4-5	Lavabo	3	2	6	1.56
5-6	Lavabo	3	2	36	2.78
	Excusado	3	10		
6-7	Lavabo	3	2	56	3.37
	Excusado	5	10		
7-8	Vertedero	1	3	89	4.08
	Mingitorio	6	5		
	Lavabo	3	2		
	Excusado	5	10		

Determinación del gasto máximo instantáneo de la edificación.



COLUMNA

TRAMO	MUEBLE	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	UNIDADES MUEBLE TOTALES	QMI (l/s)
7-8	Vertedero	1	3	89	4.08
	Mingitorio	6	5		
	Lavabo	3	2		
	Excusado	5	10		
8-9	Vertedero	2	3	164	5.29
	Mingitorio	6	5		
	Lavabo	9	2		
	Excusado	11	10		
9-10	.....	.....	.....	253	6.41
10-11	.....	.....	.....	328	7.21
11-12	.....	.....	.....	417	8.06
12-T	.....	.....	.....	492	8.77

Por lo que el gasto requerido por la edificación, es entonces de 8.77 l/s.

TRAMO	QMI	Diámetro teórico (mm)	Diámetro comercial (mm)	(")
A-B	0.20	15.96	19.00	¾
B-C	1.71	46.66	51.00	2
C-F	1.99	50.34	51.00	2
D-E	2.59	57.43	64.00	2 ½
E-F	3.47	66.47	64.00	2 ½
F-G	3.78	69.37	76.00	3
1-2	0.20	15.96	19.00	¾
2-3	2.12	51.95	51.00	2
3-7	2.68	58.41	64.00	2 ½
4-5	1.56	44.57	51.00	2
5-6	2.78	59.49	64.00	2 ½
6-7	3.37	65.50	64.00	2 ½
7-8	4.08	72.08	76.00	3
8-9	5.29	82.07	102.00	4
9-10	6.41	90.34	102.00	4
10-11	7.21	95.81	102.00	4
11-12	8.06	101.30	102.00	4
12-T	8.77	105.67	102.00	4

Determinación de la presión máxima y mínima requerida en el tanque.

Para la determinación de estas presiones, es necesario calcular primero la carga requerida Hr. Esta carga está dada por la siguiente ecuación:

$$H_r = H_e + \frac{P_2}{\gamma} + \sum_1^2 h_r$$

donde:

Hr = carga requerida

He = carga estática

$\frac{P_2}{\gamma}$  = presión mínima de operación en el mueble más desfavorable

$\sum_1^2 h_f$  = pérdidas de energía en la tubería

En este caso, la carga estática ( $H_e$ ) es de 21 metros. El mueble más desfavorable para la edificación, es el mingitorio con válvula de fluxómetro, que se localiza en el piso 5, el cual requiere de una carga de presión ( $P_2/\gamma$ ) de 1.0 kg/cm<sup>2</sup>.

Como este ejemplo es un anteproyecto, para calcular las pérdidas en las tuberías, se recurrió a las tablas que se presentan en la Figura 11.2, dado que con éstas podemos determinar de una forma preliminar, cuáles serán las pérdidas. Cotejando dichas tablas, teniendo un diámetro de tubería de 4" y un gasto de 8.77 litros por segundo, las pérdidas serán entonces de 0.245 metros (dado que la longitud de la tubería es de aproximadamente 21 metros).

Entonces la carga requerida es de:

$$H_r = 21 + 10 + 0.245 \text{ m}$$

$$H_r = 31.245 \text{ m} = 3.125 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo que la presión mínima (baja) para el sistema de tanque hidroneumático será de:

$$P_2 = 3.125 \text{ kg/cm}^2$$

Al sumar a esta presión, el diferencial de presión, se obtendrá la presión máxima de operación (o presión alta).

$$P_1 = 3.125 + 1.4$$

$$P_1 = 4.525 \text{ kg/cm}^2$$

**Selección conveniente del tamaño del tanque y establecimiento de los niveles superior e inferior de operación.**

Con las relaciones vistas anteriormente se tiene que:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{entonces:} \quad V_1 = \frac{P_2 V_2}{P_1}$$

$$"x" V = \frac{P_2 (0.90) V}{P_1}$$

$$"x" = \frac{0.90 P_2}{P_1} = \frac{0.90 (3.125)}{4.525} = 0.62$$

Por lo que el agua desalojada es entonces  $0.90V - 0.62V = 0.28V$ ; es decir 28% del volumen del tanque.

Con el gasto máximo instantáneo de 8.77 l/s y con un tiempo de carrera de 1 minuto, se tiene:

$$V = \frac{1 \text{ minuto} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} \times 8.77 \text{ l/s}}{0.62} = 848.7 \text{ litros}$$

Cotejando el Cuadro 10.11 de tanques hidroneumáticos de la compañía "Evans", se puede escoger para este caso, el tanque vertical de membrana modelo "EQAFV500" con diámetro de 77.5 cm, con una altura de 142 cm y con capacidad de 900 litros.

**Determinación de los niveles de paro y arranque.**

De la ecuación 11.4 se tiene:

$$h_1 = H \left[ 1 - 0.90 \left( \frac{P_2}{P_1} \right) \right]$$

$$h_1 = 1.42 \left[ 1 - 0.90 \left( \frac{3.125}{4.525} \right) \right]$$

entonces el nivel de paro para el tanque es de:  $h_1 = 48$  cm.

De la ecuación 11.2 se tiene:

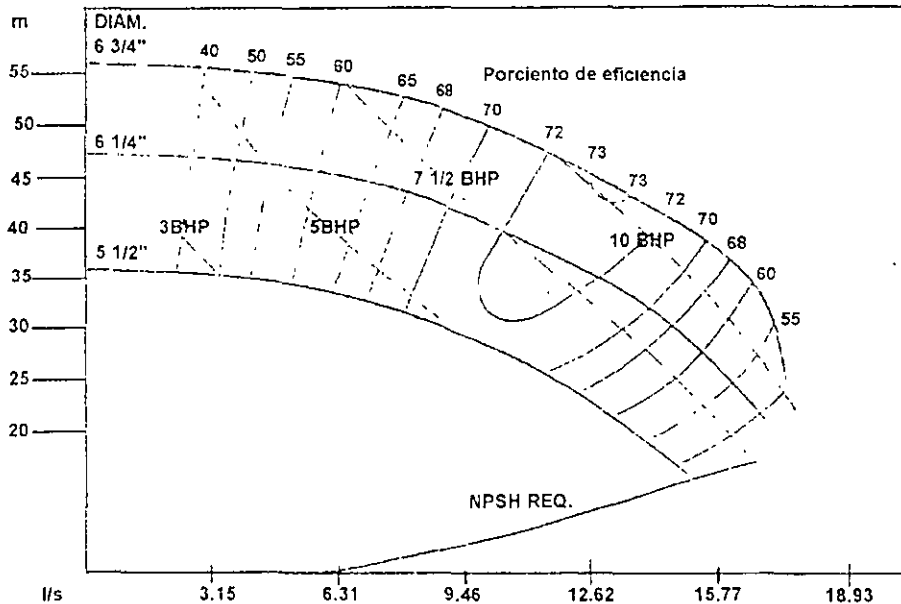
$$h_2 = 0.10 H$$

$$h_2 = 0.10 (1.42) = 0.142 \text{ m.}$$

entonces el nivel de arranque para el tanque es de:  $h_2 = 14.2$  cm

**Selección de la capacidad de la bomba**

Para seleccionar la bomba, se recurrirá a las curvas características de la bomba modelo 5553B-2" de 3460 RPM con un impulsor F2A1H1, de la compañía Manufacturera Fairbanks Morse S.A. de C.V., mostradas en la Figura 11.13.



— Figura 11.13. Curvas características de la bomba 5553B-2" de la compañía Manufacturera Fairbanks Morse S.A. de C.V.

Tomando como referencia el gasto de 8.77 litros por segundo y la carga total de 45.25 metros, de la gráfica se puede observar que se puede escoger para este problema una bomba de 7 ½ HP de 3460 revoluciones por minuto con una eficiencia del 69%.

**Ejemplo 11.6**

Determinar las características del sistema de tanque hidroneumático que satisfaga adecuadamente las necesidades de abastecimiento de agua para un edificio de departamentos, en el cual cada departamento cuenta con 2 baños y 1 cocina. Cada baño está amueblado con 1 lavabo, 1 excusado y 1 regadera; la cocina está amueblada con 1 fregadero, 1 lavadero y 1 llave para conectar una lavadora automática. Los lavabos, las regaderas, los fregaderos y las tomas para lavadora necesitan de agua caliente. El edificio es de 5 niveles y cada nivel está compuesto por 4 departamentos. El agua para el suministro será proporcionada por una cisterna localizada en el sótano de la edificación. La carga estática, tomada desde la localización del sistema hidroneumático hasta el último piso (considerando la altura de cada piso de 2.70 metros y del sótano de 2 metros), es de 15.5 metros.

**Solución.**

En la Figura 11.14 se ve la distribución de los sanitarios y la cocina de cada uno de los departamentos. Se puede ver en la Figura 11.15 el trazo de la red de distribución y la división en secciones de esta red; esto con el fin de poder determinar más fácilmente el gasto máximo instantáneo de la edificación.

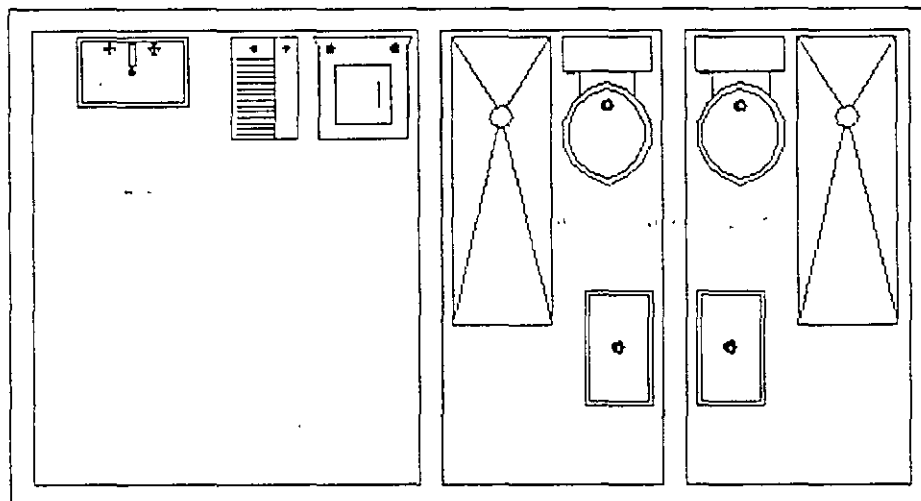


Figura 11.14. Distribución de los baños y cocina de cada departamento.

**Determinación del gasto máximo instantáneo.**

**Determinación del QMI de cada departamento.**

Como en este caso se utiliza tanto agua caliente como agua fría, los gastos de diseño para cada una de las redes son diferentes. Los valores de los gastos se determinan de la siguiente manera: los ramales de agua fría se diseñan con el 75% del consumo del aparato (unidades mueble totales), mientras que los ramales de agua caliente se diseñan con el 56% del consumo del aparato (unidades mueble totales).

**DERIVACIONES**

TRAMO	MUEBLE	CANTIDAD	U.M.	U.M.T.	U.M. <sub>AF</sub>	QD <sub>AF</sub>	U.M. <sub>AC</sub>	QD <sub>AC</sub>
1-2	Regadera	1	2	2	1.50	0.13	1.12	0.11
2-3	Regadera	1	2	5	3.75	0.25	2.80	0.19
	Excusado	1	3					

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

4-3	Lavabo	2	1	2	1.50	0.13	1.12	0.11
3-5	Regadera	1	2	7	5.25	0.39	3.92	0.26
	Excusado	1	3					
	Lavabo	2	1					
5-6	Regadera	1	2	10	7.50	0.48	5.60	0.41
	Excusado	2	3					
	Lavabo	2	1					
6-7	Regadera	2	2	12	9.00	0.53	6.72	0.45
	Excusado	2	3					
	Lavabo	2	1					
7-8	Regadera	2	2	17	12.75	0.66	9.52	0.55
	Excusado	2	3					
	Lavabo	2	1					
	Lavadora	1	5					
8-9	Regadera	2	2	20	15.00	0.73	11.20	0.61
	Excusado	2	3					
	Lavabo	2	1					
	Lavadora	1	5					
	Lavadero	1	3					
9-10	Regadera	2	2	22	16.50	0.78	12.32	0.64
	Excusado	2	3					
	Lavabo	2	1					
	Lavadora	1	5					
	Lavadero	1	3					
	Fregadero	1	2					

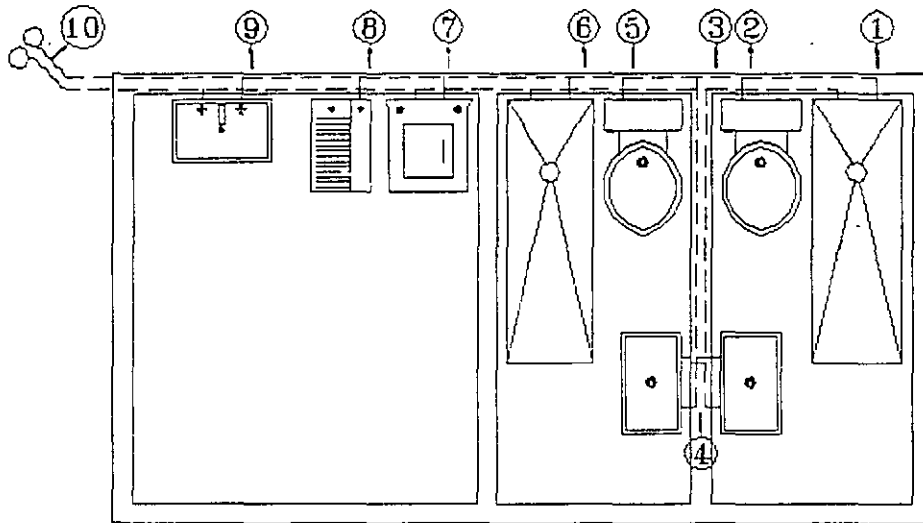
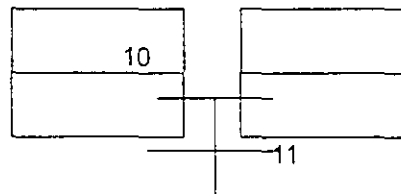
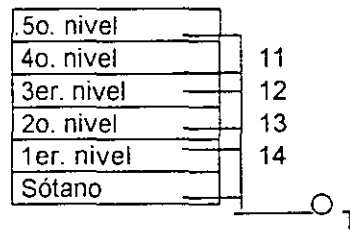


Figura 11.15. Red de distribución de los baños y cocina de cada departamento.

Determinación del gasto máximo instantáneo de la edificación.





DERIVACIONES

COLUMNA	MUEBLE	CANTIDAD	U.M.	U.M.T.	U.M. <sub>AF</sub>	QD <sub>AF</sub>	U.M. <sub>AC</sub>	QD <sub>AC</sub>
10-11	Regadera	8	2					
	Excusado	8	3					
	Lavabo	8	1					
	Lavadora	4	5	88	66	2.20	49.28	1.78
	Lavadero	4	3					
	Fregadero	4	2					
11-12	Regadera	16	2					
	Excusado	16	3					
	Lavabo	16	1					
	Lavadora	8	5	176	132	3.31	98.56	2.75
	Lavadero	8	3					
	Fregadero	8	2					
12-13	.....	.....	.....	264	198	4.13	147.84	3.51
13-14	.....	.....	.....	352	264	4.84	197.12	4.12
14-T	.....	.....	.....	440	330	5.74	246.4	4.60

Para edificaciones en donde se utiliza tanto agua caliente como agua fría, el gasto de diseño con el cual se diseñará el tanque hidroneumático, será el de agua fría, correspondiente al 100% de las unidades mueble (440) del edificio, con las cuales se obtiene un gasto de 7.11 l/s.

TRAMO	QMI (l/s)	Diámetro teórico (mm)	Diámetro comercial (mm)	(")
1-2	0.15	13.82	12.70	½
2-3	0.38	23.00	25.40	1
4-3	0.15	13.82	12.70	½
3-5	0.46	24.20	25.40	1
5-6	0.57	26.94	25.40	1
6-7	0.63	28.32	32.00	1 ¼
7-8	0.80	31.92	32.00	1 ¼
8-9	0.89	33.66	32.00	1 ¼
9-10	0.95	34.78	32.00	1 ¼
10-11	2.52	56.64	51.00	2
11-12	3.86	70.10	76.00	3
12-13	4.84	78.50	76.00	3
13-14	5.82	86.08	102.00	4
14-T	7.11	95.14	102.00	4

Determinación de la presión máxima y mínima requerida en el tanque.

Para la determinación de estas presiones, es necesario calcular primero la carga requerida Hr. Esta carga está compuesta por los siguientes elementos:

$$H_r = H_e + \frac{P_2}{\gamma} + \sum_1^2 h_f$$

En este caso, la carga estática ( $H_e$ ) es de 15.5 metros. El mueble más desfavorable para la edificación, es la regadera que se localiza en el quinto nivel, lo cual requerirá de una carga de presión ( $P_2$ ) de  $0.3 \text{ kg/cm}^2$ .

Para la determinación de la carga requerida, debe considerarse la pérdida en la red de agua caliente, que es mayor a la red de agua fría, debido a la existencia del calentador de agua.

Para calcular las pérdidas en las tuberías, se recurrirá a las tablas de la Figura 11.2. Cotejando dichas tablas, teniendo un diámetro de tubería de 4" y un gasto de 7.11 litros por segundo, las pérdidas serán entonces de 0.1209 metros (dado que la longitud de la tubería es de aproximadamente 15.5 metros).

Entonces la carga requerida es de:

$$H_r = 15.5 + 3 + 0.1209 \text{ m}$$

$$H_r = 18.62 \text{ m} = 1.862 \text{ kg/cm}^2.$$

Por lo que la presión mínima (baja) entonces es de:

$$P_2 = 1.862 \text{ kg/cm}^2.$$

Al sumar a esta presión, el diferencial de presión, se obtendrá la presión máxima de operación (o presión alta).

$$P_1 = 1.862 + 1.4$$

$$P_1 = 3.26 \text{ kg/cm}^2.$$

**Selección conveniente del tamaño del tanque y establecimiento de los niveles superior e inferior de operación.**

Con las relaciones vistas anteriormente se tiene que:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{entonces:} \quad V_1 = \frac{P_2 V_2}{P_1}$$

$$"x" V = \frac{P_2 (0.90) V}{P_1}$$

$$"x" = \frac{0.90 P_2}{P_1} = \frac{0.90 (1.862)}{3.26} = 0.514$$

Por lo que el agua desalojada es entonces  $0.90V - 0.51V = 0.39V$ , es decir 39% del volumen del tanque.

Con el gasto máximo instantáneo de 7.11 l/s y con un tiempo de carrera de 1 minuto, se tiene:

$$V = \frac{1 \text{ minuto} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} \times 7.11 \text{ l/s}}{0.51} = 836.47 \text{ litros}$$

Cotejando el Cuadro 10.11 de tanques hidroneumáticos de la compañía "Evans", se puede escoger para este caso, el tanque vertical de membrana modelo "EQAFV500" con diámetro de 77.5 cm, con una altura de 142 cm y con capacidad de 900 litros.

**Determinación de los niveles de paro y arranque.**

De la ecuación 11.4 se tiene:



$$h_1 = H \left[ 1 - 0.90 \left( \frac{P_2}{P_1} \right) \right]$$

$$h_1 = 1.42 \left[ 1 - 0.90 \left( \frac{1.86}{3.26} \right) \right]$$

entonces el nivel de paro para el tanque es de:  $h_1 = 69$  cm.

De la ecuación 3.2 se tiene:

$$h_2 = 0.10 H$$

$$h_2 = 0.10 (1.42) = 0.142 \text{ m.}$$

entonces el nivel de arranque para el tanque es de:  $h_2 = 14.2$  cm.

### Selección de la capacidad de la bomba

Para la selección adecuada de la bomba, se recurrirá al Cuadro 11.3, en el cual se presentan las características de las motobombas centrífugas "Maesa". En este cuadro puede apreciarse que la motobomba centrífuga modelo "BCM 72", con 10 H.P. y una descarga de 550 litros por minuto, suplirá las necesidades requeridas por el sistema.

Cuadro 11.3. Motobombas centrífugas "Maesa".

MOTOBOMBAS CENTRIFUGAS "MAESA"					
CARACTERISTICAS					
MODELO	H.P.	volts	succión (")	descarga (")	lpm
BCM142	1/4	127	1	3/4	40
BCM122	1/2	127	1 1/4	1	65
BCM342	3/4	127/220	1 1/4	1	70
BCM112	1	127/220	1 1/4	1	75
BCM152	1 1/2	127/220	1 1/2 1 1/4	1 1/2 1	110
BCM202	2	220/440	2 2	1 1/2 2	160
BCM302	3	220/440	2	2	180
BCM502	5	220/440	2	2	300
BCM752	7 1/2	220/440	2 3	2 3	550
BCM102	10	220/440	2 3	2 3	660

### Ejemplo 11.7

Determinar para un edificio de departamentos, las características del sistema de tanque hidroneumático que satisfaga adecuadamente las necesidades de abastecimiento de agua. Cada departamento cuenta con 1 baño y 1 cocina. Cada baño está amueblado con 1 lavabo, 1 excusado y 1 regadera; la cocina está amueblada con 1 fregadero y 1 lavadero, como se muestra en la Figura 11.16. Los lavabos, las regaderas y los fregaderos requieren de agua caliente. El edificio es de 3 niveles y cada nivel está compuesto por 2 departamentos. El agua para el suministro será proporcionada por una cisterna localizada en el sótano de la edificación. La carga estática, tomada desde la localización del sistema hidroneumático hasta el último piso (considerando la altura de cada piso de 2.70 metros y del sótano de 2 metros), es de 10.1 metros.

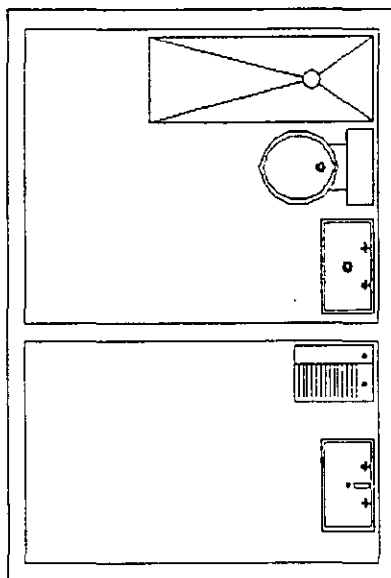


Figura 11.16. Distribución del baño y cocina en cada departamento.

**Solución.**

En la Figura 11.17 se puede observar el trazo de la red de distribución y la división en secciones de esta red.

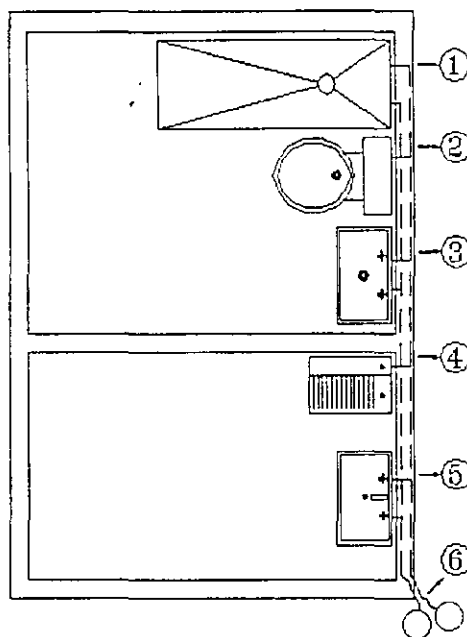


Figura 11.17. Red de distribución del baño y cocina de cada departamento.

**Determinación del gasto máximo instantáneo.**

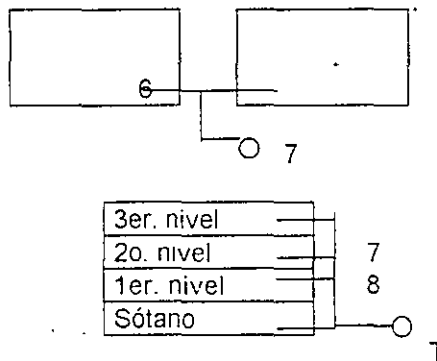
Determinación del QMI de cada departamento.

Como en el ejemplo anterior, los ramales de agua fría se diseñarán con el 75% del consumo del aparato (unidades mueble totales), mientras que los ramales de agua caliente se diseñarán con el 56% del consumo del aparato (unidades mueble totales).

DERIVACIONES

TRAMO	MUEBLE	CANTIDAD	U.M.	U.M.T.	U.M.AF	QD <sub>AF</sub>	U.M.AC	QD <sub>AC</sub>
1-2	Regadera	1	2	2	1.50	0.13	1.12	0.11
2-3	Regadera	1	2	5	3.75	0.25	2.80	0.19
	Excusado	1	3					
3-4	Regadera	1	2	6	4.50	0.32	3.36	0.22
	Excusado	1	3					
	Lavabo	1	1					
4-5	Regadera	1	2	9	6.75	0.45	5.04	0.38
	Excusado	1	3					
	Lavabo	1	1					
	Lavadero	1	3					
5-6	Regadera	1	2	11	8.25	0.50	6.16	0.43
	Excusado	1	3					
	Lavabo	1	1					
	Lavadero	1	3					
	Fregadero	1	2					
6-7	Regadera	2	2	22	16.50	0.78	12.32	0.64
	Excusado	2	3					
	Lavabo	2	1					
	Lavadero	2	3					
	Fregadero	2	2					

Determinación del gasto máximo instantáneo de la edificación.



DERIVACIONES

COLUMNA	MUEBLE	CANTIDAD	U.M.	U.M.T.	U.M.AF	QD <sub>AF</sub>	U.M.AC	QD <sub>AC</sub>
7-8	Regadera	4	2	44	33.00	1.34	24.64	1.06
	Excusado	4	3					
	Lavabo	4	1					
	Lavadero	4	3					
	Fregadero	4	2					
8-T	Regadera	6	2	66	49.50	1.79	36.96	1.44
	Excusado	6	3					
	Lavabo	6	1					
	Lavadero	6	3					
	Fregadero	6	2					

Nuevamente se tomará el gasto de diseño del 100% de las unidades mueble de agua fría (66) como el gasto de la edificación, por lo que entonces 2.20 l/s será el gasto de diseño para este problema.

TRAMO	QMI	Diámetro teórico (mm)	Diámetro comercial (mm)	(")
1-2	0.15	13.82	12.70	½
2-3	0.38	22.00	25.40	1
3-4	0.42	23.12	25.40	1
4-5	0.53	25.98	25.40	1
5-6	0.60	27.64	25.40	1
6-7	0.95	34.78	38.10	1 ½
7-8	1.63	45.56	51.00	2
8-T	2.20	52.93	51.00	2

**Determinación de la presión máxima y mínima requerida en el tanque.**

Para la determinación de estas presiones, es necesario calcular primero la carga requerida Hr. Esta carga está compuesta por los siguientes elementos:

$$H_r = H_e + \frac{P_2}{\gamma} + \sum_1^2 h_f$$

En este caso, la carga estática (He) es de 10.1 metros. El mueble más desfavorable para la edificación, es la regadera que se localiza en el tercer nivel, por lo cual requerirá de una carga de presión (P<sub>2</sub>/γ) de 0.3 kg/cm<sup>2</sup>.

De nuevo se recurrirá a la tabla de la Figura 11.2 para determinar las pérdidas en la tubería. Cotejando dichas tablas, teniendo un diámetro de tubería de 2" y un gasto de 1.79 litros por segundo, las pérdidas serán entonces de 0.2429 metros (dado que la longitud de la tubería es de aproximadamente 10.1 metros).

Entonces la carga requerida es de:

$$H_r = 10.1 + 3 + 0.2429 \text{ m}$$

$$H_r = 13.34 \text{ m} = 1.334 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo que la presión mínima (baja) entonces es de:

$$P_2 = 1.334 \text{ kg/cm}^2$$

Al sumar a esta presión, el diferencial de presión, se obtendrá la presión máxima de operación (o presión alta).

$$P_1 = 1.334 + 1.4$$

$$P_1 = 2.734 \text{ kg/cm}^2$$

**Selección conveniente del tamaño del tanque y establecimiento de los niveles superior e inferior de operación.**

Con las relaciones vistas anteriormente se tiene que:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{entonces:} \quad V_1 = \frac{P_2 V_2}{P_1}$$

$$"X" V = \frac{P_2 (0.90) V}{P_1}$$

$$"x" = \frac{0.90 P_2}{P_1} = \frac{0.90 (1.334)}{2.734} = 0.44$$

Por lo que el agua desalojada es entonces  $0.90V - 0.44V = 0.46V$ ; es decir 46% del volumen del tanque.

Con el gasto máximo instantáneo de 2.20 l/s y con un tiempo de carrera de 1 minuto, se tiene:

$$V = \frac{1 \text{ minuto} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} \times 2.20 \text{ l/s}}{0.44} = 300 \text{ litros}$$

El Cuadro 10.7 de los tanques hidroneumáticos de la compañía "Impel-Myers", presenta el tanque de membrana modelo "MPD86" con diámetro de 60.0 cm, con una altura de 149 cm y con un volumen de 325 litros que proporciona una solución satisfactoria al sistema.

#### Determinación de los niveles de paro y arranque.

De la ecuación 11.4 se tiene:

$$h_1 = H \left[ 1 - 0.90 \left( \frac{P_2}{P_1} \right) \right]$$

$$h_1 = 1.49 \left[ 1 - 0.90 \left( \frac{1.334}{2.734} \right) \right]$$

entonces el nivel de paro para el tanque es de:  $h_1 = 84 \text{ cm}$ .

De la ecuación 11.2 se tiene:

$$h_2 = 0.10 H$$

$$h_2 = 0.10 (1.49) = 0.149 \text{ m.}$$

entonces el nivel de arranque para el tanque es de:  $h_2 = 14.9 \text{ cm}$ .

#### Selección de la capacidad de la bomba

Para seleccionar la bomba, se recurrirá a las curvas características de la bomba centrífuga serie NB de la compañía "Barnes de México" mostradas en la Figura 10.12, con las cuales se aprecia que con el gasto de 2.20 litros por segundo (132 litros por minuto) y la carga total de 27.26 metros, la bomba que da la solución más cercana a los requerimientos del sistema, es el modelo NB150 con 1 ½ H.P.

---

## CAPITULO 12

# RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION Y OPERACION

El sistema de tanque hidroneumático, cada vez va teniendo más aplicaciones en los sistemas de abastecimiento de agua en edificaciones, ya que como se puede apreciar en los capítulos anteriores, las cualidades que éste presenta con respecto a los sistemas convencionales de abastecimiento son en gran medida mayores, pues su tamaño, conveniencia, colocación, etc., permiten al usuario obtener una solución adecuada a sus requerimientos de presión hidráulica. Como se ha expuesto, las partes principales de un sistema de tanque hidroneumático son una bomba con características óptimas para administrar el agua dentro del tanque y el tanque de presión

Actualmente son diversas las compañías que se encargan de la manufactura, distribución y venta de los sistemas hidroneumáticos, por lo que es fácil encontrar prácticamente en cualquier parte de la república, casas distribuidoras de dichos sistemas, en las cuales se pueden cotejar diversos modelos, capacidades, marcas, etc., que vienen presentados en catálogos con los cuales se puede seleccionar el sistema hidroneumático que cumpla satisfactoriamente con las necesidades de las edificaciones.

La tendencia en nuestros días, es que todo esté cambiando rápidamente para proporcionar al hombre mayor comodidad con el menor esfuerzo. Sin lugar a dudas, la tecnología irá absorbiendo también a los sistemas de tanque hidroneumático como lo ha venido haciendo con muchos de los enseres que son de gran utilidad para el desarrollo de la vida humana, pues como se ha podido observar, los avances de la misma, han hecho que los sistemas convencionales de presión que hasta hace unos años eran lo más novedoso, hayan quedado muy rezagados con los nuevos sistemas que hoy en día son realizados con membranas intercambiables, por lo que no sería extraño que en unas décadas, las investigaciones y los adelantos científicos presenten nuevos diseños de estos tanques, los cuales harán parecer obsoletos a los sistemas de tanque hidroneumático actuales.

En los siguientes párrafos, se ofrecen algunas recomendaciones para el buen funcionamiento de los sistemas de tanque hidroneumático, las cuales se presentan para que al momento de adquirir, poner en funcionamiento ó dar mantenimiento a estos sistemas, se prevea su operación satisfactoria, así como asegurar una larga vida útil a cada sistema. Recuérdese que la operación eficiente de un sistema, dependerá de varias circunstancias, entre las cuales destacan las siguientes: a) realizar con detenimiento y cuidado los cálculos para determinar los requerimientos del sistema; b) verificar cuidadosamente cada una de las operaciones realizadas para la determinación de los niveles de operación tanto de la bomba como del tanque; c) adquirir el tanque hidroneumático y la bomba más adecuados al sistema, el cual deberá cumplir satisfactoriamente los requerimientos del mismo, y d) operar tanto la bomba y el tanque hidroneumático, de acuerdo con las sugerencias que presentan los fabricantes y distribuidores de los sistemas en los instructivos correspondientes.

### 12.1. Sustentación del tanque

La instalación de un tanque vertical es relativamente sencilla y no requiere ningún procedimiento especial, pero la instalación de un tanque horizontal requiere de algunas consideraciones y recomendaciones. Por ejemplo, las monturas, silletas ó apoyos que sostendrán el tanque horizontal deben estar con niveles ligeramente diferentes, de tal manera que el tanque se incline hacia la tubería de desagüe y provea de esta manera un drenaje completo del tanque. Cuando el tanque se coloca sobre apoyos de concreto, es recomendable hacer el radio del apoyo lo suficientemente amplio para que el material de aislamiento pueda aplicarse entre el tanque y el concreto. Este material de aislamiento, debe cumplir con 3 propósitos: a) proporcionar cierta elasticidad para compensar las expansiones y contracciones que puedan ocurrir a causa de

las diferencias de presión en el tanque; b) debe ofrecer protección contra la corrosión externa del tanque en las posiciones de los apoyos, y c) deberá protegerlo en contra de grietas como puede ser el caso si el tanque permitiera roces en las superficies ásperas del concreto.

Un método de aislamiento probado satisfactoriamente ha sido el uso de un plástico llamado "tableta mediana de fieltro", aunque éstas pueden ser sustituidas por varias capas de una cubierta de fieltro satisfactoria. Cada tableta debe ser cortada de tal manera que se pueda extender al menos tres centímetros más allá de los bordes del apoyo de concreto. El tanque es marcado para establecer esas tablillas en su posición correcta. El fieltro es entonces saturado completamente con alquitrán, de preferencia con un tipo de cubierta caliente y entonces las tabletas son colocadas firmemente en sus posiciones respectivas dentro de las marcas en el tanque. Cuando el tanque es colocado (bajado) cuidadosamente en su posición sobre los apoyos, es conveniente controlar, y si es necesario, sellar cualquier grieta o rendija en donde se pueda permitir humedad que se presente cerca del tanque.

La acumulación de humedad en las posiciones de los apoyos que pudieran causar corrosión en el tanque, pueden eliminarse vaciando una lechada de cemento en cada apoyo, de tal manera que sea imposible que se presente cualquier tipo de humedad.

La práctica de buenas instalaciones indican que los apoyos del tanque no deben estar espaciados más allá de 2 15 metros.

En lugar de los apoyos de concreto, se usan en algunas ocasiones apoyos de metal. Es recomendable que cuando se usen éstos, sean atirantados (contraventeados) convenientemente.

## 12.2. Tubería

### Datos generales

La tubería en un sistema de presión hidroneumático deberá estar constituida con los mejores estándares prácticos de tuberías, esto es, todos los conductos deben ser cortados para ajustarse a su posición sin esfuerzos mecánicos, bien escariados, todas las cuerdas deben ser realizadas limpiamente antes de acoplarlas y en estos acoplamientos deben usarse los productos adecuados, tales como cinta teflón, para evitar fugas tanto de agua como de aire.

Para un buen funcionamiento de la planta, son esenciales otras consideraciones, algunas de las cuales están indicadas a continuación:

- Es conveniente la instalación de tuercas unión en cada línea de tubería tan cerca como sea conveniente de cada parte principal del sistema que pueda requerir una remoción de las partes para darle servicio o hacer una reparación.
- Cuando la resistencia del suelo u otras condiciones locales no sean favorables, se deben incluir codos adicionales y tuberías tanto en las tuberías de entrada como de salida del tanque con el fin de permitir movimientos que darán flexibilidad en el caso de que el tanque sufra desnivelaciones. Si se fijan firmemente las tuberías a los apoyos del tanque con abrazaderas adecuadas, se prevendrán los esfuerzos causados por la acción de giros de las conexiones que se transmiten a los empaques de hule de aislamiento a la conexión de descarga de la bomba ó a las conexiones del sistema.
- Aunque la tubería de presión de encendido puede conectarse directamente en la parte de contenido de aire del tanque, es mucho mejor práctica conectarla en la tubería de salida de agua, cercana al tanque, para proporcionar un sello de agua en las uniones de las tuberías y así evitar las fugas de aire.
- Todas las válvulas de retención (check) usadas ya sea para el agua o para las tuberías de aire, deben ser del tipo que no cierra de golpe. Aunque son ligeramente más caras que las válvulas comunes, en realidad son económicas por su contribución a un sistema de operación más silencioso. Si se usan válvulas diferentes a las mencionadas en sistemas donde la economía es el principal requerimiento, pueden ser de las de composición de disco, o del tipo de disco con cubierta de cuero.

### 12.3. Válvulas

Cuando en los sistemas convencionales se usa un compresor separado para abastecer aire al tanque de presión, es recomendable que la válvula check de la tubería de aire sea colocada tan cerca como sea posible del tanque. La práctica indica la conveniencia de instalar válvulas doble check en esta tubería para asegurarla contra cualquier posibilidad de fuga de presión de regreso.

Las válvulas doble check deben también ser consideradas para la instalación en la tubería de descarga de la bomba dentro del tanque para todos los sistemas donde no sean deseables fugas de presión de regreso dentro de la tubería de suministro.

Las válvulas de paro en las tuberías de agua deben ser preferiblemente del tipo de composición de disco, aunque pueden usarse válvulas de compuerta. Las válvulas de paro en las tuberías de aire deben ser, ya sea del tipo de aguja o del tipo de composición de disco.

### 12.4. Protección del aire

El aire que entra a un sistema de presión hidroneumático convencional no debe contaminarse con polvo, humo, insectos, vapores, etc. Por lo tanto será necesario entubar el aire tan puro como sea posible desde la fuente, y después proporcionar una protección adicional usando un filtro convenientemente instalado en el extremo inicial de la tubería. Este filtro debe ser colocado en un lugar adecuado pues será necesario limpiarlo o reemplazarlo en intervalos frecuentes de tiempo.

Las tuberías de drenaje que permitan entrada sin restricción dentro del sistema durante intervalos periódicos, deben ser también protegidas contra la entrada de polvo, vapores, insectos, etc. dentro del sistema. Esta protección puede ser realizada mediante el uso de un filtro instalado de forma satisfactoria al final de la tubería de drenaje.

### 12.5. Sistemas de operación y control

La operación apropiada de un sistema de presión hidroneumático, se basa principalmente en el funcionamiento simultáneo de dos métodos distintos de control dentro del tanque. Uno de los métodos abastece y mantiene el volumen adecuado de aire estableciendo el Nivel Alto del Agua mientras el otro mantiene los requerimientos diferenciales de presión.

El suministro de aire y el mantenimiento deseado del Nivel Alto del Agua, puede alcanzarse mediante tres formas básicas diferentes:

1. Por medio de un arreglo de válvulas que permita al agua en parte de la descarga de la bomba drenar y ser reemplazada con aire. El aire atrapado es entonces forzado dentro del tanque. Este método es usado generalmente en las instalaciones con bombas del tipo de pozo profundo y es realizado por un mecanismo de control similar al "Control de Volumen de Aire Tipo W-1" de la U.S. Gauge Company, ó al "Tipo DS Duotrol" de la Automatic Control Company.

2. Por medio de un arreglo de desplazamiento de aire construido especialmente que opera automáticamente a través de la combinación de un flotador y válvulas que funcionan mediante el sostenimiento de presión en el tanque. Este método puede usarse con cualquier tipo de sistema hidroneumático y es realizado por un mecanismo de control similar al Control del Nivel de Agua Nu-Matic.

3. Por medio de un compresor de aire estándar separado, que es operado mediante un control de nivel de agua de tipo flotador. Este método es usado generalmente con las instalaciones de tipo booster y es realizado mediante un control similar al del "Tipo DC Duotrol" de la Automatic Control Company.

### 12.6. Ubicación del tanque hidroneumático

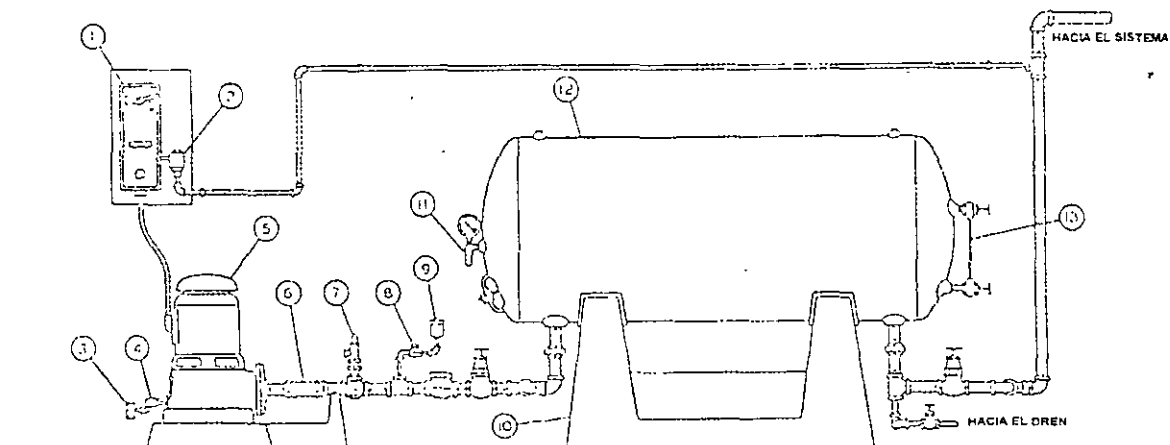
Existen muchos lugares en un sistema donde puede instalarse un tanque. El más común es una conexión con el cabezal de descarga del sistema de bombeo. Otro es directamente después de la bomba, y finalmente en cualquier parte fuera del sistema (en el techo por ejemplo). Los beneficios varían dependiendo de las



circunstancias. Por ejemplo, en un edificio muy elevado, la colocación del tanque encima del techo puede eliminar la necesidad de tener una instalación con presión de trabajo que pueda manejar tanto a la presión booster del sistema más la altura estática del agua. Los tanques de presión de trabajo alto, son muy caros. Al colocar el tanque en el techo, éste nunca tendrá el efecto de la presión de la altura estática del edificio. Colocando el tanque en la entrada de la descarga permite una localización sencilla para equipo mecánico.

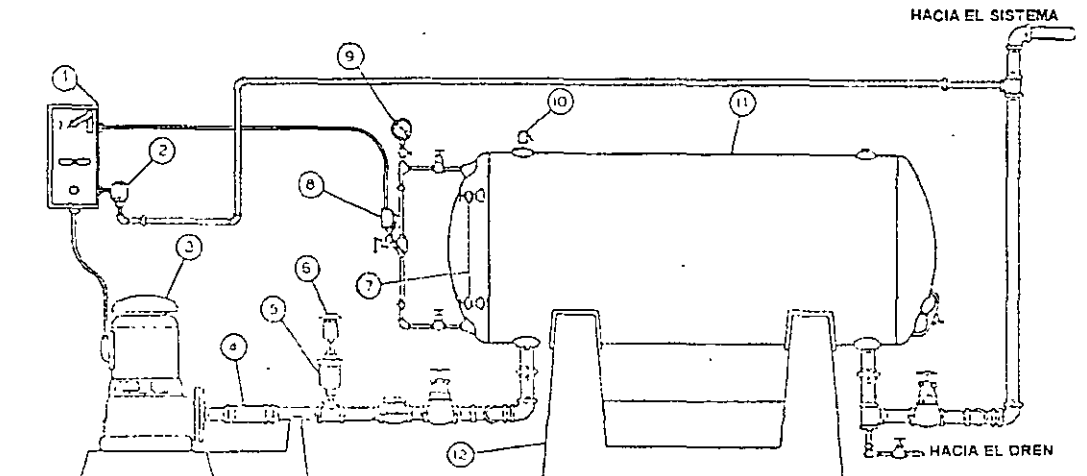
Colocando la conexión del tanque después de la bomba, permite al tanque ver la presión final más alta disponible. Esto se permite para el tanque más pequeño. Debe cuidarse la instalación de una válvula de retención (check) aguas arriba de la conexión del tanque si se tira fuera del tanque o si no hay un previsor de regreso de gasto.

## APENDICE D



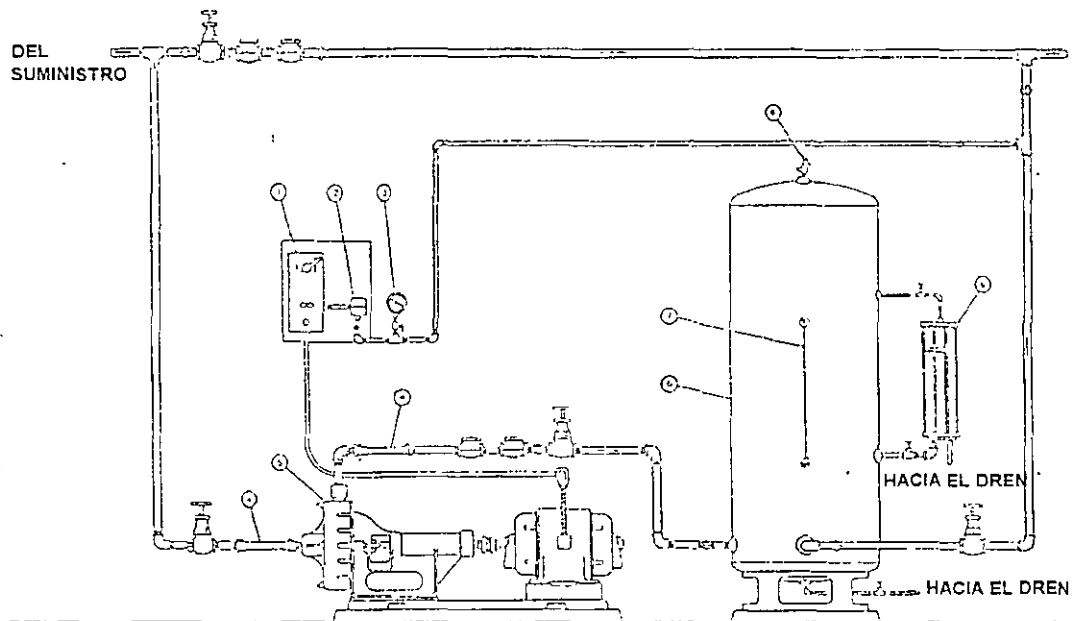
- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1 - Arrancador de combinación    | 8.- Válvula de entrada de aire           |
| 2 - Interruptor de presión       | 9.- Filtro de aire                       |
| 3.- Coladera                     | 10.- Apoyos del tanque                   |
| 4.- Válvula de drenaje para agua | 11.- Control de Volumen de aire Tipo W-1 |
| 5 - Bomba de pozo profundo       | 12 - Tanque de presión                   |
| 6.- Conexión de manguera de hule | 13.- Medidor de agua                     |
| 7 - Válvula de alivio de presión |  |

Figura 1. Sistema de presión hidroneumático típico de tipo de pozo profundo (con válvula de pie en la succión de la bomba y Control de Volumen de aire Tipo W-1).



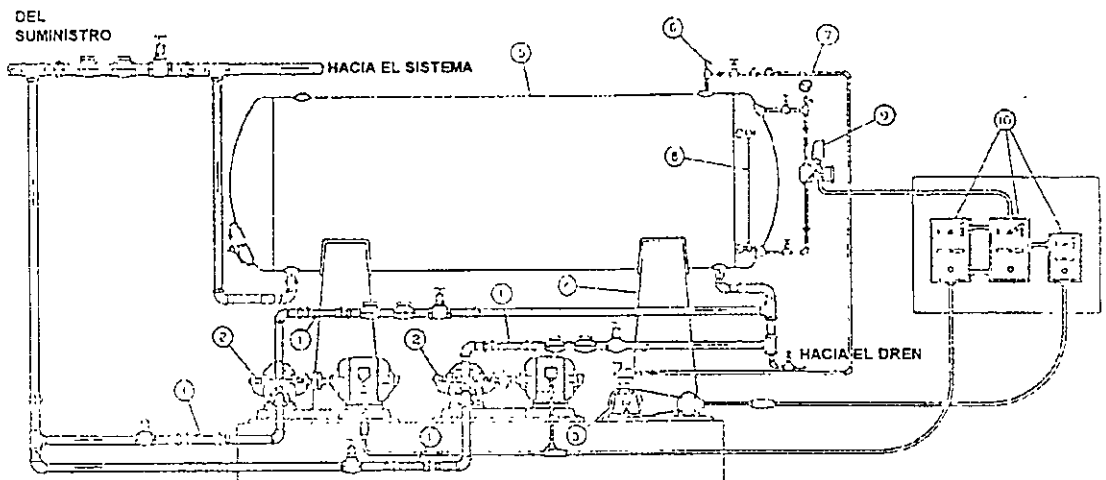
- |                                      |                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.- Arrancador de combinación        | 7.- Medidor de agua               |
| 2.- Interruptor de presión           | 8.- Tipo DS Duotrol               |
| 3.- Bomba de pozo profundo           | 9.- Medidor de presión            |
| 4.- Conexión de manguera de hule     | 10.- Válvula de alivio de presión |
| 5.- Válvula flotadora de ventilación | 11.- Tanque de presión            |
| 6.- Filtro de aire                   | 12.- Apoyos del tanque            |

Figura 2. Sistema de presión hidroneumático típico de tipo de pozo profundo (sin válvula de pie en la succión de la bomba; con Tipo DS Duotrol de la "Automatic Control Company").



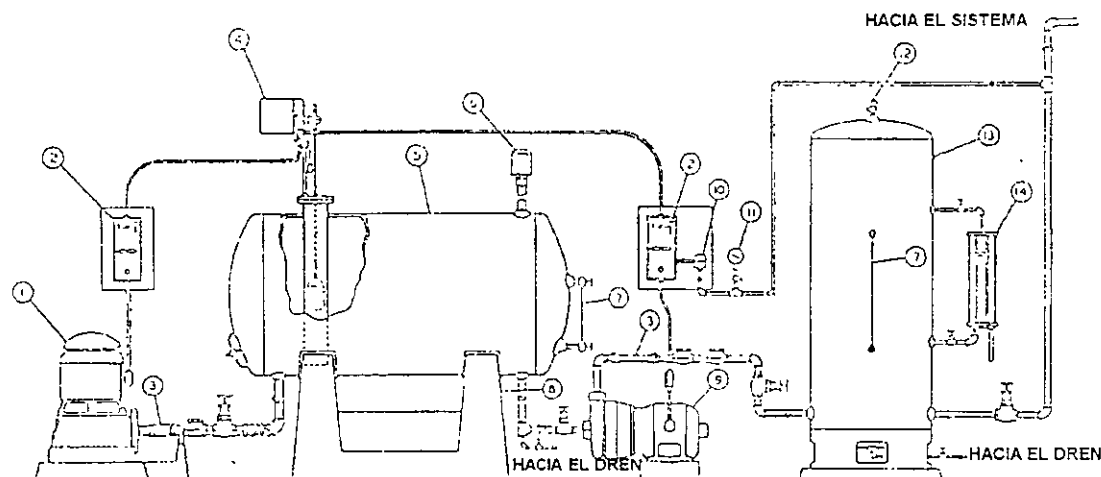
- |                                  |                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1.- Arrancador de combinación    | 6.- Tanque de presión                 |
| 2.- Interruptor de presión       | 7.- Medidor de agua                   |
| 3.- Medidor de presión           | 8.- Válvula de alivio de presión      |
| 4.- Conexión de manguera de hule | 9.- Control de nivel de agua Nu-Matic |
| 5.- Bomba y motor                |                                       |

Figura 3. Sistema de presión hidroneumático típico de tipo "booster" (con Control de nivel de agua Nu-Matic).



- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1.- Conexión de manguera de hule | 6.- Válvula de alivio de presión  |
| 2.- Bomba y motor                | 7.- Medidor de presión            |
| 3.- Compresor de aire y motor    | 8.- Medidor de agua               |
| 4.- Apoyos del tanque            | 9.- Tipo DC Duotrol               |
| 5.- Tanque de presión            | 10.- Arrancadores de combinación. |

Figura 4. Sistema de presión hidroneumático típico de tipo "doble booster" (con Tipo DC Duotrol de la "Automatic Control Company").



- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1.- Bomba de pozo profundo       | 8.- Apoyos del tanque                  |
| 2.- Arrancador de combinación    | 9.- Bomba "booster"                    |
| 3.- Conexión de manguera de hule | 10.- Interruptor de presión            |
| 4.- Flotador                     | 11.- Medidor de presión                |
| 5.- Tanque de reserva            | 12.- Válvula de alivio de presión      |
| 6.- Filtro de aire               | 13.- Tanque de presión                 |
| 7.- Medidor de agua              | 14.- Control de nivel de agua Nu-Matic |

Figura 5. Sistema de presión hidroneumático típico de tipo combinado (con flotador en la reserva de la "Automatic Control Company" y Control de nivel de agua Nu-Matic en el tanque de presión).



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

# **CURSOS ABIERTOS**

## **CA08 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**DEL 17 AL 27 DE SEPTIEMBRE**

### **TEMA ANEXO**

## **CONDICIONES NECESARIAS DE LA INSTALACIÓN PARA EL SUMINISTRO DE AGUA**

**EXPOSITOR: ING. ENRIQUE CESAR VALDEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
SEPTIEMBRE DEL 2003**

---

## INTRODUCCION

La ingeniería sanitaria es la rama de la ingeniería civil que se ocupa de la promoción y conservación de la salud pública por medio de obras que proporcionan a la comunidad salud, seguridad y confort.

Al solucionar los problemas de captación, potabilización y conducción de las aguas para consumo humano y los de la adecuada eliminación de las aguas residuales, la *ingeniería sanitaria* cumple una misión de salubridad preventiva que no debe ser descuidada en ningún momento, por cuanto la salud de la población, bajo este aspecto, es consecuencia directa del constante e integral control de tales funciones, por lo cual las instalaciones sanitarias domiciliarias deben merecer una preferente atención por su contacto directo con los habitantes y por las molestias que causa su deficiente o incorrecto funcionamiento.

Todo edificio habitable debe poseer las instalaciones domiciliarias adecuadas para la provisión de agua potable y la evacuación de aguas residuales y pluviales. Para que estas instalaciones domiciliarias ofrezcan el máximo de seguridad, se requiere que cumplan con tres preceptos fundamentales:

1. Contar con agua potable en cantidad suficiente;
2. Alejamiento rápido de las aguas residuales; y
3. Evitar que los gases de los tubos que conducen las aguas servidas pasen a los ambientes habitables.

Las instalaciones sanitarias en los edificios cumplen con estos preceptos mediante los siguientes sistemas:

- . Instalación para el suministro de agua; e
- . Instalación de drenaje.

Adicionalmente se tienen las instalaciones de suministro de gas para uso doméstico y de aire acondicionado en ciertos lugares o edificios que lo requieren, con lo cual se completa la seguridad y confort de sus habitantes.

En los volúmenes que componen la presente serie de apuntes relativos a la materia de Instalaciones Sanitarias en Edificación, se estudiarán las instalaciones de suministro de agua, drenaje y gas, además de un volumen referente a la disposición individual de las aguas residuales para aquellas localidades que carecen de un sistema formal de alcantarillado.

---

# CAPITULO 1. INSTALACION PARA EL SUMINISTRO DE AGUA

La instalación para el suministro de agua es el sistema formado por tuberías, conexiones y válvulas de control necesarios para proporcionar agua fría, caliente y vapor en casos específicos, a los muebles y aparatos sanitarios, hidrantes y demás servicios especiales de una edificación.

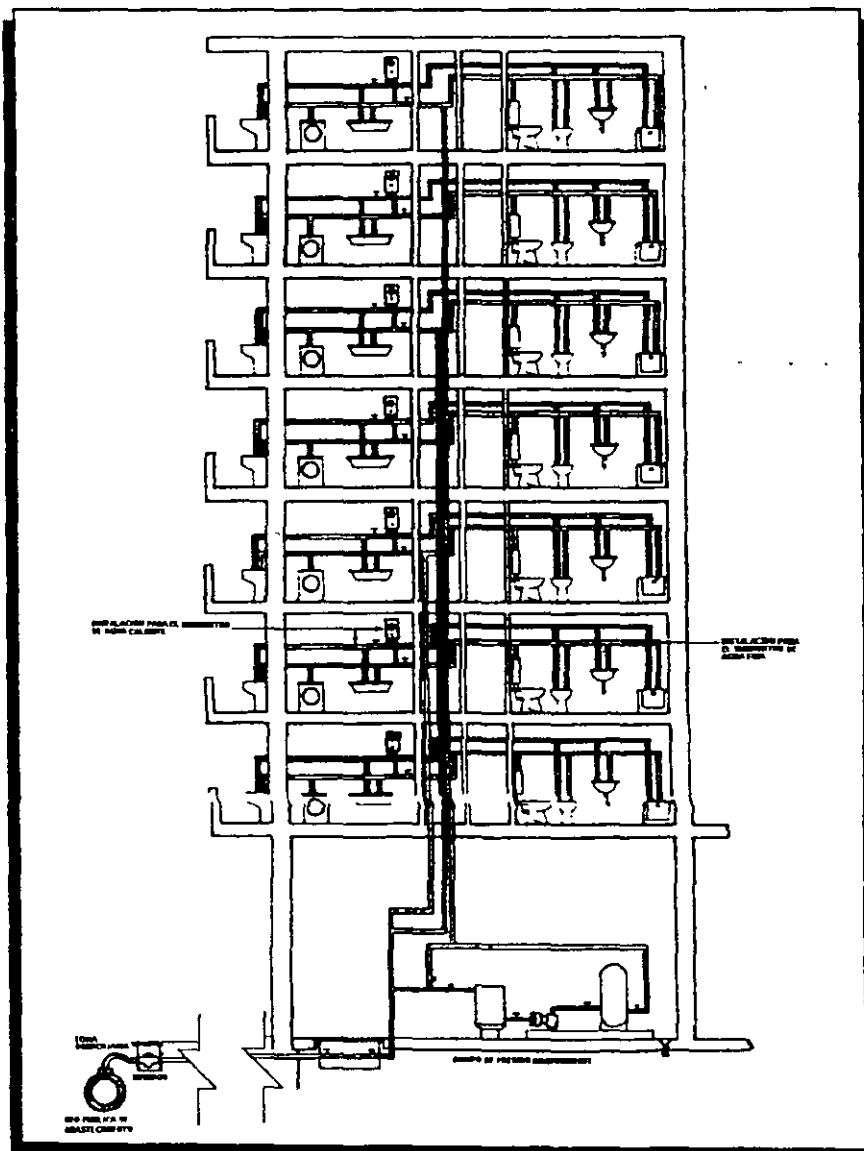


Figura 1.1. Instalación para el suministro de agua de una edificación

Los factores que condicionan el diseño de la instalación para el suministro de agua potable son: la presión mínima requerida, el consumo tipo a tener en cuenta, las intermitencias y discontinuidades de gasto y las simultaneidades de uso de los muebles y aparatos sanitarios de la edificación.

La presión mínima requerida para que la instalación funcione, depende exclusivamente de la pérdida de presión que se pueda producir en la instalación. Esta reducción de la fuerza de empuje del agua es una variable de cálculo, ya que si en un momento determinado se plantea el cálculo de la instalación con base en cierto gasto, sección del tubo y velocidad de flujo, predeterminados por cualquiera de los métodos existentes, el resultado obtenido es únicamente válido para los valores escogidos previamente, lo que haría variar el criterio de funcionamiento en un caso en el que se adopten otros parámetros.

Por otra parte debe tenerse presente que existen diferentes tipos de materiales de las tuberías (interior rugoso, semirugoso o liso) así como elementos de paso, corte o control en la instalación que condicionan el valor final que se quiere obtener.

La presión máxima admisible en cualquier punto de la instalación para el suministro de agua se puede ajustar entre 4.5 a 5 kg/cm<sup>2</sup>. Si se encuentran casos de valores mayores pueden instalarse en la red válvulas para reducir la presión.

Como recomendación puede establecerse que no es conveniente aceptar presiones mayores de 4 kg/cm<sup>2</sup> como carga disponible en la red interior de abastecimiento de agua.

Según experiencias en el cálculo de instalaciones hidráulicas, un equipo de presión no debe alimentar más de 9 ó 10 plantas de un edificio de manera simultánea, ya que en caso contrario la presión mínima en la onceva planta sería excesiva en la primera. En este caso se requerirían varios equipos de elevación del agua que alimenten a diferentes alturas del edificio.

### 1.1. Red interior de distribución

La obra de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable que se inicia en el tanque de regularización, consiste en una red de tuberías subterráneas por medio de las cuales se distribuye y entrega el agua hasta los domicilios de los usuarios. La red de distribución está constituida por dos partes principales:

- a) Instalaciones de servicio público, que comprenden la red municipal y las tomas domiciliarias; y
- b) Instalaciones particulares, o sea, la red interior de todo edificio.

Una tubería de admisión, derivada de la red pública de distribución, lleva el agua al medidor y de éste a una red de tuberías que conducen el agua a todos los muebles y aparatos de la instalación; la Figura 1.2 muestra los elementos de que consta dicha tubería de admisión denominada "toma domiciliaria".

El Cuadro 1.1 muestra el procedimiento de instalación de la toma domiciliaria. La instalación de la toma domiciliaria sólo puede llevarla a cabo personal del organismo operador del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad, previa solicitud del usuario.



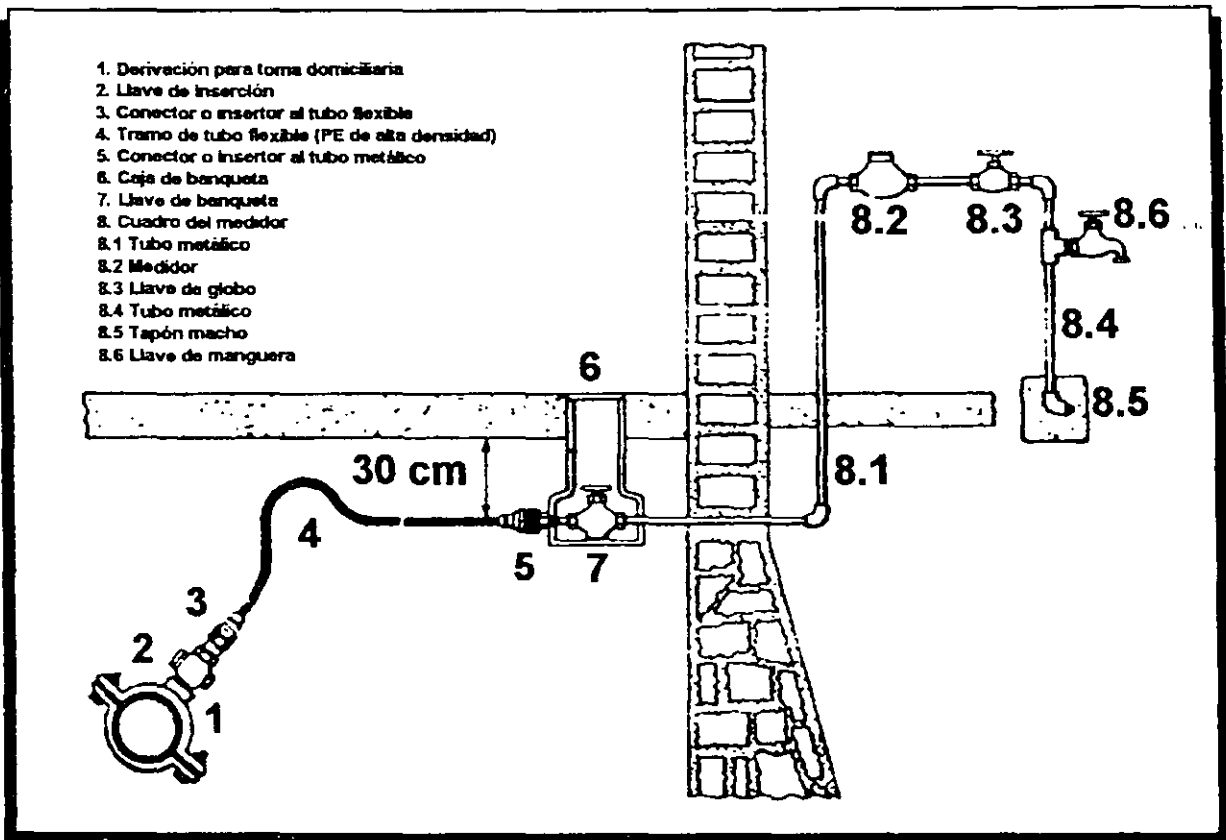


Figura 1.2. Toma domiciliar urbana

Con respecto a los medidores de agua que forman parte de la toma domiciliaria, pueden ser de los siguientes tipos:

a) Medidores de desplazamiento positivo.

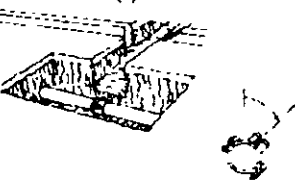

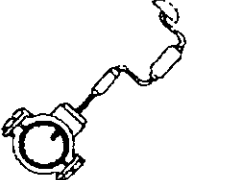
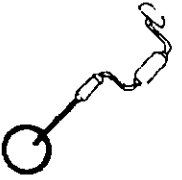


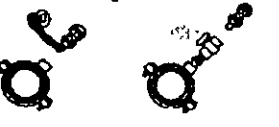
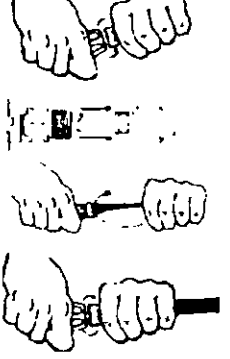
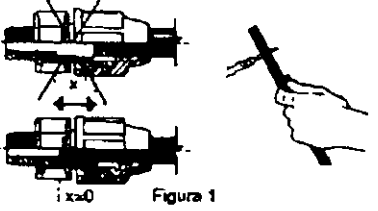
De pistón recíprocante, rotatorio, oscilante o roscado (generalmente conocido como "tipo disco"). Se usan para volúmenes bajos donde tienen una aceptable aproximación de lectura. Se instalan comúnmente en casas habitación y fábricas para consumos de agua hasta 3785 l/min (63 l/s).

b) Medidores de velocidad.

Miden la velocidad de flujo que pasa en una sección transversal conocida. Se usan para grandes volúmenes de agua y tienen la ventaja de provocar una pérdida de presión baja; su costo inicial es bajo y requieren de poco mantenimiento. Como ejemplo se pueden citar los medidores de turbina o tipo venturi.

La Figura 1.3 muestra un ábaco para estimar la pérdida de presión en medidores para agua de tipo pistón (o disco).

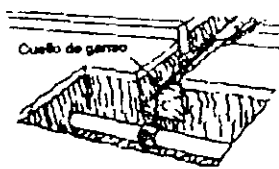
Cuadro 1.1 Procedimiento de instalación de la toma domiciliaria.

PASO	PROCEDIMIENTO	RECOMENDACIONES Y REQUISITOS DE INSTALACION
<p>1. Abrazadera (1)</p> 	<p>Colocar la abrazadera en la línea de agua potable con una inclinación de 45° con respecto a la vertical. Atornillar en forma cruzada los tornillos, primero manualmente hasta donde sea posible y luego con una llave hasta obtener un apriete pareja. Para tubos que no son de plástico, la abrazadera es metálica.</p>	<p>La abrazadera debe corresponder al tipo y diámetro del tubo. No utilizar abrazaderas metálicas en tuberías de plástico; el tipo de roca de la derivación de la abrazadera debe ser NPT.</p> 
<p>2. Perforación del tubo de la línea</p> 	<p>De acuerdo con la posición de la abrazadera, perforar el tubo con una broca tipo sacabocado o con un perforador especial (para evitar que entren rebabas al tubo), si se desea, la perforación puede realizarse antes de colocar la abrazadera y después de probar la hermeticidad de la abrazadera y la llave de inserción (ver prueba de hermeticidad).</p>	
<p>3. Válvula de inserción (2)</p> 	<p>En la roca macho aplicar suficiente cinta teflón y, manualmente, atornillar la válvula en la derivación de la abrazadera hasta lograr un buen apriete y que el maneral de la válvula quede en la parte superior.</p>	<p>No se recomienda el uso de otros materiales en lugar de la cinta teflón. Debido a la existencia de válvulas y conexiones metálicas con roca exterior de diferentes tipos o fuera de norma, debe evitarse unirlos a los componentes plásticos que tengan roca hembra.</p> 
<p>4. Adaptaciones de compresión (3)</p> 	<p>Los adaptadores de compresión se utilizan para unir, por un extremo, el tubo de polietileno a la abrazadera, o a la válvula de inserción, y por el otro extremo, a la válvula de banqueta o al cuadro del medidor. Para todos los casos, aplicar cinta teflón en la roca macho del adaptador y atornillarlo en el correspondiente componente hasta lograr un buen apriete.</p>	<p>El manejo e instalación de todos los componentes de la toma domiciliaria deben ser cuidadosos, es decir, debe evitarse aventarlos, pisarlos, arrastrarlos o golpearlos.</p>
<p>5. Unión del tubo de polietileno (4)</p> 	<p>Si se tiene experiencia, alijar la tuerca grándola dos vueltas. Si no, de la conexión de compresión (adaptador (3) o copie de unión (5)), retirar la tuerca y el cono con estrias e introducirlos aproximadamente cinco centímetros en el extremo a unir del tubo. En seguida, introducir, girando y presionando con las manos, el tubo en la conexión. Es recomendable biselar o lubricar ligeramente el tubo para facilitar la entrada. El tubo debe penetrar hasta el tope de la conexión para asegurar que el extremo del tubo pase por el anillo de hule con el que se logra la hermeticidad de la unión (ver figura 1). A continuación apretar manualmente la tuerca para lograr la sujeción entre el tubo y la conexión.</p>	<p>En caso de retirar el cono con estrias, éste debe quedar de acuerdo con la concavidad interior de la tuerca. Las conexiones a compresión son únicamente compatibles con el tubo ramal para toma domiciliaria (TRTD), de 16 mm, que cumpla con la norma NMX-E-146-1993. El tubo debe cortarse a escuadra.</p>  <p style="text-align: center;">1 x=0      Figura 1</p>


Cortesía de Plásticos Omega S.A. de C.V.

Cuadro 1.1 (Continuación)

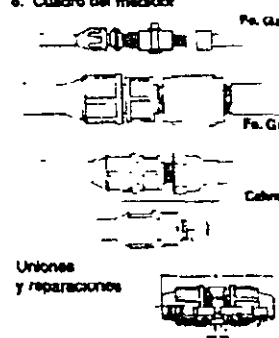
**6. Tendido del tubo de polietileno (4)**



**7. Válvula de banqueta (2)**



**8. Cuadro del medidor**



Tender el tubo a lo largo de la zanja hasta donde se acoplará con la válvula de banqueta o el cuadro del medidor, y dejar una holgura de 10 centímetros de tubo para formar, después de las pruebas de hermeticidad, un "cuello de ganso" (que sirve para absorber movimientos)

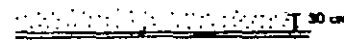
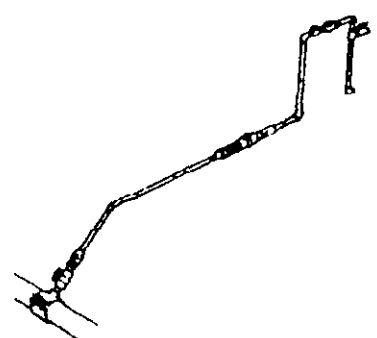
Por medio del adaptador de compresión unir el tubo de polietileno con la válvula de banqueta siguiendo los pasos de los puntos 5 y 4.

El cuadro del medidor se une a la válvula de banqueta o, en caso de que no se instale ésta, al adaptador de compresión, por medio de uniones roscadas selladas con cinta sellón. Si el cuadro del medidor es de tubo galvanizado se utiliza un copla, y si es de tubo de cobre el conector "PI" (rosca anterior). Si el cuadro del medidor se instalará posteriormente y no se tiene llave de banqueta, entonces se coloca la tapa roscada (6)

Los tubos ramal, de polietileno, para toma domiciliaria (THTD) pueden repararse o prolongarse mediante los coples de unión que se acoplan de acuerdo con el punto 5.

El tubo de polietileno no debe enrollarse en rollos que midan menos de 60 cm de diámetro interior ni flexionarlo a curvas con radios menores a 30 centímetros

El fondo de la zanja debe estar libre de rocas y objetos agudos. La profundidad mínima recomendada es de 30 centímetros.

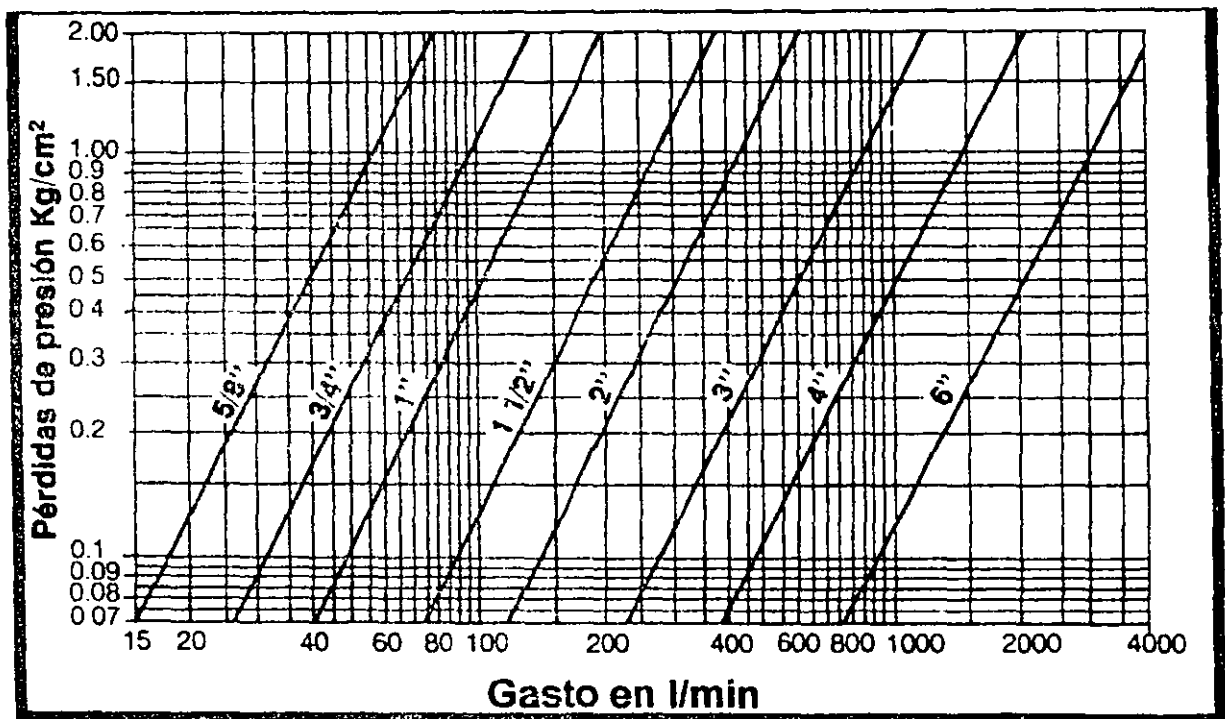


Figura 1.3. Pérdidas de presión en un medidor de tipo pistón.

## INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

El esquema de la red de distribución está constituido por cuatro elementos principales: distribuidores, columnas, derivaciones y ramales.

Los distribuidores son tuberías horizontales instaladas en la planta baja o, en su caso, en el techo del sótano; las columnas son tuberías verticales de sección decreciente que llevan el agua de los distribuidores a los pisos superiores.

En las varias plantas del edificio y en relación con el aparato o el grupo de aparatos a alimentar, se conectan otras tuberías horizontales llamadas "derivaciones" a partir de las cuales parten los ramales, que llevan el agua de las columnas hasta los diferentes muebles y aparatos sanitarios (Figura 1.4).

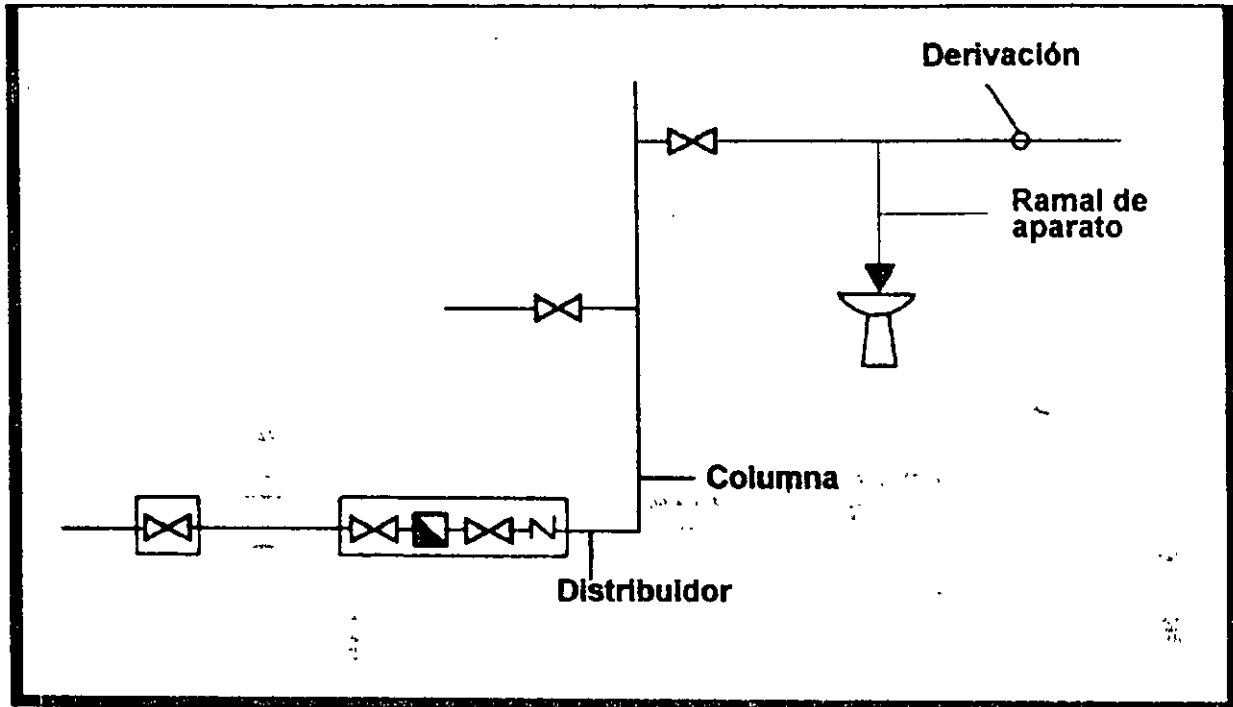


Figura 1.4. Distribuidores, columnas y derivaciones en una instalación.

El distribuidor debe instalarse, si es posible, a la vista, suspendido de la losa o bien adosado a los muros perfectamente soportado. En esta tubería se instalan las válvulas antirretorno y las válvulas de corte necesarias para seccionar las distintas partes de la red.

Las columnas, por su parte, se ubican en cámaras registrables (ductos) y fijadas a los muros mediante abrazaderas colocadas cada dos o tres metros.

Las columnas pueden ser ascendentes o descendentes, en función del sistema de distribución y se recomienda que sirvan como máximo a diez plantas, escalonándose hasta conseguir la altura deseada de servicio.

En los arranques de cada columna debe instalarse una llave de paso.

Las derivaciones reparten el agua a los distintos locales de la instalación particular. Pueden instalarse en ductos, empotradas en ranuras sobre los muros no resistentes o bien bajo el plafón. Se recomienda que las derivaciones sean instaladas junto al techo o a un nivel superior de los aparatos sanitarios, para que sus ramales sean descendentes hasta las llaves.

Los ramales pueden tener cualquier trazo y se recomienda que cada uno disponga de una llave de corte.

Los distribuidores pueden formar una red ramificada o en circuito (Figura 1.5.a y b); en nuestro medio el caso más común en edificación es la red ramificada.

Cuando el agua es conducida primero a un depósito superior (tinaco), por falta de presión o suministro irregular en la red municipal de distribución, los distribuidores se instalan en la azotea, y llevan el agua del depósito superior a las cabezas de las columnas que, en este caso, conducen el agua hacia abajo (Figura 1.5.c).

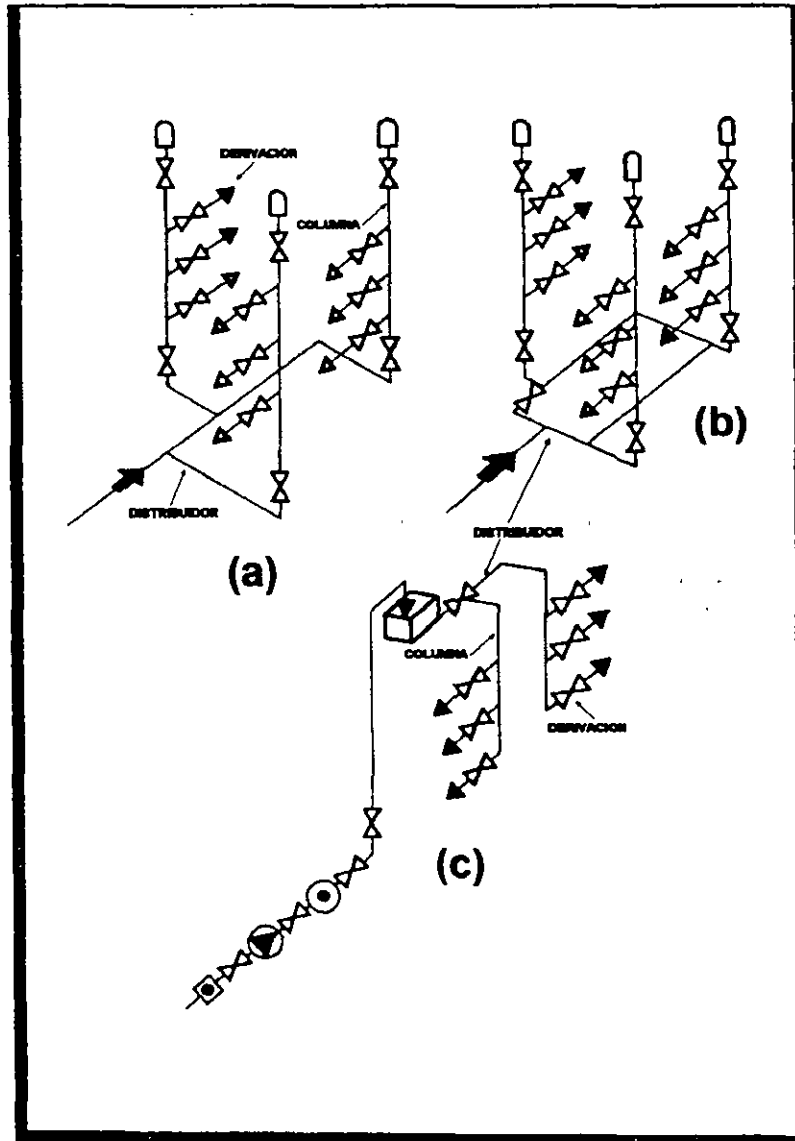


Figura 1.5. Sistemas de distribución: a) inferior y ramificada; b) con distribución inferior y en anillo; y c) superior que por gravedad alimenta y da servicio a todas las columnas.

## INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

### 1.2. Reglamentación relativa a las instalaciones particulares de suministro de agua

Con respecto a las disposiciones oficiales que deben cumplirse en el diseño de una instalación para el suministro de agua en edificación, está vigente y es de competencia federal el Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios (en adelante RISRE).

A nivel local, en el Distrito Federal, se cuenta con el Reglamento de Agua y Drenaje para el D.F., y el Reglamento de Construcciones para el D.F. (en adelante RCDF). En el Anexo A de este fascículo se reproducen íntegramente el RISRE y los artículos referentes a Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias del RCDF. A continuación se resume lo esencial de las principales disposiciones de estos reglamentos relativas al suministro de agua en los edificios.

#### 1.2.1. Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios

Artículo	Sinopsis
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.
52	El aprovisionamiento de agua potable a los edificios se calculará como mínimo con 150 l/hab/día. El servicio será continuo las 24 horas del día.
54	Para fines de almacenamiento se instalarán depósitos en las azoteas con capacidad de 100 l/hab.
57	Los depósitos (tinacos) se colocarán a una altura de 2 m por lo menos del mueble sanitario más alto.

#### 1.2.2. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal

Artículo	Sinopsis
150	Los conjuntos habitacionales, las edificaciones de cinco niveles o más y las edificaciones ubicadas en zonas cuya red pública de agua potable tenga una presión inferior a diez metros de columna de agua, deberán contar con cisternas calculadas para almacenar dos veces la demanda mínima diaria de agua potable de la edificación y equipadas con sistema de bombeo...
151	Los tinacos deberán colocarse a una altura de, por lo menos, dos metros arriba del mueble sanitario más alto...

Artículo	Sinopsis
153	Las instalaciones de infraestructura hidráulica y sanitaria que deban realizarse en el interior de predios de conjuntos habitacionales y otras edificaciones de gran magnitud, previstas en la fracción II del artículo 53 del Reglamento, deberán sujetarse a lo que disponga el Departamento para cada caso.
154	Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua; los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas y los mingitorios, tendrán una descarga máxima de diez litros por minuto, y dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio; los lavabos, tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tendrán llaves que no consuman más de diez litros por minuto.

El 27 de febrero de 1995 se publicaron en la Gaceta Oficial del Distrito Federal las "Normas complementarias para instalaciones de abastecimiento de agua potable y drenaje", cuyas principales disposiciones se han adoptado en el contenido de este texto.

Por otra parte, existen organismos como el Instituto Mexicano del Seguro Social, que han desarrollado sus propias normas de proyecto de ingeniería<sup>1</sup>, cuyo campo de aplicación son los inmuebles que construye, remodela o amplía ese Instituto.

<sup>1</sup> Tomo II. Instalaciones hidráulica, sanitaria y gases medicinales.

---

## CAPITULO 2. FONTANERIA DE LA INSTALACION PARA EL SUMINISTRO DE AGUA

En este capítulo se describirán los diferentes tipos de materiales y procedimientos utilizados en la instalación para suministro de agua de un edificio.

Hasta los años treinta muchos sistemas de suministro de agua se formaban con tubos de plomo el cual se ha dejado de emplear debido a sus conocidas características carcinogénicas. En los sistemas modernos se utiliza una gran variedad de materiales, como son: acero, cobre, y cloruro de polivinilo (PVC).

Una tubería se define como el conjunto formado por el tubo y su sistema de unión. Los tubos más empleados en nuestro medio se fabrican a base de los siguientes materiales:

- a) Acero; y
- b) Cobre de temple rígido (Cu).

Las características de estos tubos y sus sistemas de unión se describen a continuación.

### 2.1. Tuberías de acero

La mayoría de las personas conocen el tubo de acero; sin embargo, no todas saben que este tipo de tubo se fabrica de tres formas diferentes. La primera y más común es el método de soldadura a tope o con costura. En este método de fabricación se curva una lámina plana de acero con los bordes escuadrados al tamaño necesario del tubo y luego estos bordes se sueldan entre sí (Figura 2.1). El tubo soldado a tope no es tan resistente como cualquiera de los otros dos tipos: el de soldadura de solapa o superpuesta y el tubo sin costura, porque en el primer tipo la soldadura solo abarca el espesor de la pared del tubo.

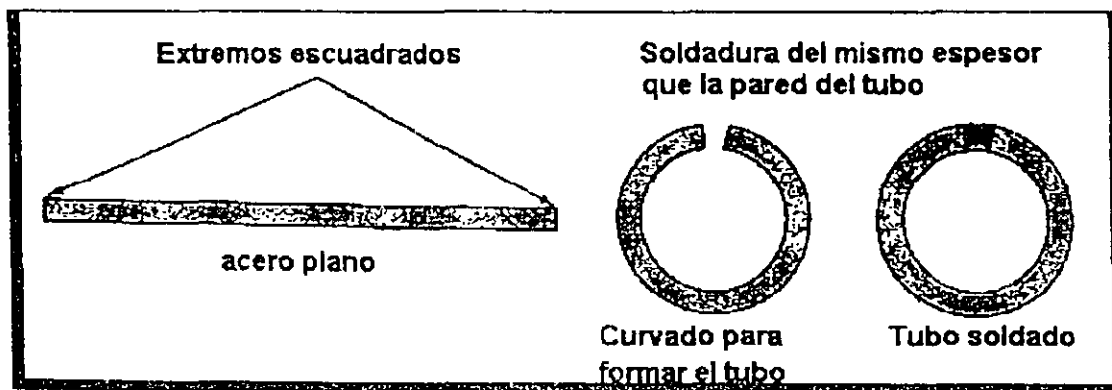


Figura 2.1. Esquema de fabricación de tubo soldado a tope



El tubo fabricado con soldadura de solapa se fabrica con un proceso muy similar al del tubo soldado a tope y la profundidad de la soldadura es la diferencia principal entre ellos. Como se ilustra en la Figura 2.2, el borde de ángulo permite tener una soldadura más profunda, lo cual aumenta la resistencia del tubo.

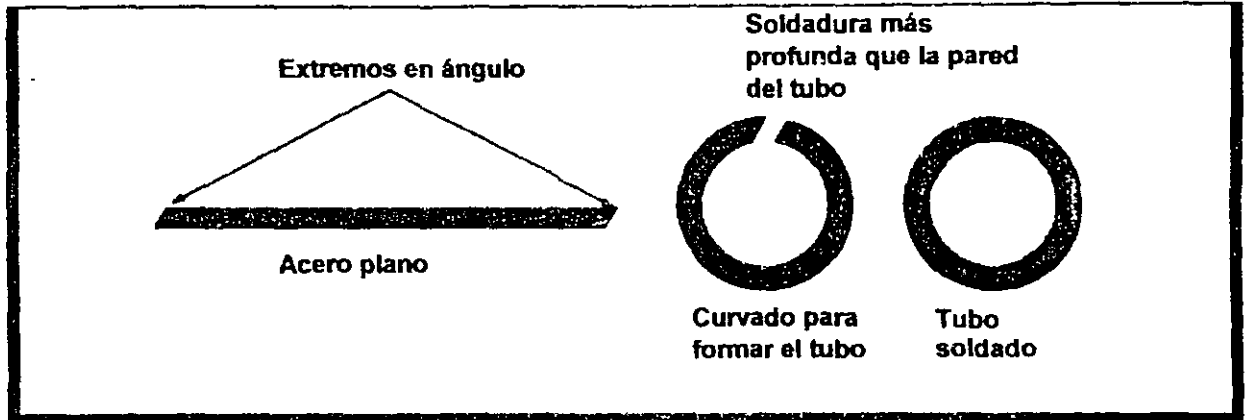


Figura 2.2. Esquema de fabricación del tubo con soldadura de solapa

El tercer procedimiento de fabricación es completamente distinto a los dos primeros: el tubo se forma a partir de una lámina de acero mientras todavía está al rojo, en una máquina especial. Tal como su nombre ya indica, no tienen ninguna clase de unión, ya que se obtienen por laminación o extrusión; esto da por resultado un tubo de pared maciza, sin costuras (Figura 2.3). Dado que el tubo sin costura no tiene ninguna soldadura, es el más resistente de los tres tipos que se fabrican; además, este sistema de fabricación permite obtener una excelente calidad en las paredes interiores de estos tubos, lo cual reduce considerablemente las pérdidas de carga debidas a la fricción.

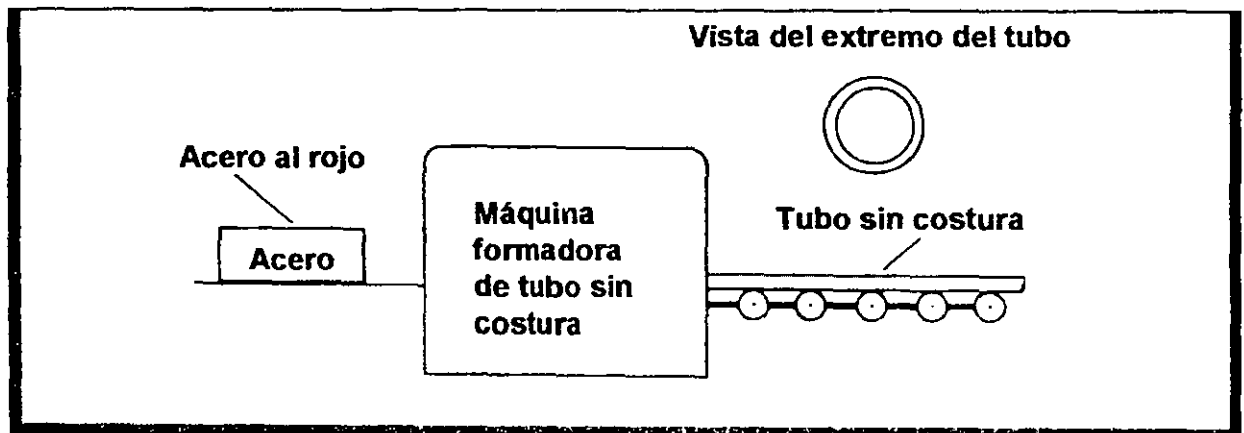


Figura 2.3. Esquema de fabricación de tubo sin costura.

En cada uno de estos sistemas de fabricación se produce tubo de acero que no está revestido y es susceptible a la corrosión y otros daños. Para hacer el tubo más resistente a la corrosión, se le aplica un revestimiento que puede ser con cinc, y se llama tubo galvanizado, o con pintura negra que se aplica por inmersión o pulverización, y el tubo así tratado se llama tubo negro. Es más resistente a la corrosión el tubo galvanizado.

En el proceso de construcción de una instalación, los tubos galvanizados no deben curvarse ya que se fisura la capa de cinc, iniciándose en esos puntos la corrosión.

Los tubos se expenden en tramos de seis metros de longitud, y se cortan con segueta o con cortatubos de acero. Al realizar el corte, queda en el interior del tubo, en su extremo, un borde o rebaba que debe rimarse.

En el Cuadro 2.1 se presentan los diámetros comerciales de los tubos de acero galvanizado o negro cédula cuarenta.

**Cuadro 2.1**  
Diámetros de los tubos de acero C-40 de uso común en edificación.

Diámetro nominal / (pulgadas)	Diámetro interior en milímetros
1/2	15.8
3/4	20.9
1	26.6
1 1/4	35.5
1 1/2	40.8
2	52.5
2 1/2	62.7
3	75.0
4	99.0

En los casos de instalaciones que soporten grandes presiones (industriales, de conducción de vapor, etc.), sólomente se deben utilizar tubos sin costura.

**Sistema de unión de tubos de acero.**

Hay dos métodos básicos para unir el tubo de acero, sea galvanizado o negro: uno es la unión roscada, que asegura un ajuste hermético por medio de la presión entre las caras de las roscas del tubo y la conexión en el recipiente. El segundo método para unir tubo de acero es mediante soldadura (sea de arco eléctrico o autógena), que produce una unión más resistente y durable para aplicaciones de alta presión.

La unión roscada es el método de unión más común en las instalaciones hidráulicas en edificación; en esta unión se utilizan roscas cónicas. Las roscas del tubo son externas o macho y las roscas en la conexión son internas o hembra. El método de roscado se puede utilizar en todos los diámetros de tubos de acero (Fig. 2.4).

Antes de hacer las roscas se requiere cortar y escariar (rimar) el tubo. Las herramientas utilizadas son el cortatubos (o una segueta) y el escariador o rima para tubos.



Figura 2.4. Conexiones con cuerda en tubos de acero galvanizado o negro.

El cortatubos consta de una base rígida con una cuchilla redonda en la parte superior, una mordaza inferior corrediza, que tiene dos rodillos, y un eje y mango roscados. Para usar el cortatubos sólo se necesita abrir la herramienta para sostener el tubo entre la cuchilla y los rodillos, apretar el mango hasta que la cuchilla y los rodillos estén ajustados contra el tubo y girar la herramienta alrededor del tubo a la vez que se hace girar el mango para aplicar presión contra la cuchilla. Esto produce un corte liso y uniforme y deja el tubo listo para escariarlo y roscarlo (Figura 2.5).

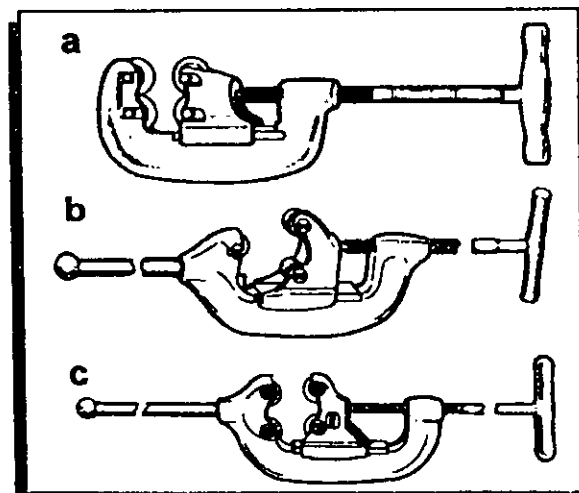


Figura 2.5. Cortatubos para acero y otros tubos de pared gruesa: a) con rodillos anchos (1/8 a 1 1/4 " y 1/8 a 2 " ); b) con rodillos normales (1 a 3 ", 2 a 4 " y 4 a 6 "); y c) con cuatro cuchillas (1/2 a 2 " y 2 1/2 a 4 " ), utilizados en sitios donde no se puede girar por completo la herramienta, basta el giro de 130° para cortar el tubo.

Después de cortar el tubo, si se mira de cerca el nuevo borde, se apreciará una rebaba alrededor del diámetro interior del tubo. Esta rebaba afilada puede retener partículas de óxido y otras, y

producir un aumento en la pérdida de carga debida a la fricción. El ingeniero a cargo de la supervisión de la instalación debe asegurarse de que los fontaneros efectúen el escariado o rimado para eliminar esa rebaba. La Figura 2.6 ilustra los tipos de escariadores.

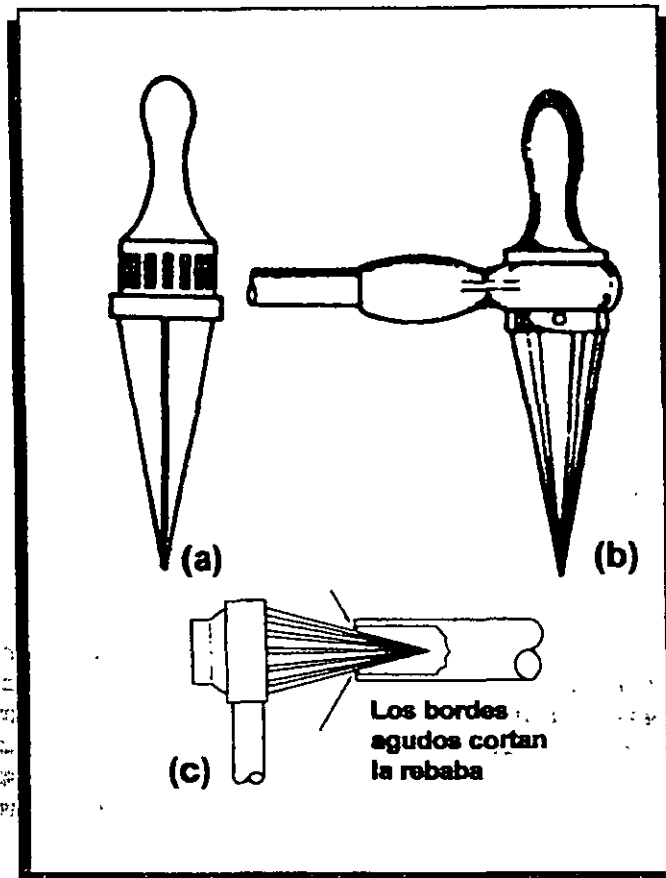


Figura 2.6. Escariadores: (a) de estrías rectas; y (b) de estrías helicoidales. Escariado de un tubo (c).

La forma de hacer la rosca es con una herramienta llamada "tarraja" equipada con un juego de peines fijos o ajustables. Los peines también llamados dados, se fabrican para cada diámetro de tubo para formar por corte un número específico de hilos por centímetro (Figura 2.7). Las operaciones de corte, escariado y roscado también pueden efectuarse mediante una roscadora mecánica (Figura 2.8).

Las roscas externas deben tener un mínimo de seis a siete hilos perfectos. Es decir, las roscas deben estar agudas en las partes superior e inferior para que concuerden con las roscas internas de la conexión. Cualesquiera imperfecciones en la rosca tales como melladuras, cortaduras, hilos rotos o insuficientes hilos perfectos, permitirán fugas por la unión. Es indispensable lubricar el tubo, para facilitar la operación de los peines de la tarraja; en caso de requerirse en alguna conexión, las roscas interiores se hacen mediante una herramienta llamada "machuelo".

Se debe tener cuidado de usar conexiones galvanizadas con tubo galvanizado y conexiones negras con tubo negro.

Los nipples para tubos de acero son tramos cortos de tubo roscado en ambos extremos. El corte manual de rosca en tramos pequeños de tubo, de 15 cm o menos, es difícil, sin embargo, se expenden en las ferreterías nipples cortados a la medida ya roscados.

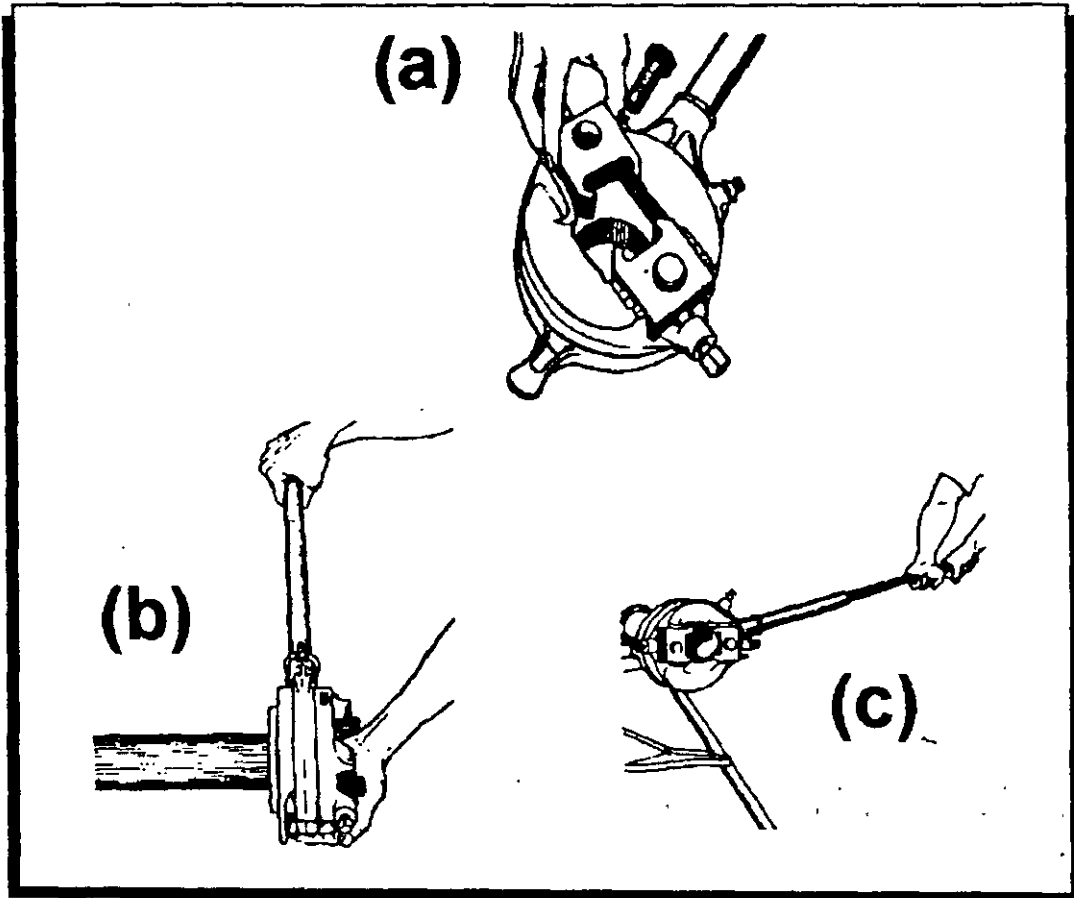


Figura 2.7. Roscado del tubo de acero con tarraja manual: (a) selección y ajuste de los dados de acuerdo con el diámetro del tubo por roscar, (b) y (c) roscado del tubo.

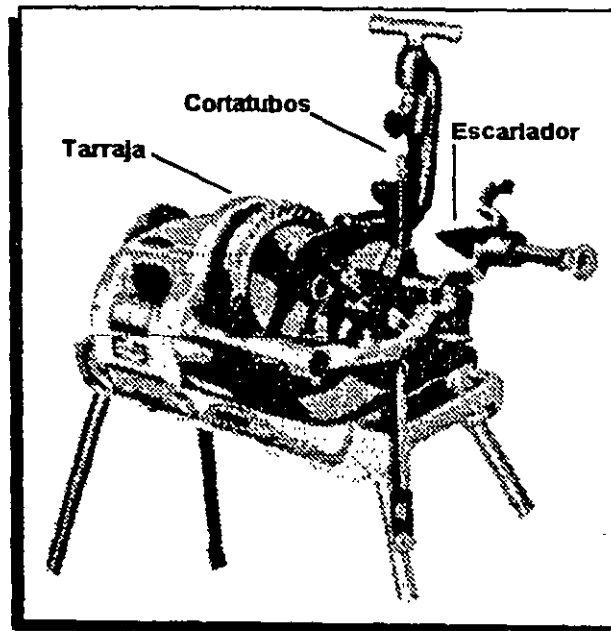


Figura 2.8. Roscadora mecánica.

Para el acoplamiento de la tubería de acero con conexiones o válvulas del mismo material o de bronce deberá aplicarse un material especial como cinta de teflón o pabilo (cordón grafitado).

## 2.2. Tuberías de cobre

Las tuberías de cobre son fabricadas por extrusión y estiradas en frío. Su fabricación por extrusión, que permite tubos de una pieza, sin costura y de paredes lisas y tersas, asegura la resistencia a la presión y un mínimo de pérdidas debidas a la fricción en la conducción del agua. Existen en el mercado dos temple de las tuberías de cobre:

- a) Temple rígido, y
- b) Temple flexible.

Las tuberías para instalaciones hidráulicas deben ser de temple rígido y cumplir con la Norma NOM-W-17-1981; el temple flexible se utiliza en instalaciones de gas domiciliarias.

Las tuberías rígidas de cobre se fabrican en cuatro tipos: M, L, K y DWV, cuyas aplicaciones se describen a continuación.

- a) Tubería tipo "M". Se utiliza en instalaciones de agua fría y caliente para casas habitación y edificios en general, con presiones de servicio bajas. El color de identificación para este tipo de tubería es el rojo y se fabrica en diámetros comerciales de 6.35 mm a 102 mm (Cuadro 2.2).
- b) Tubería tipo "L". Se usa en instalaciones hidráulicas en condiciones más severas de servicio y seguridad que la tipo M (tomas domiciliarias, calefacción, refrigeración, etc.). Es el tipo de tubería autorizado para instalaciones domiciliarias de gas. Se identifica por el color azul y se fabrica en diámetros comerciales de 6.35 mm hasta 152 mm (Cuadro 2.3).
- c) Tubería tipo "K". Es la denominación para las tuberías que por sus características se recomienda usar en instalaciones de tipo industrial, conduciendo líquidos y gases en condiciones más severas de presión y temperatura. El color verde identifica a este tipo de tubería y se fabrica desde 9.5 mm hasta 51 mm de diámetro nominal (Cuadro 2.4).
- d) Tubería tipo "DWV". Se recomienda usarla en instalaciones sanitarias y de ventilación en donde no existen presiones internas en el servicio. Su color de identificación es el amarillo y se fabrica en diámetros nominales de 32 mm a 125 mm (Cuadro 2.5)

El empleo de tubería de cobre de temple rígido en las instalaciones hidráulicas de los edificios, presenta las siguientes ventajas sobre las tuberías de acero:

1. *Resistencia a la corrosión.*- El cobre en contacto con el aire queda recubierto con una finísima capa de óxido que lo protege impidiendo que continúe la oxidación, asegurando así una larga vida útil de la instalación.
2. *Menores pérdidas debidas a la fricción.*- Se fabrica sin costura y su interior es liso admitiendo menores pérdidas de fricción que el acero.
3. *Facilidad de unión.*- El sistema de unión por soldadura capilar permite efectuar con rapidez y seguridad las conexiones de la tubería.
4. *Maniobrabilidad.*- La sencillez del proceso para cortar el tubo y ejecutar las uniones, así como la ligereza del material, permiten la prefabricación de gran parte de las instalaciones,

## INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

obteniéndose rapidez y calidad en el trabajo.

Los diámetros de las tuberías rígidas son nominales; para conocer el diámetro exterior correspondiente se debe aumentar 1/8 de pulgada al diámetro nominal, y si se quiere conocer el diámetro interior bastará con restar dos veces el espesor de pared correspondiente. Las presiones máximas que se presentan en los Cuadros 2.2 a 2.5 son las que soporta cada una de las tuberías, recomendándose no llegar nunca a éstas. Las presiones constantes de trabajo son las que se recomienda utilizar en la instalación durante toda su vida; esta presión es cinco veces menor que la máxima, para dar seguridad y duración en el servicio.

Cuadro 2.2. Diámetros y características de los tubos de cobre tipo M.

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb per pie kg per m	PESO POR TRAMO lb kg	PRESION MAXIMA lb/pulg <sup>2</sup> kg/cm <sup>2</sup>	PRESION CONSTANTE lb/pulg <sup>2</sup> kg/cm <sup>2</sup>	FLUJO ER: gpm l/min
1/4 6.35	0.375 9.525	0.325 8.255	0.025 0.635	0.107 0.189	2.132 0.968	6133 431.15	1224 84.78	
3/8 9.5	0.500 12.700	0.450 11.430	0.025 0.635	0.145 0.316	2.903 1.318	4500 316.35	900 63.37	2.247 8.507
1/2 12.7	0.625 15.875	0.549 14.453	0.028 0.711	0.204 0.304	4.083 1.854	4032 283.45	804 54.64	4.064 15.382
3/4 19	0.875 22.225	0.811 20.699	0.032 0.812	0.328 0.488	6.566 2.981	3291 231.35	658 44.25	10.654 40.333
1 25	1.125 28.575	1.055 26.797	0.035 0.889	0.468 0.693	9.310 4.227	2800 196.84	560 39.34	21.970 82.180
1 1/4 32	1.375 34.925	1.291 32.791	0.042 1.047	0.683 1.016	13.654 6.200	2749 193.25	550 38.64	39.255 148.580
1 1/2 38	1.625 41.275	1.527 38.785	0.049 1.245	0.941 1.400	18.821 8.545	2713 190.72	542 38.10	62.335 235.940
2 51	2.125 53.975	2.009 51.029	0.058 1.473	1.461 2.174	29.233 13.273	2470 173.65	491 34.51	131.000 495.840
2 1/2 64	2.625 66.675	2.495 63.373	0.065 1.651	2.032 3.025	40.647 18.454	2228 156.63	445 31.25	231.461 874.010
3 76	3.125 79.375	2.981 75.718	0.072 1.829	2.683 3.994	53.643 24.343	2073 145.73	414 29.10	375.189 1420.090
4 102	4.125 104.775	3.935 99.949	0.095 2.413	4.645 6.945	93.310 42.343	2072 145.65	414 29.10	799.395 3025.710

Cuadro 2.3. Diámetros y características de los tubos de cobre tipo L.

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb per pie kg per m	PESO POR TRAMO lb kg	PRESION MAXIMA lb/pulg <sup>2</sup> kg/cm <sup>2</sup>	PRESION CONSTANTE lb/pulg <sup>2</sup> kg/cm <sup>2</sup>	FLUJO EN: gpm l/min
1/4 6.35	0.375 9.525	0.315 8.001	0.030 0.762	0.124 0.187	2.524 1.144	7300 504.14	1440 101.23	
3/8 9.5	0.500 12.700	0.430 10.922	0.035 0.889	0.198 0.295	3.945 1.800	4300 442.89	1240 88.77	1.873 7.089
1/2 12.7	0.625 15.875	0.545 13.843	0.040 1.014	0.285 0.424	5.706 2.590	3760 404.92	1152 80.98	2.548 12.493
3/4 19	0.875 22.225	0.785 19.929	0.045 1.143	0.455 0.678	9.110 4.134	4432 325.42	924 65.09	9.600 34.334
1 25	1.125 28.575	1.025 26.035	0.060 1.570	0.655 0.974	12.114 5.954	4000 291.20	800 56.24	19.799 74.940
1 1/4 32	1.375 34.925	1.245 32.221	0.085 1.397	0.855 1.317	17.700 8.034	3400 253.08	720 50.61	25.048 132.640
1 1/2 38	1.625 41.275	1.505 38.227	0.060 1.524	1.143 1.695	22.824 10.343	3223 233.60	644 44.67	54.158 212.840
2 51	2.125 53.975	1.985 50.419	0.070 1.778	1.782 2.608	35.042 15.909	2945 208.43	593 41.68	119.099 450.790
2 1/2 64	2.625 66.675	2.445 62.611	0.080 2.032	2.423 3.495	49.648 22.545	2742 192.74	548 38.52	214.298 811.120
3 76	3.125 79.375	2.945 74.809	0.090 2.284	3.332 4.962	64.645 29.257	2592 182.21	518 36.41	347.397 1314.900
4 102	4.125 104.775	3.905 99.187	0.110 2.794	5.384 8.017	107.729 48.909	2400 168.72	480 32.74	747.627 2829.770
6 152	6.125 152.575	5.845 148.443	0.140 3.554	10.218 15.209	204.357 92.778	2000 140.60	400 28.12	



Cuadro 2.4. Diámetros y características de los tubos de cobre tipo K.

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb por pie kg por m	PESO POR TRAMO lb kg	PRESION MAXIMA lb/pulg <sup>2</sup> kg/cm <sup>2</sup>	PRESION CONSTANTE lb/pulg <sup>2</sup> kg/cm <sup>2</sup>	FLUJO EN: gpm l/mín
3/8 9.5	0.500 12.700	0.402 10.210	0.049 1.245	0.269 0.400	5.385 2.445	8820 620.04	1764 124.00	6.640 1.784
1/2 12.7	0.625 15.875	0.527 13.385	0.049 1.245	0.344 0.512	6.890 3.128	7056 496.03	1411 99.19	12.507 3.304
3/4 19	0.875 22.225	0.748 19.023	0.045 1.651	0.640 0.954	12.813 5.817	6685 469.95	1337 93.99	22.894 6.671
1 25	1.125 28.575	0.995 25.273	0.045 1.651	0.840 1.250	16.799 7.627	5200 209.00	1040 72.11	75.042 19.824
1 1/4 32	1.375 34.925	1.245 31.623	0.045 1.651	1.041 1.549	20.824 9.454	4260 299.47	852 59.89	122.270 34.940
1 1/2 38	1.625 40.640	1.481 37.617	0.072 1.829	1.361 2.026	27.231 12.343	3968 280.35	797 54.02	212.240 54.074
2 51	2.125 53.975	1.999 49.789	0.083 2.108	2.042 3.070	41.249 18.727	3815 247.10	703 49.42	454.900 120.158

Cuadro 2.5. Diámetros y características de los tubos de cobre tipo DWV.

MEDIDA NOMINAL pulg mm	DIAMETRO EXTERIOR pulg mm	DIAMETRO INTERIOR pulg mm	GRUESO PARED pulg mm	PESO lb por pie kg por m	PESO POR TRAMO lb kg
1 1/4 32	1.375 34.925	1.295 32.893	0.040 1.016	0.661 0.949	13.022 5.912
1 1/2 38	1.625 41.275	1.541 39.141	0.042 1.067	0.810 1.204	16.213 7.361
2 51	2.125 53.975	2.041 51.841	0.042 1.067	1.044 1.587	21.338 9.684
3 76	3.125 79.375	3.035 77.089	0.045 1.143	1.690 2.515	33.801 15.346
4 102	4.125 104.775	4.009 101.829	0.058 1.473	2.876 4.281	57.528 26.118
5 127	5.125 129.175	4.981 124.817	0.072 1.829	4.436 6.603	88.729 40.283

Sistema de unión de tubos de cobre de temple rígido.

Las conexiones usuales en una instalación con tuberías de cobre se muestran en las Figuras 2.9 a 2.11.

El proceso de unión de las tuberías de cobre, es mediante el método denominado "soldadura capilar". Las herramientas utilizadas en el proceso de soldadura capilar son un soplete de gasolina o de gas, y un cortatubos o segueta. Los materiales utilizados son: gasolina blanca (nafta) o gas L.P., pasta para soldar, lija para esmeril, y soldadura. La soldadura puede ser No. 50 (50% plomo y 50% estaño, con una temperatura de fusión de 183°C.) o bien No.95 (95% estaño y 5% de plata, con una temperatura de fusión de 230°C).

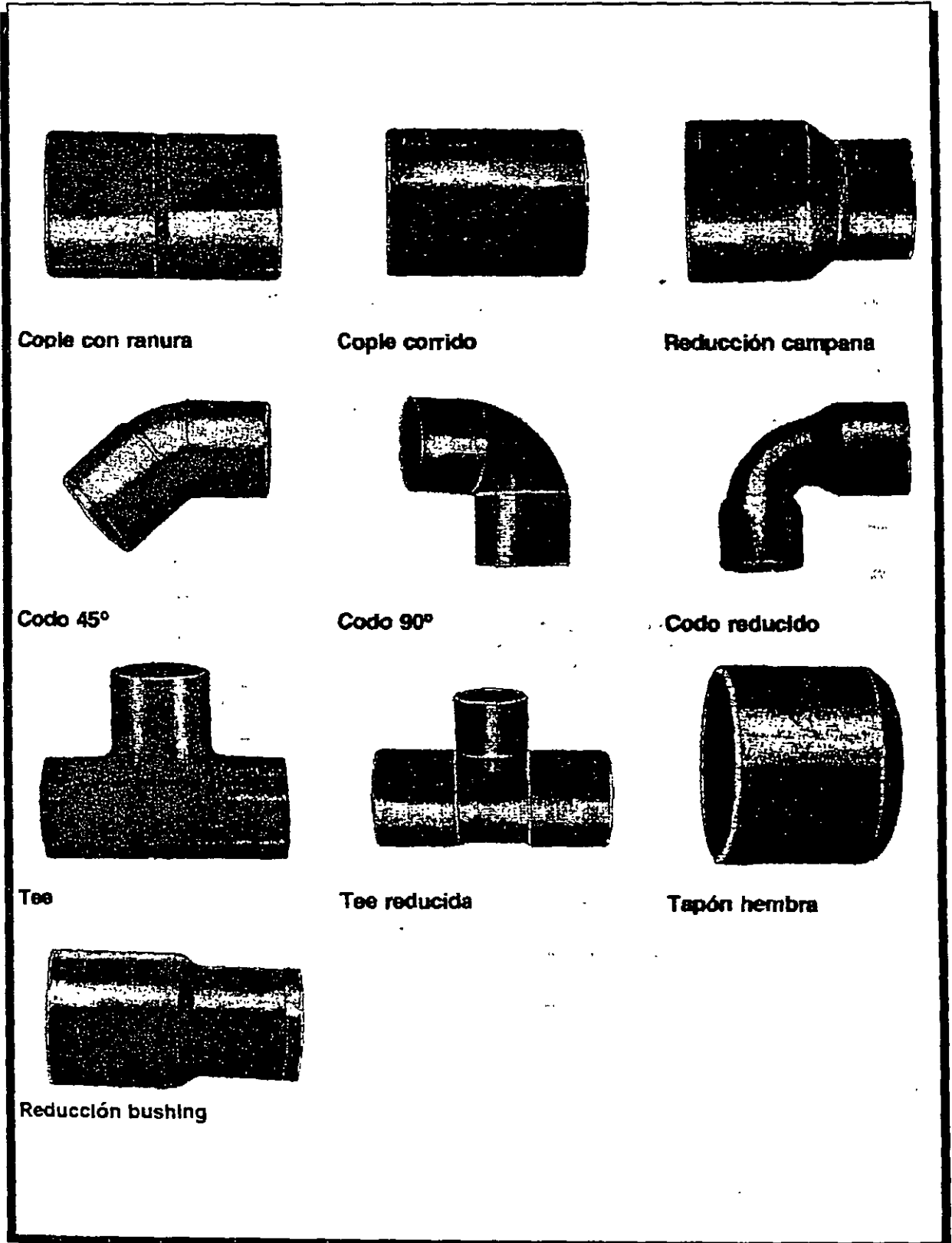


Figura 2.9. Conexiones de cobre

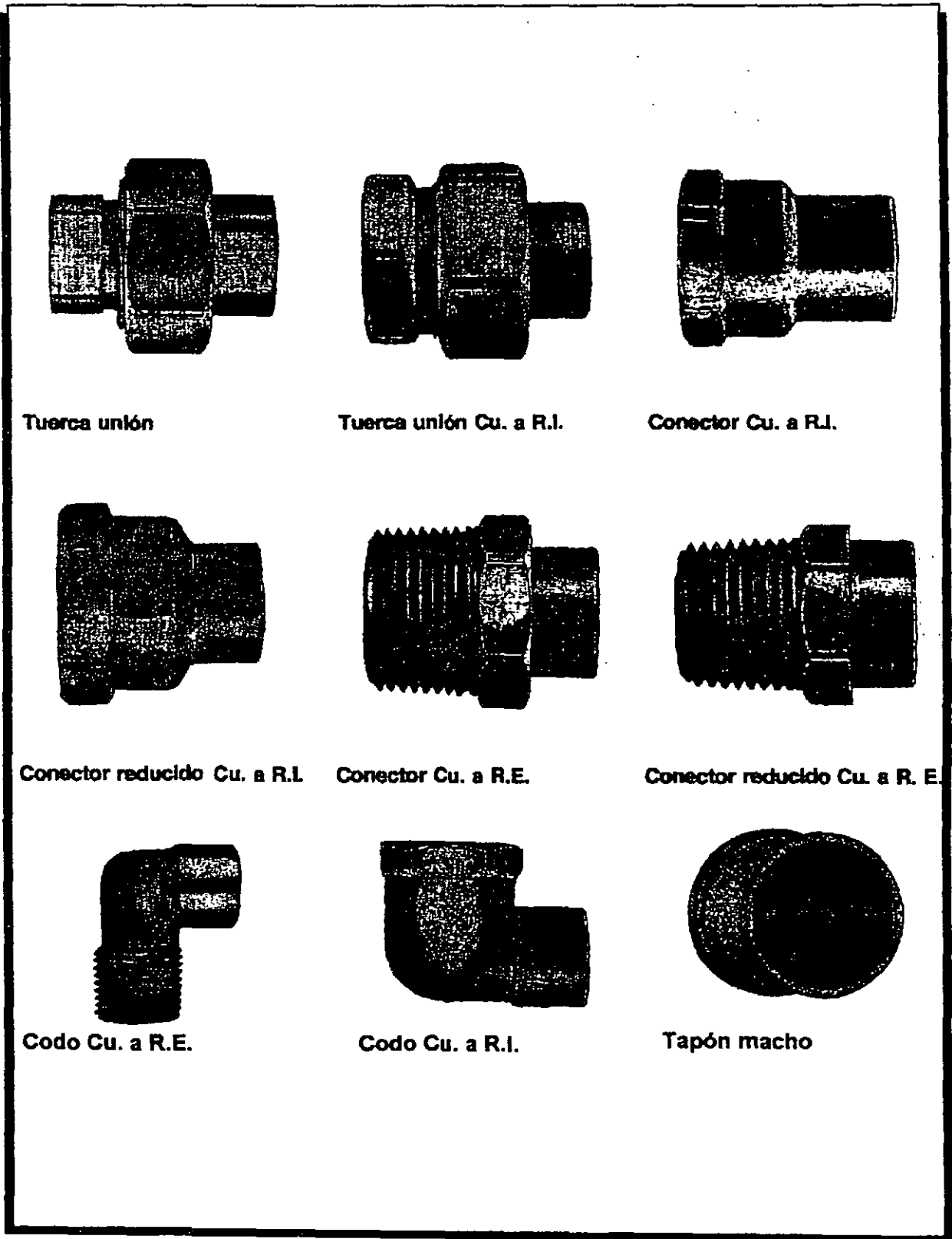


Figura 2.10. Conexiones de latón forjado

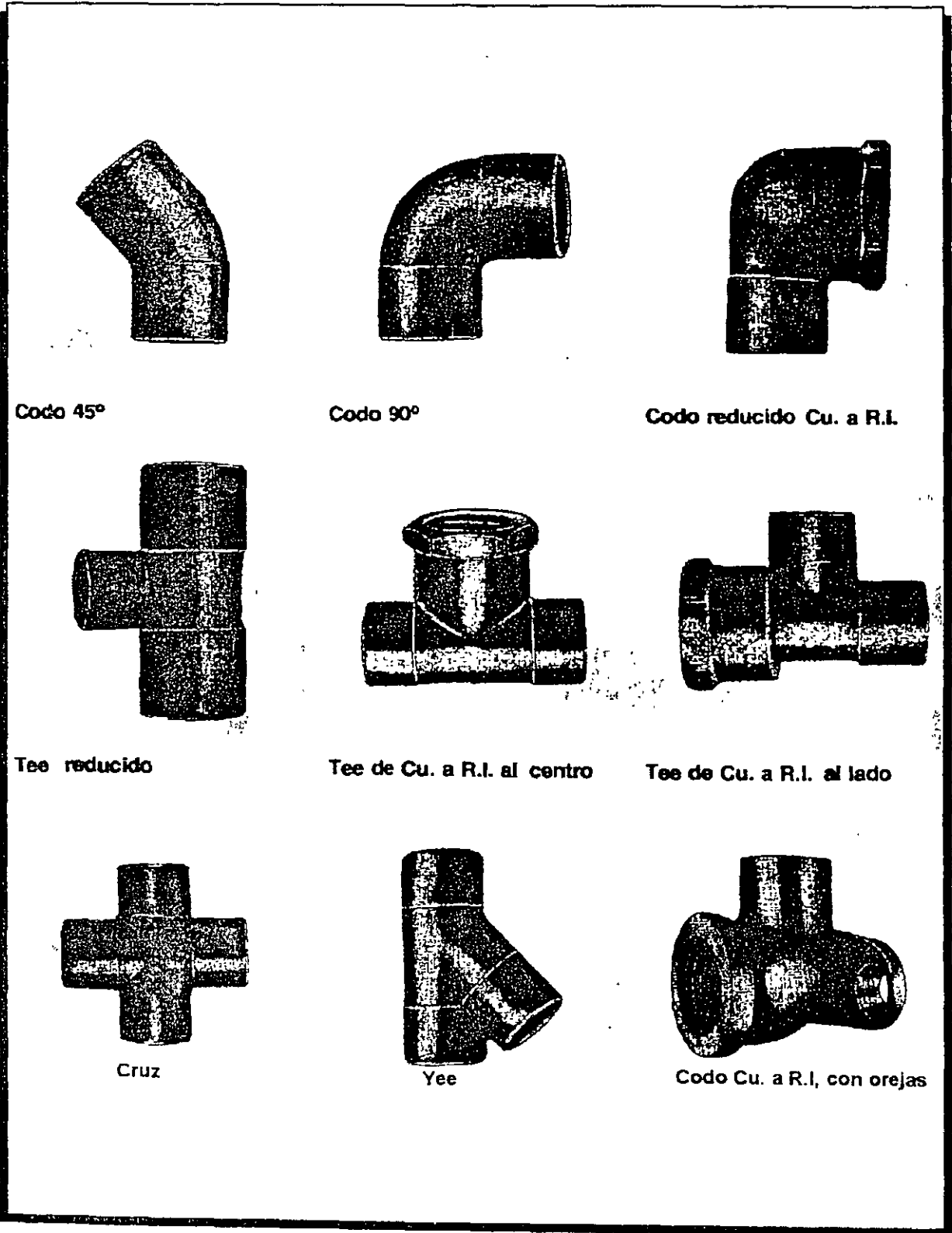


Figura 2.11. Conexiones de bronce

## INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

---

Las soldaduras normales se fabrican en forma de cordón de 3 mm de grueso, en carrete de 450 g. Se aplican con un fundente especial no corrosivo, envasado en latas de 60 y 450 g, que protege a los metales de la oxidación dando así paso libre (por capilaridad) al fluido de soldadura, que penetrará cuando el calor haya sido suficiente.

Es común emplear la soldadura No. 50 en instalaciones de agua fría y la No. 95 en instalaciones de agua caliente o que estarán sometidas a presiones elevadas y en instalaciones para gas.

La Figura 2.12 muestra los pasos del proceso de soldadura capilar.

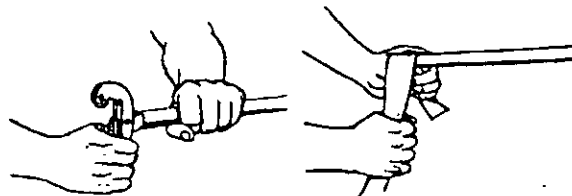
El tubo de cobre a diferencia del tubo de acero galvanizado, sí puede curvarse y para ello se calienta el tramo por curvar con el soplete.

La compañía norteamericana T-DRILL INDUSTRIES, INC. (PIPE FABRICATION SYSTEMS) ha patentado sus modelos de taladros para la hechura mecánica en obra de conexiones tee y coples en tuberías de cobre tipos K, L y M. El modelo T-30 forma tee's de 1/2 pulgada a 1 1/4 de pulgada en tubos de media pulgada a 2 pulgadas. El modelo T-55 puede realizar todas las conexiones del T-30 y además de 1 1/2 y 2 pulgadas; funciona también con tuberías de cobre de 2 1/2, 3 y 4 pulgadas; en algunos diámetros funciona sobre acero con espesor superior a 0.065 pulgadas. El modelo Plus-100 en conjunción con el modelo T-55 puede formar tee's de 2, 2 1/2, 3 y 4 pulgadas sobre tuberías tipos K, L y M de hasta 8 pulgadas.

La extracción mecánica de "cuellos" se forma durante una operación continua consistente en el taladrado de un orificio piloto y extracción subsecuente de la superficie del tubo formando un cuello con una altura no menor a 3 veces el espesor de la tubería ramificada cumpliendo con las especificaciones de la Sociedad Americana de Soldadura. El cuello resultante es completamente ajustable asegurando tolerancia apropiada y completa uniformidad de las juntas. Al tubo ramificado, es decir, el que se ajustará a la tee, debe practicársele una muesca para conformarlo a la curva interior del tubo principal así como para tener dos topes (separados 1/4 de pulgada) para asegurar que la penetración del tubo ramificado dentro del cuello sea de suficiente profundidad para soldar y que el tubo ramificado no obstruya el flujo en la tubería principal. Las muescas se colocan en la dirección de la línea principal de tubería.

En lugar de utilizar coples en las tuberías de cobre, el instalador puede utilizar coples formados mecánicamente. Los coples se hacen recociendo primero el área del extremo del tubo donde se provocará la expansión. Se inserta el tubo expansor de la dimensión requerida y se expande el extremo del tubo para que acepte la introducción de otro del mismo diámetro. La junta resultante tiene un largo mínimo de tres veces el espesor de pared del tubo. El sistema T-DRILL está aceptado por el Código Nacional de Estándares de Plomería de los E.U.U. (NATIONAL STANDARD PLUMBING CODE), ANSI y la mayor parte de los códigos en la materia.

Un ramal hecho con este sistema requiere una junta soldada en lugar de las tres juntas de soldadura que requiere una tee convencional. En virtud del costo actual del taladro en México (3750 dólares aproximadamente), su uso se recomienda en la construcción de grandes instalaciones. El proceso se muestra en la Figura 2.13.



Escariar el tubo y lijar el extremo por soldar



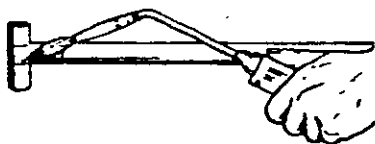
Lijar el interior de la conexión



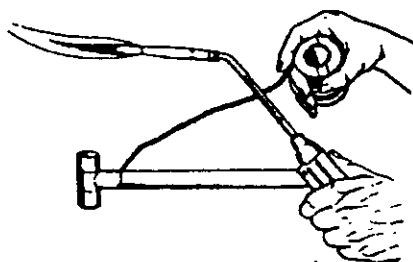
Aplicar pasta para soldar en el extremo lijado del tubo y en el interior de la conexión



Acoplar la conexión al tubo en la posición correcta y limpiar el exceso de pasta



Calentar con el soplete la pieza por soldar



Aplicar la soldadura en el borde de la conexión; la soldadura entrará por capilaridad entre la conexión y el tubo

Figura 2.12. Proceso de soldadura capilar.

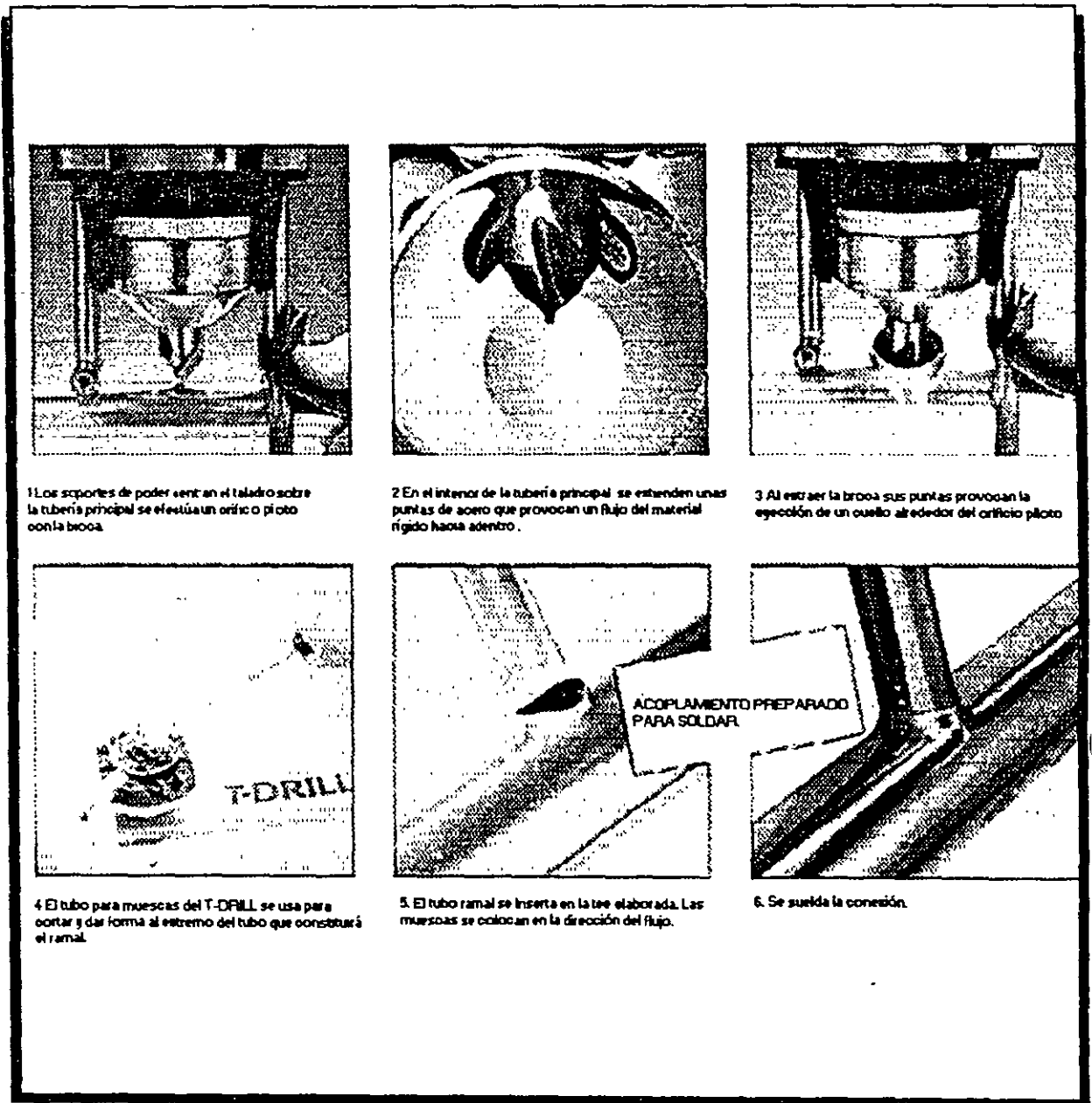


Figura 2.13. realización de una tee con el uso del T-DRILL.

### 2.3. Empleo de nuevos materiales

El proyectista, constructor o residente de la obra pueden proponer otro tipo de materiales, piezas especiales o equipo diferente al que se ha descrito en los apartados anteriores. Esto se debe a la creciente introducción de productos que ingresan al país por los tratados internacionales de comercio que han sido firmados. Estos materiales pueden usarse siempre y cuando aseguren el correcto funcionamiento de las redes hidráulicas y que cumplan con las normas ecológicas en vigencia y con otras normas oficiales vigentes en el país referentes a la materia.

Entre los nuevos materiales de que se dispone en México se tiene por ejemplo la tubería flexib

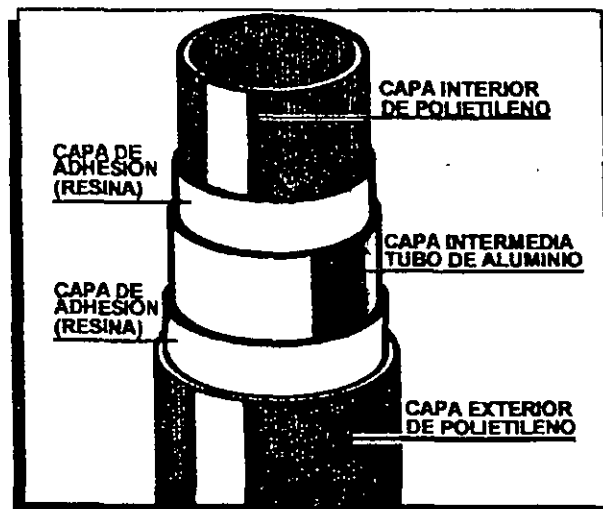
**FONTANERIA DE LA INSTALACION PARA EL SUMINISTRO DE AGUA**

multicapa fabricada a base de polietileno de alta densidad, resina adhesiva y aluminio. Se fabrica en cinco tipos diferenciados por su color, con las características que se muestran en el Cuadro 2.6.

**Cuadro 2.6. Características de los tubos multicapa.**

COLOR DE LA TUBERIA	USO	TEMPERATURA PERMISIBLE °C	PRESION DE TRABAJO kg/cm <sup>2</sup>	DIAMETRO INTERIOR mm	DIAMETRO EXTERIOR mm
VERDE	AGUA FRIA	- 40 A 60	10	12	16
				16	20
				20	25
ANARANJADO	AGUA CALIENTE	-40 A 82	10	10	14
				12	16
				16	20
				20	25
NEGRO	INSTALACIONES EXPUESTAS CONTINUAMENTE AL SOL	-40 A 82	10	10	14
				12	16
				16	20
				20	25
AZUL	AIRE COMPRIMIDO, SISTEMAS DE VACIO	- 40 A 40	20	10	14
				12	16
				16	20
				20	25
	AGUA FRIA	- 40 A 60	10	12	16
16				20	
20				25	
AMARILLO	GAS (BUTANO Y PROPANO)	- 40 A 40	10	10	14
				12	16
				16	20
				20	25

La tubería multicapa se expende en rollos de 100 metros y cuenta con conectores compatibles con las tuberías y accesorios existentes en el mercado. La Figura 2.14 muestra un corte de la estructura interna de esta tubería.



**Figura 2.14 Estructura de una tubería multicapas.**



#### **2.4 Fenómenos electrolíticos**

En los proyectos de instalaciones hidráulicas el ingeniero debe tener precaución en la aplicación mixta de tuberías de cobre y acero galvanizado.

El mayor problema que existe en los contactos entre las tuberías de distinta carga eléctrica en función del tipo de material es que debido a que el agua que circula por su interior lleva sales en disolución se produce un fenómeno electrolítico en el que un material actúa como ánodo y el otro como cátodo. Cuando se combinan materiales como el cobre (+0.35V de potencial electrolítico) y el hierro (-0.44V), se produce un fenómeno de oxidación-corrosión al formarse una pila elemental donde el hierro hace el papel de ánodo, el cobre de cátodo y el agua de electrolito, con lo que se presenta una transposición iónica del ánodo al cátodo que acaba perforando la tubería de acero aunque ésta sea galvanizada (zinc + 0.76V).

El fenómeno es más activo cuanto mayor es el contenido de sales que lleva el agua.

El problema se agrava si se coloca la tubería de cobre en primer lugar y a continuación la de acero, ya que en esas condiciones los iones de cobre que viajan con el agua al depositarse sobre las paredes del tubo de acero forman una pila elemental en cada punto donde se deposita un ión de cobre, lo que produce automáticamente la corrosión.

La solución puede ser:

- a) Interponer coples aislantes en los puntos de unión cobre-acero; y
- b) En el sentido del flujo del agua deberá colocarse primero la tubería de acero y a continuación la de cobre.

#### **2.5 Protecciones y recomendaciones**

Al usar tuberías de acero galvanizado debe evitarse su contacto con yeso, oxicluros y escorias y cuando estén directamente enterradas se protegerán con vendas asfaltadas.

El tubo de cobre no necesita ninguna protección especial contra el agua ni contra los materiales típicos de la construcción (cemento, yeso, etc.). Se conoce que le afectan las sustancias amoniacales que puedan llevar algunos preconcertos. La solución más favorable es la de proteger el tubo con papeles o fundas.

Las tuberías enterradas deben pintarse con esmalte anticorrosivo e instalarse a 30 cm de profundidad cuando su trazo sea en jardines, a menos que se especifique otra profundidad mayor en el proyecto.

En caso de emplear otro material que no sea cobre o acero galvanizado, los tubos deberán estar perfectamente protegidos contra la corrosión, impactos mecánicos y en su caso del fenómeno de electrólisis. Los materiales deben cumplir con las normas ecológicas vigentes y asegurar que no se contamine el agua a conducir ni el subsuelo en el caso de que las tuberías se entierren.

#### **2.6 Dispositivos de control y protección de la instalación**

En las instalaciones hidráulicas siempre es necesario el empleo de ciertos elementos cuyo objeto es proteger al equipo de bombeo, principalmente del fenómeno llamado golpe de ariete, y evitar ruidos molestos; otros elementos controlan el flujo en la red interior de distribución. A continuación se comentará la función de los elementos que se usan con más frecuencia.

**Válvulas de compuerta**

Producen el cierre en forma perpendicular a la vena líquida, la cual no cambia el sentido del flujo a su paso por la válvula, produciéndose una pérdida de carga de reducido valor; sin embargo, exige un elevado esfuerzo para abrirla y cerrarla, ya que se debe vencer la resistencia al paso de la compuerta, a través de toda la sección de la conducción, contrarrestando la inercia del fluido. No se utiliza para regular caudales. (Figura 2.15).

**Válvulas de globo**

En este tipo de válvulas, el cierre se produce por el asentamiento de un pistón elástico sobre el asiento de paso de la válvula. El agua cambia de dirección al pasar por ella, con lo cual la pérdida de carga que se produce es elevada. La manipulación es suave y hermética. Los materiales utilizados para el asiento suelen ser a base de hule, nylon o acero. (Figura 2.15).

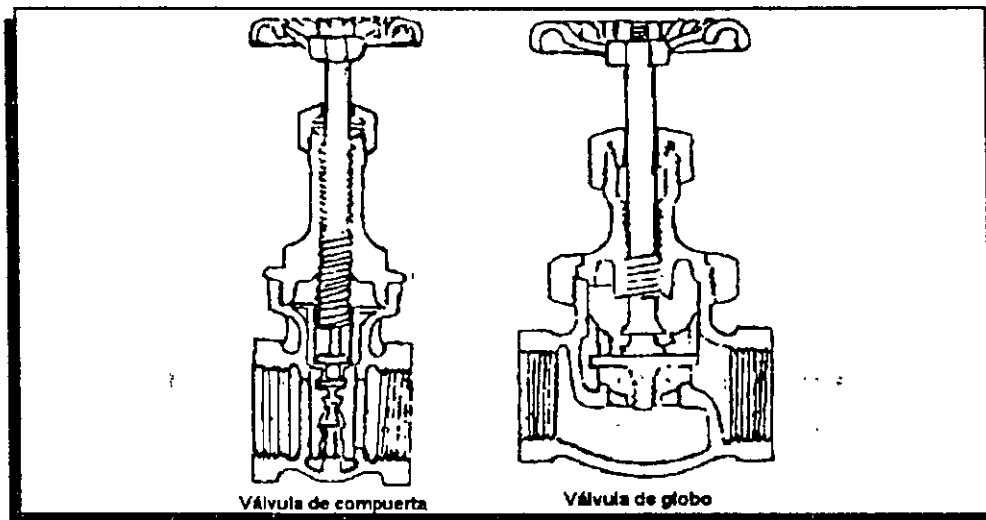


Figura 2.15. Válvulas de seccionamiento.

**Válvulas de esfera**

Están formadas por una esfera de acero inoxidable, perforada en una dirección, que abre y cierra al paso del agua. El sistema de maniobra más común es el de manecilla. No se utiliza para regular caudales. (Figura 2.16).

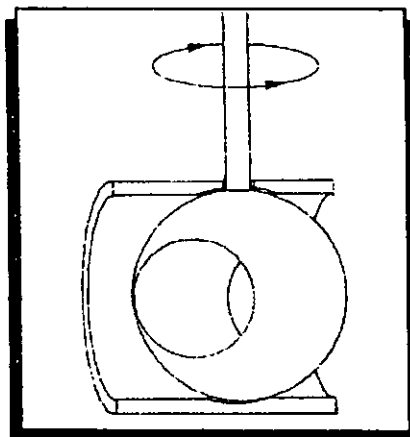


Figura 2.16 Válvula de esfera.

### Cámaras de aire

Las cámaras de aire son dispositivos para atenuar el golpe de ariete en la instalación hidráulica. El golpe de ariete se manifiesta a través de ruidos molestos producidos por la vibración de las tuberías, que puede dar lugar al desacoplamiento de alguna conexión y posteriores fugas.

Las cámaras de aire consisten en tramos de tubo tapados en un extremo, que no deben ser menores de 60 cm o de lo contrario se arrastraría el aire que se pretende que amortigüe la sobrepresión.

En todos los aparatos deben instalarse cámaras de aire, las cuales deben ser del mismo diámetro que las tuberías de alimentación a los muebles (Figura 2.19).

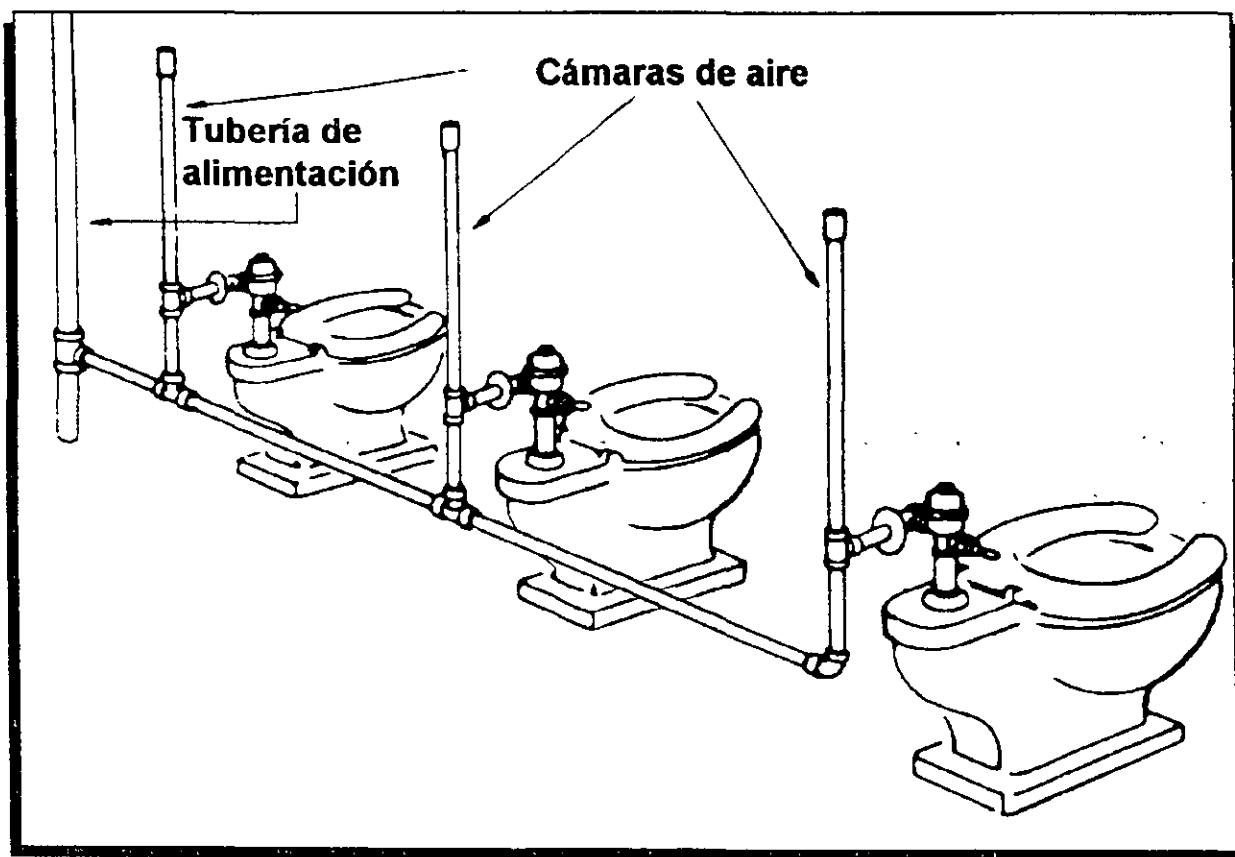


Figura 2.19. Cámaras de aire en una batería de inodoros..

### Jarros de aire

#### Jarros de aire del agua fría.

Estos elementos tienen por objeto eliminar el aire que trae el agua disuelto, o bien, impedir que se forme un pistón neumático dentro de las tuberías. Por otra parte, al operar la instalación proporciona un incremento de presión en una cantidad igual a la atmosférica sobre la columna de agua.

El jarro de aire del agua fría debe ser conectado principalmente en el punto en que se tiene la columna descendente del agua fría (Figura 2.20).

### Válvulas de retención

Se denominan también antirretorno, ya que su misión es hacer que el agua no pueda invertir la dirección, produciéndose el cierre de una forma automática, por la propia presión que ejerce el líquido sobre el elemento de cierre.

La más generalizada es la de columpio, en la que se articula una clapeta que se levanta por la presión del agua al circular en sentido de la flecha, y al invertirlo se cierra (Figura 2.17 ).

Otro tipo es la vertical, en la que el agua empuja hacia arriba un cierre mientras circula en la misma dirección; si se produjera un retorno de agua se cerraría.

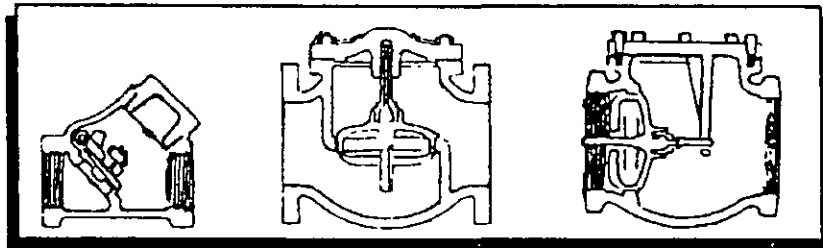


Figura 2.17. Dispositivos de protección de una instalación hidráulica.

### Válvulas reductoras de presión

Son válvulas cuyo objetivo es reducir o regular la presión del agua mediante un obturador que regula el paso y, por lo tanto, reduce la presión mediante el accionamiento de un pistón calibrado que abre o cierra el obturador. En algunos modelos, el obturador es regulado desde el exterior al tensar más o menos un muelle cuya finalidad consiste en permitir un mayor o menor paso de gasto, el cual, al sufrir una pérdida de carga grande, reduce la presión (Figura 2.18)

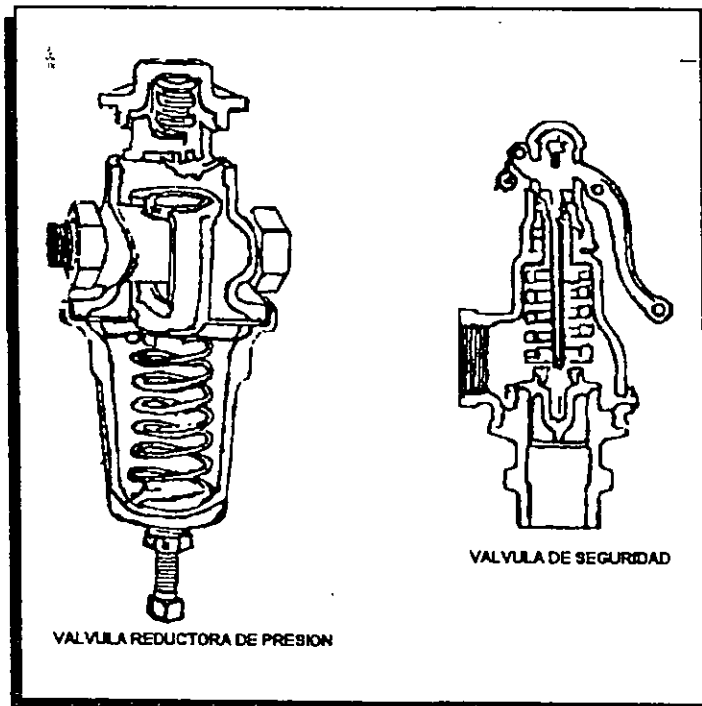


Figura 2.18. Válvulas reductoras de presión.

**Jarro de aire del agua caliente.**

Sirve para eliminar el vapor de agua de los calentadores cuando su temperatura se eleva peligrosamente.

Tanto los jarros del agua fría como los del agua caliente, deben tener una altura superior al nivel del agua máximo en los tinacos; dicha diferencia se recomienda que sea de 20 cm. Los jarros de aire deben estar abiertos a la atmósfera.

En edificios de departamentos los jarros de aire del agua caliente se sustituyen por válvulas de seguridad, ya que sería antiestético e incosteable tener jarros de aire para el agua caliente a alturas considerables y en una cantidad grande (Figura 2.20)

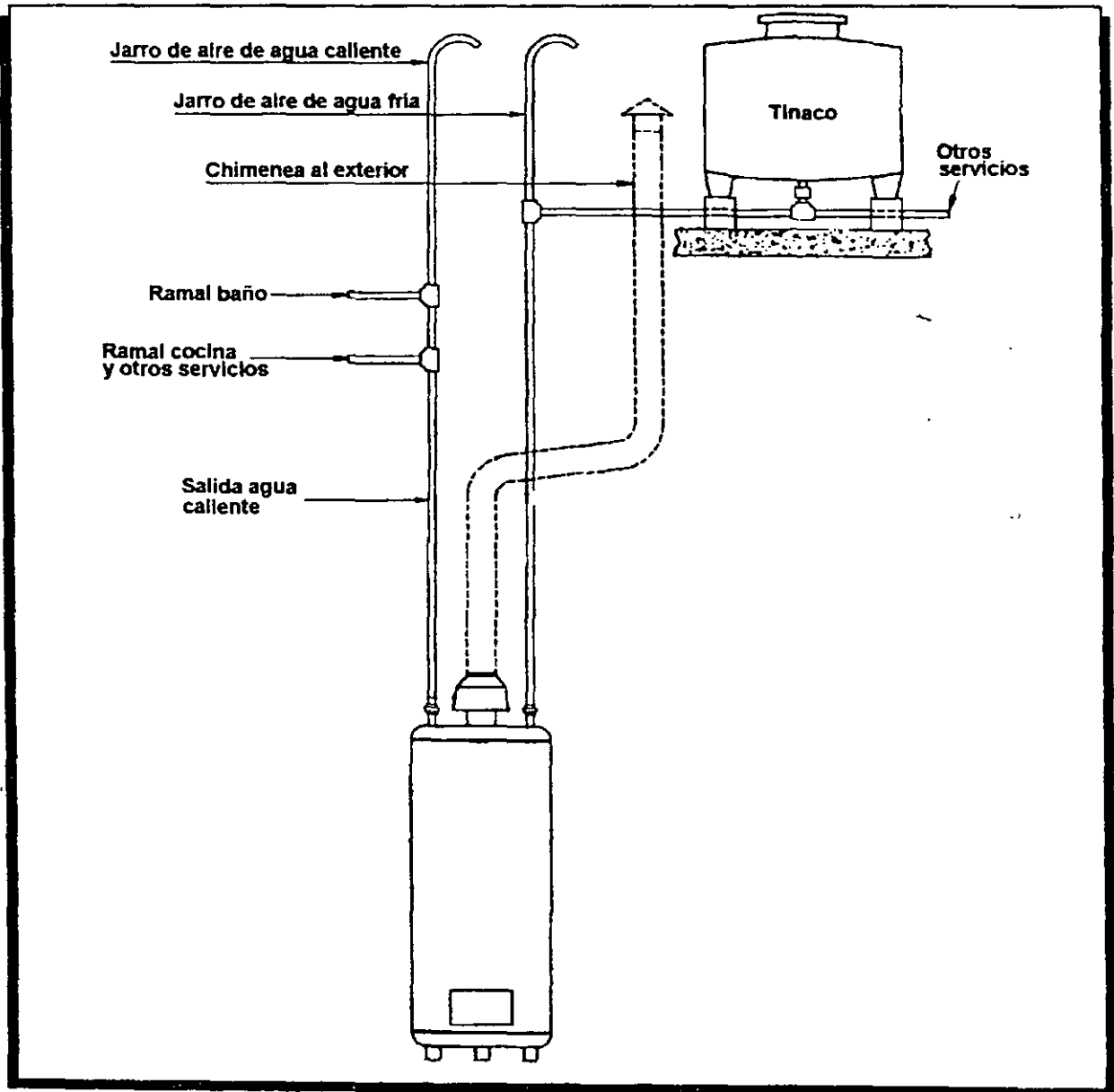


Figura 2.20. Jarros de aire.

### Fluxómetros

Los fluxómetros son los aparatos que sustituyen a los tanques o depósitos de descarga de los inodoros y urinarios (Figura 2.21). Su funcionamiento es como el de una llave de gran gasto que permanece abierta durante un periodo corto de tiempo desde su disparo y que se cierra automáticamente.

Los fluxómetros alimentan al aparato sanitario con una cantidad de agua equivalente a la que suministraría un tanque tradicional, prácticamente en el mismo instante de tiempo, pero con la ventaja de que al estar alimentado con agua directa de la red interior de distribución, posee la presión que ésta le puede suministrar, con lo que la operación de salida del agua se puede considerar más ventajosa.

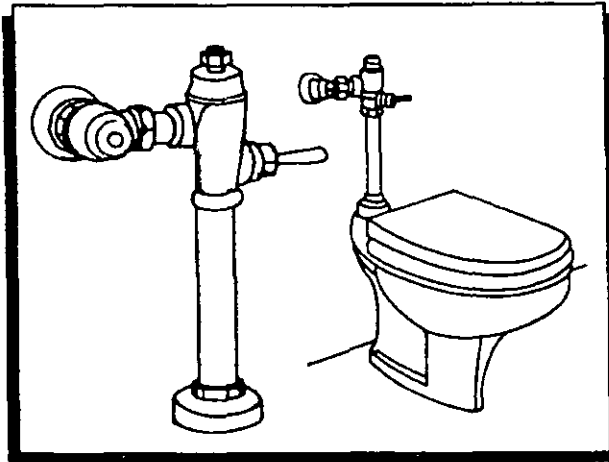


Figura 2.21. Fluxómetro.

El primer problema que se plantea al proponer muebles con fluxómetro en una instalación, es la necesidad de aportarle una carga mínima de funcionamiento, con la que la válvula de disparo pueda actuar adecuadamente, y un elevado gasto en consumo máximo instantáneo. Las cargas hidráulicas requeridas por estos aparatos son de 10 a 20 metros.

Estas características especiales en cuanto a la carga requerida por los fluxómetros plantean innumerables problemas en las redes, ya que aumentan considerablemente la carga requerida en general por la instalación.

El mayor problema que se presenta en el diseño de redes con la inclusión de uno o varios aparatos, es que se generan consumos muy altos y simultáneos de agua con mayores requerimientos de presión, lo que puede afectar a la utilización de los aparatos conectados en la misma red.

La consecuencia de la instalación de un fluxómetro en una red de aparatos, si ésta no ha sido diseñada con los parámetros correctos, es importante, ya que al considerar la simultaneidad de aparatos, podría ser utilizado un valor bajo, por lo que al intentar operar el fluxómetro se demandaría un consumo puntual alto y la red ya no tendría capacidad para suministrar agua a los demás aparatos conectados a ella. Asimismo, las fluctuaciones del binomio gasto/carga pueden afectar simultáneamente a alguno de los aparatos posteriores a la red, o bien al contrario, si se están utilizando otros aparatos simultáneamente, la red podría no garantizar el gasto demandado por el fluxómetro, por lo que no podría funcionar con las condiciones mínimas necesarias.

En conclusión, la instalación de fluxómetros en una red debe realizarse tras un buen estudio de las garantías de funcionamiento de cada una de las válvulas que se coloquen.

Todos los muebles con fluxómetro deben estar provistos de cámaras de aire o cualquier otro dispositivo amortiguador del golpe de ariete. En caso de cámaras de aire, éstas deben hacerse con tubo del mismo diámetro que el tubo de alimentación al mueble y tener una altura mínima de 60 cm a partir de la conexión que alimenta al mueble sanitario. (Figura 2.19 ).

### **Fluxómetros para inodoros**

La presión mínima que se dé a la entrada de la válvula en la red de distribución interior de agua debe ser de  $1 \text{ kg/cm}^2$ , y el diámetro mínimo de conexión del fluxómetro con la red interior nunca será inferior a una pulgada.

La existencia de fluxores en la red de aparatos requiere como mínimo  $0.5 \text{ kg/cm}^2$  más que una instalación sin estas válvulas.

Los fluxómetros deben situarse como mínimo a 200 mm por encima del borde superior de las tazas de los inodoros.

### **Fluxómetros para urinarios**

La presión mínima a la entrada de la válvula en la red de acometida interior de agua es aconsejable que sea como mínimo de  $0.7 \text{ kg/cm}^2$ . El diámetro mínimo de conexión del fluxómetro con la red interior nunca será menor a media pulgada.

---

## CAPITULO 3

# ANTEPROYECTO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

Para el proyecto de las instalaciones hidráulica y sanitaria es necesario contar con la siguiente información:

1. Diámetro de la línea de agua potable municipal, así como profundidad y separación con respecto al predio. De acuerdo a este diámetro y al que se diseñe para la toma del predio, podrá establecerse si la conexión será mediante una abrazadera de inserción o mediante un crucero especial.
2. Diámetro y profundidad del colector o atarjea municipal existente, así como su separación con respecto al predio. Con este diámetro y con el diseñado para la descarga del predio y su profundidad, se establecerá si la conexión puede efectuarse mediante un slant o si se requiere de un pozo de visita.
3. Información arquitectónica, que consiste en contar con los planos de la edificación amueblada, que muestren sus vistas en planta y perfil, para desarrollar sobre ellos los anteproyectos de las instalaciones y para estimar en forma preliminar la capacidad de cada equipo. En los planos del anteproyecto arquitectónico se muestra la localización de los sanitarios, cocinas, cuartos de lavado, así como el tipo de muebles y aparatos sanitarios.

### 3.1 Trazo de las redes de distribución de agua.

Para el trazo de las redes de distribución en los edificios se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Las líneas de tubería se trazarán de tal manera que tengan un recorrido mínimo y el menor número posible de piezas especiales.
2. El trazo deberá ser paralelo a los ejes principales de la estructura.
3. Las tuberías de las instalaciones hidráulicas deberán trazarse paralelas y agrupadas.
4. Las tuberías no deben pasar sobre equipos eléctricos ni por lugares que puedan ser peligrosos para el personal de mantenimiento.
5. Las tuberías no deben trazarse de manera que atraviesen elementos estructurales (columnas, trabes, castillos, dadas, etc.).
6. Los distribuidores y derivaciones deben trazarse por circulaciones del edificio para facilitar los trabajos de mantenimiento.



### 3.2 Planos de proyecto

El proyecto de la instalación hidráulica y sanitaria se debe realizar en planos que presenten vistas en planta, perfil e isométrico.

Las instalaciones se dibujan en los planos correspondientes a las plantas arquitectónicas amuebladas. Se recomienda usar un juego de maduros para el proyecto de las instalaciones hidráulicas y otro juego para las instalaciones sanitarias.

En los casos de locales especiales donde se requiera guía mecánica para la instalación de muebles y aparatos, las instalaciones se proyectan sobre los maduros de esas guías mecánicas y no sobre los maduros de las plantas arquitectónicas.

La Figura 3.1 muestra la simbología recomendada para su uso en los planos de proyecto.

En el caso de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas, es necesario elaborar planos en isométrico, por cuerpos completos o por secciones, dependiendo de la magnitud y configuración de la instalación.

Cuando se tienen columnas que alimentan en los diferentes pisos a derivaciones tipo, basta con que aparezca la derivación del piso más elevado y para los pisos restantes solamente las columnas con sus conexiones y diámetros, anotando en cada piso la siguiente leyenda: " igual al piso No. . . . ".

Cuando se trata de pequeñas instalaciones, los isométricos pueden dibujarse en cada plano procurando que no se pierda claridad.

### 3.3 Isométricos

El método del dibujo isométrico se basa en colocar y proyectar el objeto respecto al plano de dibujo, de manera que las proyecciones de tres de sus aristas mutuamente perpendiculares se acorten igualmente. Este acortamiento de las rectas no se considera en casi todos los usos prácticos del sistema isométrico y se miden sus longitudes completas sin reducción isométrica alguna.

Los isométricos se trazan a  $30^\circ$  con respecto a una línea horizontal denominada línea de referencia.

El realizar a escala los isométricos, tanto de instalaciones hidráulicas como sanitarias y de gas, facilita cuantificar con exactitud el material a utilizar, al poder observar en estos planos todas y cada una de las conexiones, válvulas y tramos de tubería.

Cuando todas las derivaciones son a  $90^\circ$  con respecto a las columnas se dibujan trazando paralelas a los 3 catetos de un cubo en isométrico. Las derivaciones a  $45^\circ$  se trazan paralelamente a las diagonales. En caso de tenerse cambios de dirección a  $22.5^\circ$  se trazan en forma paralela a la bisectriz de las líneas que representan los  $90$  y  $45^\circ$ .

Las Figuras 3.2 y 3.3 ilustran el método del cubo isométrico y en la Figura 3.4 se muestran representaciones en planta e isométrico de juegos de conexiones.

## INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS

---

7. Los distribuidores y derivaciones no deben pasar por habitaciones tales como: estancias, comedores, recámaras, estudios, etc., ya que se pueden ocasionar trastornos de consideración en caso de fugas o trabajos de mantenimiento.
8. Las tuberías verticales deben trazarse por los ductos determinados de acuerdo con el arquitecto y con los proyectistas de otras instalaciones, evitando los cambios de dirección innecesarios.
9. Las tuberías verticales deben fijarse a las losas y no a los muros.
10. La posición del calentador está obligada por el diseño arquitectónico.

En caso de estar proyectado un sótano, los distribuidores y derivaciones que alimenten a la planta baja y al sótano serán comunes a ambos pisos y se instalarán entre el plafón del sótano y la losa de planta baja, mostrándose en el plano del sótano con la leyenda "tuberías por plafón". En el plano de planta baja ya no será necesario dibujar ninguna línea de tubería.

Para los pisos subsecuentes arriba de la planta baja, los distribuidores y derivaciones que dan servicio a cada uno de los pisos, se instalarán entre el plafón del piso inferior y la losa del piso que se proyecta y se dibujarán en la vista en planta correspondiente al piso.

Cuando el edificio se proyecta sin sótano los distribuidores y derivaciones correspondientes a la planta baja, o la planta baja y al primer piso en caso de existir, se instalarán entre el plafón de la planta baja y la losa de la azotea o la losa del primer piso, dibujándose en el plano correspondiente a la planta baja con la leyenda "tuberías por plafón". En este caso ya no se requiere dibujar ninguna línea principal en el plano correspondiente a la planta del primer piso.

Para los pisos subsecuentes arriba del primero, los distribuidores y derivaciones se instalarán entre el plafón del piso inferior y losa del piso que se proyecta y se dibujarán en el plano correspondiente a su vista en planta.

Durante la elaboración del anteproyecto de las instalaciones hidráulicas y sanitarias se tendrán reuniones de trabajo con el arquitecto para definir los espacios y lugares convenientes para los ductos verticales en los cuales se alojarán las columnas, bajadas de aguas residuales y pluviales y tuberías de ventilación que no hayan sido contempladas en el anteproyecto arquitectónico. También se definirán en estas reuniones los lugares que requieran de "dobles muros" para alojar instalaciones. Los ductos deben prolongarse alineadamente desde la azotea hasta la planta baja o sótano evitando desviaciones.

Cuando la magnitud del edificio lo justifica, deben determinarse de manera preliminar las características de los equipos que se requieran principalmente en cuanto a su tamaño. Se sugiere al proyectista dibujarlos y recortarlos para ensayar su acomodo en la casa de máquinas con el fin de determinar la mejor distribución tomando en cuenta el espacio requerido y disponible para su operación y mantenimiento. En forma similar se hará con la o las cisternas, tanques elevados o tinacos, así como fosas sépticas o planta de tratamiento de aguas residuales en caso de estar consideradas en el proyecto.

En los anteproyectos los trazos de las instalaciones hidráulica y sanitaria deben efectuarse sobre copias del anteproyecto arquitectónico, elaborando por separado las instalaciones hidráulicas y las sanitarias.

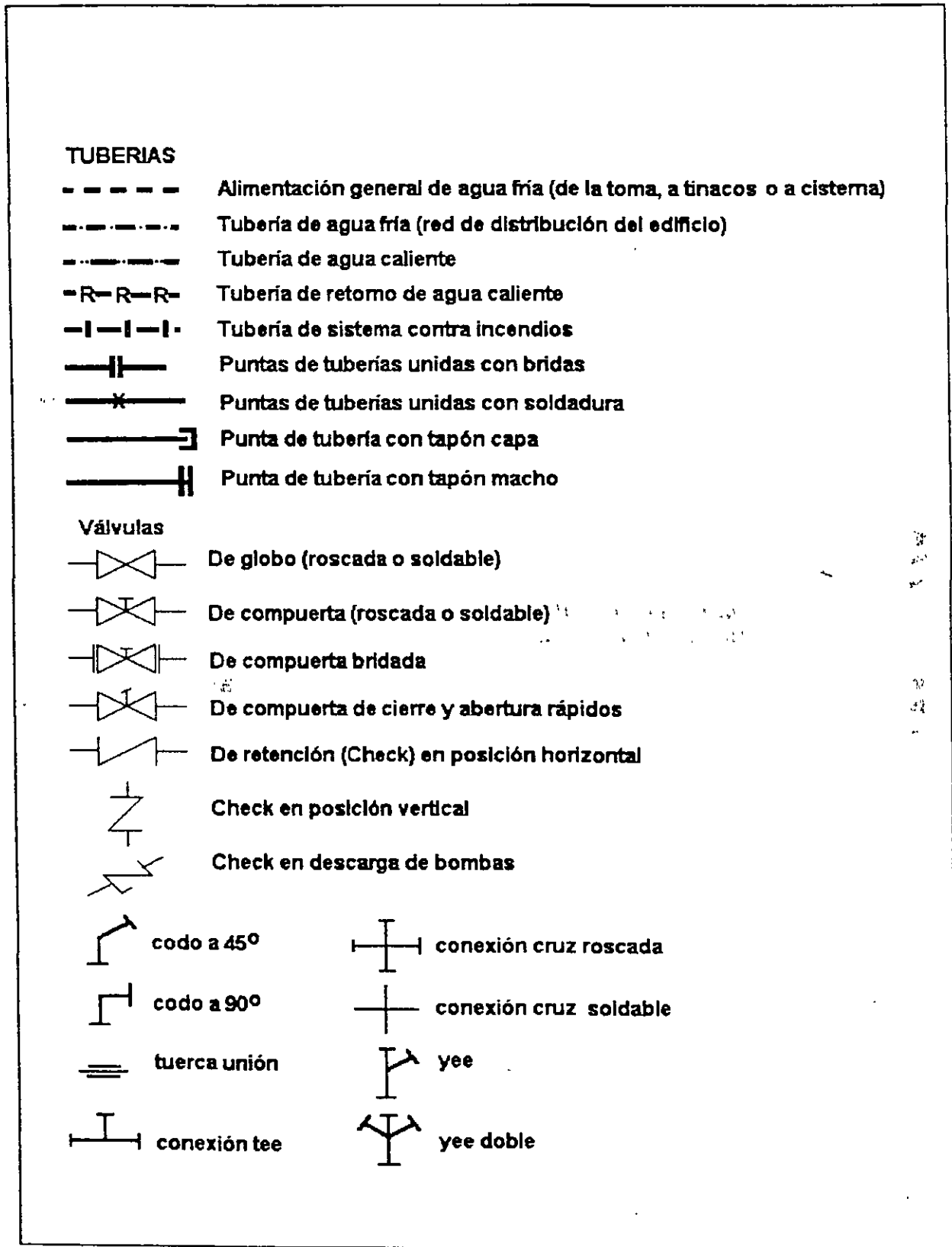


Figura 3.1 Simbología recomendada para su uso en los planos de proyecto.

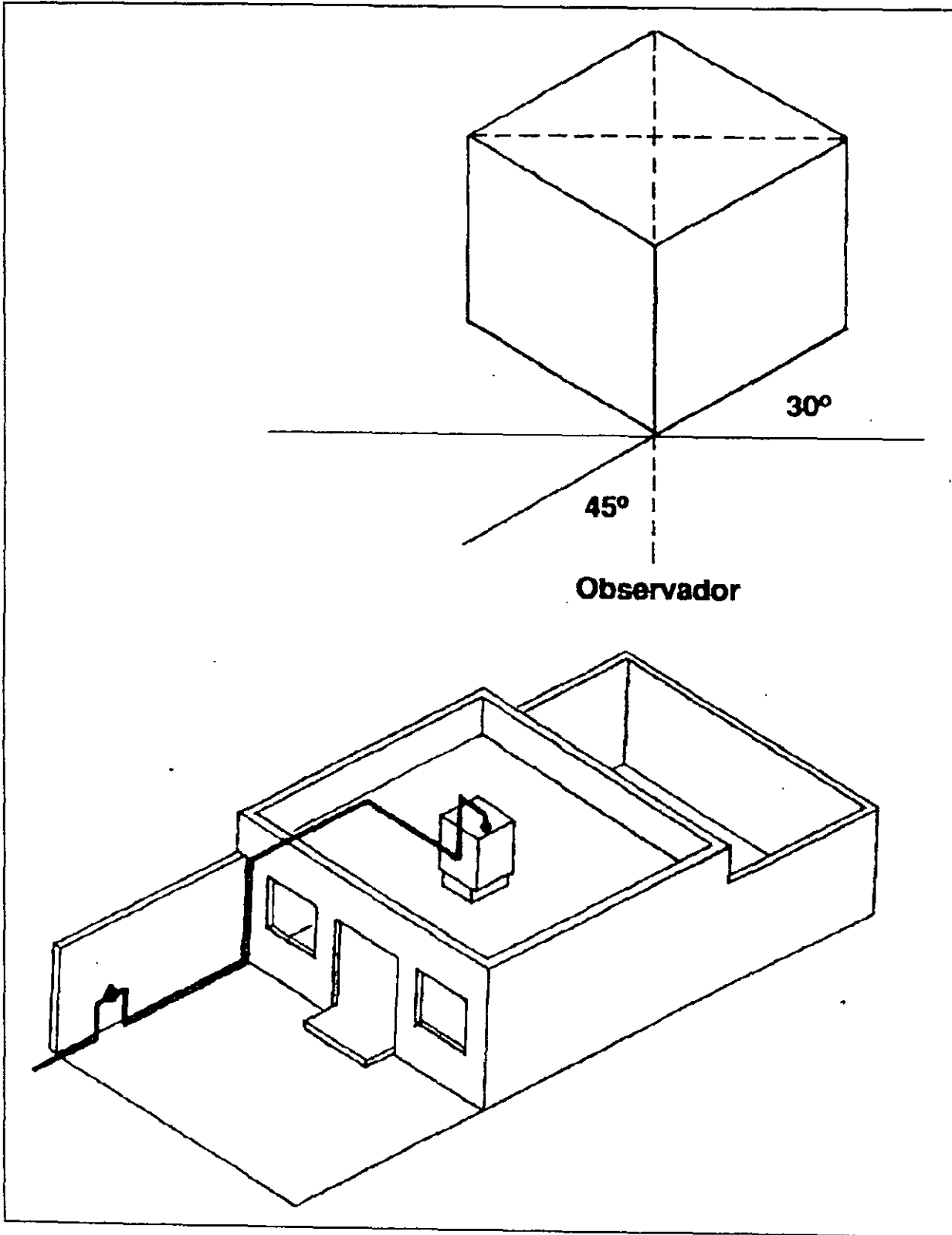


Figura 3.2. Método del cubo isométrico.

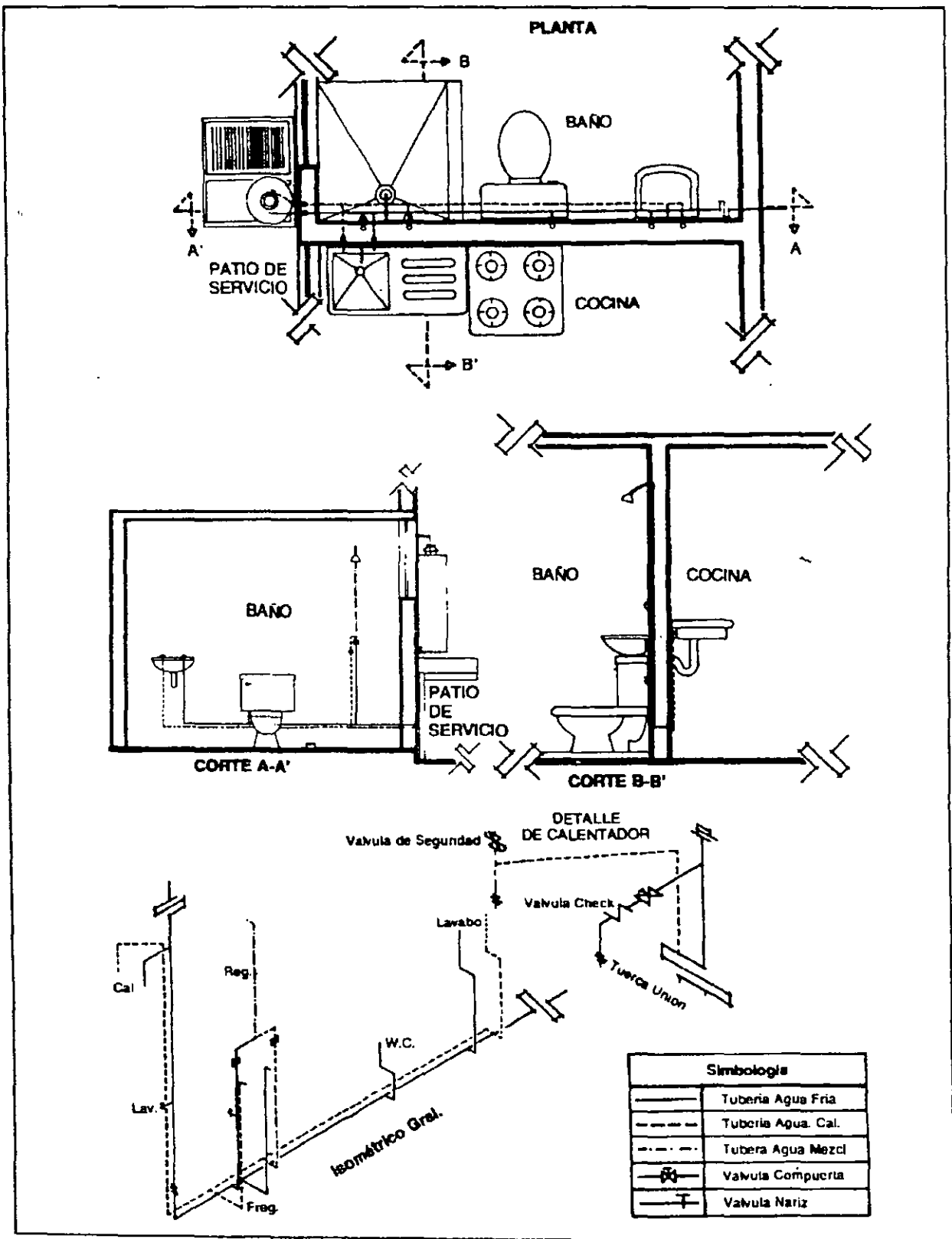


Figura 3.3. Método del cubo isométrico.

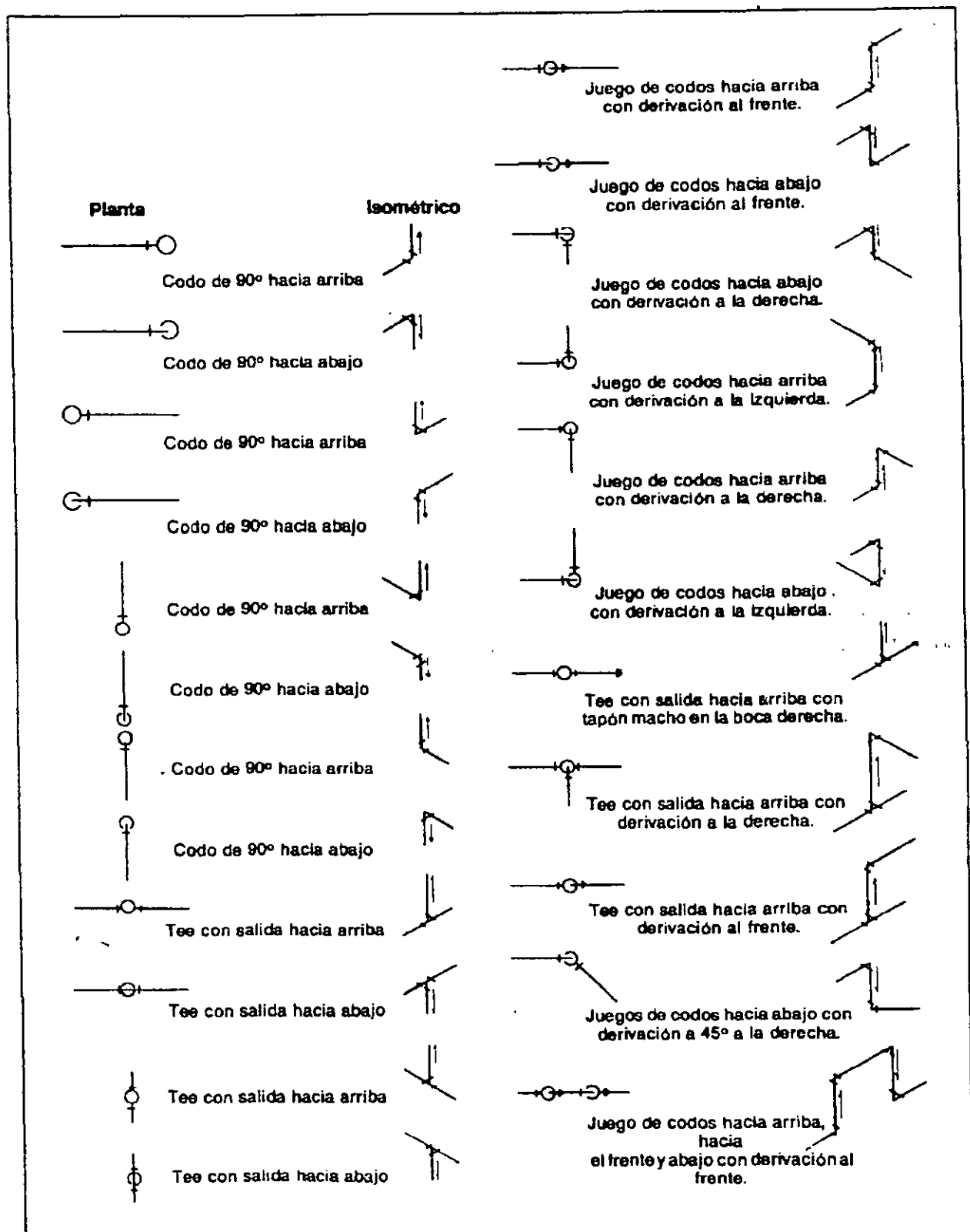


Figura 3.4. Representaciones en planta e isométrico de juegos de conexiones.

**APENDICE A**

**REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA  
RELATIVO A EDIFICIOS**

**CAPITULO I**

**Disposiciones Generales**

- Art. 1o. Para efectos de este Reglamento, con el nombre de edificios se comprenden, las construcciones destinadas a habitaciones, establecimientos comerciales, fábricas, escuelas, lugares de reunión, así como las bodegas y todo local cualquiera que sea el uso a que se destine.
- Art. 2o. Corresponde a la Secretaría de Salubridad y Asistencia, autorizar, desde el punto de vista sanitario, la construcción, reconstrucción o modificación total o parcial, de edificios públicos o particulares, cuando se cumplan los requisitos que establece este Reglamento y los que establecen los Reglamentos específicos, según el giro o uso a que se destine o pretende destinar el edificio.
- Art. 3o. Los interesados en la construcción de un edificio, deberán presentar una solicitud por duplicado, en la que se expresarán los datos siguientes:
- a) Números de manzana y lote;
  - b) Alineamiento y número oficial;
  - c) Nombre de la colonia o fraccionamiento, y de la calle;
  - d) Zona Postal;
  - e) Nombre del propietario, domicilio y firma;
  - f) Nombre del constructor y su domicilio.

En la solicitud deberá aparecer la certificación de las autoridades que tengan a su cargo la prestación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, haciendo constar si en el lugar señalado para la ejecución de la construcción, existen o no dichos servicios.

Art. 4o. A la solicitud mencionada se acompañarán cinco juegos completos de los planos de proyecto respectivo, los cuales contendrán:

- I. 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.
- II. Los cortes sanitarios que muestren las instalaciones, tuberías, alturas de pisos o niveles, techos, puertas y ventanas, pendientes de albañales, conductos desaguadores 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.

- III. 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, devolviendo al interesado tres juegos de los mismos.

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



Art. 7o. Las construcciones, reconstrucciones o modificaciones deberán ejecutarse de acuerdo con 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.

Art. 10. Cuando por cualquier circunstancia se suspenda temporalmente la construcción de una obra ya iniciada, el propietario o director de la obra tendrá obligación de comunicarlo a la Secretaría de Salubridad para que ordene en su caso, las medidas de protección sanitarias que se requieran. Asimismo están obligados a comunicar a dicha Secretaría la fecha en que las obras de construcción se reanuden, para que si se estima pertinente, se practique una visita ocular para determinar si ha lugar o no a reparaciones o modificaciones.

En caso de que la suspensión de la obra tenga una duración mayor de 18 meses, será necesario obtener la revalidación de la autorización respectiva.

Art. 11. Para realizar demoliciones, deberá solicitarse por escrito la autorización correspondiente de la autoridad sanitaria y cumplir con los siguientes requisitos:

- I. Dotar al predio del tapial o de los tapias que sean necesarios.
- II. Que durante la demolición existan instalaciones para riego de agua que eviten molestias de polvo.
- III. La instalación de pantallas o mamparas que se coloquen delante de la luz cuando haya necesidad de usar sopletes de oxiacetileno o equipos de soldadura eléctrica.
- IV. Tomar las medidas de seguridad necesarias a fin de evitar accidentes, especialmente los que pongan en peligro la vida de los trabajadores de la demolición, de los transeúntes y de los vecinos de los predios colindantes y daños a las propiedades.

Art. 12. Previa la construcción de un edificio, cuando los terrenos sean pantanosos, hubieren estado destinados a basureros o cementerios, los interesados deberán comunicar estas circunstancias a la autoridad sanitaria para que dicte las medidas que juzgue pertinentes para evitar peligros a la salubridad pública.

- Art. 13. Antes de iniciarse la construcción, deberá hacerse la conexión correspondiente con los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, instalando al efecto una llave de agua, tanto para uso de los operarios, como para las necesidades de la obra, así como un excusado provisional con servicio de agua conectado al albañal.
- Art. 14. Las autoridades sanitarias practicarán las visitas de inspección que estimen convenientes a los edificios construidos, en construcción, en reconstrucción o en modificación, a fin de vigilar la observancia de las disposiciones relativas del Código Sanitario y de este Reglamento.
- Art. 15. Todo edificio deberá contar con albañales y servicios de agua potable propios y exclusivos, que deberán estar conectados directamente a los servicios públicos. Esta disposición rige aun para los casos de servidumbre legal a que se refiere el Código Civil.
- Para los edificios ya construidos en lugares donde no exista servicio de alcantarillado municipal, se exigirá la construcción de fosa séptica.
- Art. 16. Por ningún concepto podrán suspenderse parcial o totalmente, los servicios de agua potable y atarjeas a los edificios habitados, ya sea que los servicios sean suministrados por las autoridades o empresas particulares.
- Art. 17. En la construcción de edificios en general, para prevenir la infestación de roedores, se satisfarán las normas y procedimientos que la autoridad sanitaria señale.
- Art. 18. No se permitirá la construcción o adaptación de edificios para albergue o explotación de animales dentro de las zonas urbanas, excepción hecha de las construcciones destinadas a parques zoológicos o bien, para actividades transitorias, tales como ferias, circos o exposiciones, las cuales deberán sujetarse a las disposiciones reglamentarias respectivas.
- Art. 19. No se permitirá la existencia de animales en edificios y terrenos sin construir en zonas urbanas, con excepción de pequeñas especies domésticas que cuenten con alojamiento adecuado y siempre que no causen molestias al vecindario.

## CAPITULO II

### De los Materiales de Construcción, Cimientos, Muros, Pisos y Techos de los Edificios.

- Art. 20. Los cimientos, además de garantizar la estabilidad del edificio, se construirán con materiales a prueba de roedores y quedarán debidamente impermeabilizados, a fin de que la humedad del subsuelo no se transmita a los muros.
- Art. 21. Todos los muros macizos exteriores expuestos a la intemperie, deberán tener un espesor mínimo de 15 centímetros. Podrá admitirse un espesor menor si la protección contra la intemperie es, por lo menos, equivalente a la de un muro de ladrillo (tabique) rojo de 15 centímetros.
- Art. 22. Los muros y techos de las piezas destinadas a habitaciones que queden expuestos a la intemperie, que sean construcciones de madera o de materiales laminados, serán dobles, dejando entre ellos un espacio no menor de 5 centímetros. Las juntas de los muros y los techos tanto exterior como interiormente, estarán debidamente arregladas para impedir el paso del aire y del agua, y además, estarán protegidos a prueba de roedores.
- Art. 23. Los paramentos exteriores de los muros, cualquiera que sea su espesor, deberán impedir el paso de la humedad. En los paramentos de los muros exteriores construídos en forma de que los materiales queden aparentes, el mortero de las juntas para unirlos será a prueba de roedores y de intemperie.
- Art. 24. Los paramentos interiores de los muros deberán tener superficie resistente para el uso normal a que se les destine.
- Art. 25. Los muros de las cocinas y baños, tendrán un revestimiento hasta una altura mínima de 1.50 metros, con un material resistente, impermeable y fácilmente aseable.
- Art. 26. Los techos se construirán de modo que impidan el paso del aire y el agua y en forma tal, que eviten los cambios bruscos de temperatura en las habitaciones.
- La pendiente mínima en la cubierta de las azoteas, será de 1.5 % .
- Art. 27. Por cada 100 metros cuadrados de azotea o de proyección horizontal en techos inclinados, se instalará por lo menos un tubo de bajada pluvial de 7.5 centímetros de diámetro o uno de área equivalente al tubo circular ya especificado.

Para desaguar marquesinas, se permitirá instalar bajadas pluviales con diámetro mínimo de 5 centímetros o de una área equivalente, para superficies hasta de 25 metros cuadrados como máximo.

- Art. 28. En la parte superior de las bajadas de agua pluvial, se colocará un embudo provisto de coladera cuya superficie de escurrimiento sea cuando menos igual al área del tubo de bajada.
- Art. 29. Los techos planos o inclinados, llevarán medias canales colectoras y bajadas pluviales, cuando el agua de lluvia pudiera descargar a la vía pública, a predios o provocar humedades en los muros propios o colindantes.
- Art. 30. Las juntas para cubrir separaciones de edificios, las de dilatación o las que se usen en las construcciones de materiales laminados en cubiertas, aleros, tragaluces o cualquiera otro tipo de construcción, deberán construirse en forma tal que impidan el paso del agua y serán a prueba de roedores.
- Art. 31. Las superficies libres de construcción, deberán ser pavimentadas, o tener jardín, o en ambas formas. Cuando la superficie sea pavimentada, tendrá una pendiente mínima de 1 % hacia coladeras con obturador hidráulico fijo.
- Art. 32. Los pisos de los cuartos de baño, cocinas, excusados y pasillos se construirán de materiales impermeables y a prueba de roedores.
- Art. 33. La construcción de piletas, tanques y en general depósitos de agua, así como de lavaderos, se hará con materiales impermeables. La parte expuesta de los muros a la humedad que provenga por el uso de dichas instalaciones, deberá impermeabilizarse.
- Art. 34. Cuando en las construcciones se vaya a emplear un nuevo material o preparaciones distintas de los ya conocidos y aceptados, su uso deberá someterse a la aprobación de la autoridad sanitaria.

### CAPITULO III

#### De la ventilación, iluminación y dimensiones de las construcciones.

- Art. 35. Los pisos de la planta baja de los edificios, deberán construirse 10 centímetros, por lo menos, mas altos que los patios, y éstos a su vez 10 centímetros más altos que el nivel de la acera o banqueta de la vía pública, salvo casos especiales en los que la topografía del terreno lo impida.
- Art. 36. Los pisos bajos de los edificios estarán protegidos contra la humedad, mediante procedimientos de impermeabilización, y en casos especiales se dejará un espacio libre entre el suelo natural y el piso de la planta baja por lo menos de 40 centímetros, comunicándose con la calle, patios o espacios abiertos por ventilas para garantizar la libre circulación del aire. Los pisos y las ventilas tendrán la debida protección contra roedores.
- Art. 37. Las piezas destinadas a habitación, ya sea de día o de noche, tendrán luz y ventilación directas al exterior por medio de puertas o ventanas convenientemente distribuidas, a fin de que la iluminación y ventilación sean uniformes dentro del local. La superficie de iluminación no será menor del 20 % de la superficie del piso de la habitación. Las ventanas y las puertas, en su caso, tendrán una sección movable que permita la renovación del aire. Esta superficie movable tendrá, cuando menos 1/3 de los claros de iluminación.

La iluminación y ventilación directas del exterior, se satisfarán: de la vía pública, de los patios del edificio o por diferencia de niveles dentro del área del propio edificio.

Para modificaciones a los edificios construidos con anterioridad a la vigencia de este Reglamento, y como excepción para satisfacer los requerimientos de luz y ventilación directas, se podrá verificar por medio de tragaluces provistos de rejillas para ventilación o bien, linternillas e instalaciones mecánicas automáticas para la renovación del aire.

- Art. 38. Para los locales que por circunstancias especiales se les deba suministrar ventilación artificial, ésta se proporcionará por medio de instalaciones mecánicas que garanticen la renovación eficiente del aire en el interior del local. Las instalaciones para la renovación del aire, se diseñarán considerando los factores de velocidad, movimiento del aire, temperatura y humedad relativa. El movimiento no será superior a 0.25 metros por segundo, velocidad medida a una altura de 0.90 metros sobre el nivel del piso del local. La temperatura (bulbo seco), estará comprendida entre los 17 y 23°C., y la humedad relativa comprendida entre el 30

y 60 % . En términos generales, la renovación del aire tendrá seis cambios por hora como mínimo.

Art. 39. Para efectos del presente Reglamento, se considerarán como viviendas mínimas, las que estén integradas por dos piezas, cocina, baño y patio de servicio.

Las dimensiones mínimas de las dependencias para este tipo de viviendas, serán las siguientes:

Piezas Habitación 7.50 metros cuadrados de superficie.

Anchura 2.50 metros.

Altura 2.30 metros a 2.80 metros, según clima.

Cocina 6.00 metros cuadrados de superficie

Anchura 1.50 metros

Baño 2.00 metros cuadrados de superficie.

Anchura mínima 1.00 metro

Patio 4.00 metros cuadrados

Anchura 2.00 metros mínimo

La vivienda mínima contará con las instalaciones sanitarias siguientes:

- a) Excusado
- b) Lavabo
- c) Fregadero
- d) Regadera
- e) Lavadero.

El patio de servicio de este tipo de vivienda, podrá ser exclusivo de ésta, o formar parte de la superficie de servicios generales en patios comunes o azoteas, en donde podrán instalarse los lavaderos, pero siempre considerando una superficie de 4 metros cuadrados como mínimo por vivienda.

Las viviendas especiales de uso transitorio podrán ser de una sola pieza, pero tendrán cocina y baño en locales independientes. Estarán amuebladas y pueden quedar exceptuadas de patio de servicio.

Art. 40. En toda vivienda, las piezas destinadas a dormitorio tendrán las siguientes características: 7.50 metros cuadrados de superficie mínima de piso, con dimensión mínima libre de 2.50 metros en planta. La altura libre de piso a cielo interior para clima frío, sin instalación de calefacción, será de 2.30 metros y 2.80 metros para clima cálido, sin aire acondicionado o ventilación mecánica, si existen las instalaciones mencionadas, la altura libre mínima admisible será de 2.30 metros.

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.

Art. 42. Los patios que sirvan para dar iluminación y ventilación, tendrán las siguientes dimensiones mínimas en relación con la altura de los muros que los limiten:

Patios para dar iluminación y ventilación para habitaciones de día y noche:

<b>Altura hasta</b>	<b>Dimensión mínima</b>
4 metros	2.50 metros
8 metros	3.25 metros
12 metros	4.00 metros

En el caso de alturas mayores, la dimensión mínima del patio debe ser el tercio de la altura del paramento total de los muros.

Patios para dar iluminación y ventilación a cocinas y baños:

<b>Altura hasta</b>	<b>Dimensión mínima</b>
4 metros	2.00 metros
8 metros	2.25 metros
12 metros	2.50 metros

En el caso de alturas mayores, la dimensión mínima del patio debe ser 1/5 de la altura del paramento total de los muros.

Para efectos de las dimensiones que para patios señala el presente Reglamento, se considerará la parte a cielo abierto libre de la prolongación a plomo de las construcciones. Queda prohibido dar luz y ventilación a las habitaciones abriendo ventanas o estableciendo dispositivos con el mismo fin hacia predios colindantes.

Cuando los patios sirvan para dar acceso a viviendas, queda prohibido su uso para instalar en ellos maquinaria o cualquier objeto que los obstruya.

- Art. 43. Los edificios de departamento de más de 5 niveles, deberán contar con ascensor para personas, además de las escaleras.
- Art. 44. Todos los departamentos de un edificio deben desembocar a pasillos que conduzcan directamente a las escaleras. El ancho de los pasillos nunca será menor de 1.20 metros.
- Art. 45. Los edificios de más de una planta, destinadas a habitación tendrán por lo menos una escalera, aun cuando cuenten con elevadores; la escalera o escaleras, comunicarán todos los niveles con el nivel de banqueta, no debiendo estar ligadas las de niveles superiores con las de los sótanos. A una escalera podrán desahogar hasta 20 departamentos o viviendas en cada piso; el ancho mínimo de las escaleras será de 1.20 metros en edificios de habitación multifamiliares y de 0.90 metros en los unifamiliares, la huella neta de los escalones no será menor de 25 centímetros y los peraltes no mayores de 18 centímetros: cuando la altura entre niveles sea mayor a la mínima señalada por este Reglamento, las escaleras se interrumpirán por medio de descansos situados a un desnivel no mayor de 2.50 metros; toda escalera tendrá por lo menos un pasamanos con una altura no menor de 90 centímetros: las escaleras que requieran protección lateral, estarán provistas de un barandal con pasamanos. Las escaleras de los edificios de habitación multifamiliar, serán construidas con material incombustible, y los vanos de los barandales no serán de más de 15 centímetros en su dimensión mínima.
- Art. 46. Toda ventana de iluminación, así como puertas de acceso, no podrán tener cristales, sino a partir de una altura de 90 centímetros sobre el nivel del piso.
- En el caso especial de motivos funcionales en que se requiera prolongar cristales hasta niveles de piso, se proveerá especialmente a los que den al exterior en fachadas de patios y calles, de dispositivos de seguridad hasta una altura de 90 centímetros sobre el nivel del piso.
- Art. 47. Se entenderá por sótano, la parte de un edificio cuyo piso se encuentre bajo el nivel de la acera o de los patios.
- Art. 48. Para que el sótano pueda ser autorizado como habitación, deberá llenar las siguientes condiciones:
- I. Que disponga de luz y ventilación, directas en las condiciones señaladas por este Reglamento para las habitaciones en general.
  - II. Que su altura mínima sea de 2.30 metros y la superficie mínima de 7.50 metros cuadrados. El lado menor de 2.50 metros como mínimo.



- III. Que los cimientos, pisos y muros estén contruidos con materiales impermeables que impidan el paso de la humedad, tanto del subsuelo como de la superficie de la acera o de los patios.
- IV. Que los pisos y muros, incluyendo la cimentación, estén contruidos con materiales a prueba de roedores.
- V. Que las puertas de acceso y las ventanas para ventilación e iluminación, estén protegidas con materiales a prueba de roedores.

Art. 49. Ningún punto de un edificio podrá estar a una altura mayor de 1.75 veces la distancia horizontal entre dicho punto y el lindero más cercano de las manzanas vecinas.

Se exceptúan de lo dispuesto anteriormente, los motivos arquitectónicos tales como miradores, torrecillas y otros de escasa importancia y de carácter ornamental.

Art. 50. Para edificios situados en esquina, se permitirá que sea la calle más ancha la que norme la altura del edificio de acuerdo con lo dispuesto en el artículo anterior, hasta una profundidad igual a su vez y media al ancho de la calle más angosta.

## 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:

- I. De los servicios públicos establecidos.
  - II. De pozos que reúnan condiciones para proporcionar agua potable, previa autorización de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y de las autoridades sanitarias.
  - III. 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 de ser de tal forma que eviten la acumulación de sustancias 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.

## CAPITULO V

### De los excusados, mingitorios, fregaderos, vertederos e instalaciones sanitarias en general.

Art. 62. En todo edificio habrá un excusado por lo menos. Cuando el número de habitantes pase de 10, se instalarán excusados a razón de uno por cada 10 personas o fracción que no llegue a este número.

Art. 63. En los edificios en que cada departamento o vivienda cuente con un local destinado a baño y excusado, esta pieza tendrá cuando menos, las instalaciones sanitarias siguientes: regadera, lavabo y excusado.

En los baños en que solamente existan regaderas, sin tener tina, la parte del piso sobre el que descargue la regadera estará separada del resto por medio de un reborde de 10 centímetros de altura mínima y será provista dicha superficie de coladera de obturación hidráulica y tapa a prueba de roedores.

Art. 64. Por excepción se permitirá en los edificios construidos con anterioridad a la vigencia del presente Reglamento, llamados casas de vecindad, que un baño de regadera sirva para varias viviendas en la proporción de uno por cada 15 habitantes (considerándose a razón de 5 personas por vivienda), el que estará provisto de un espacio separado por un murete, para vestidor. Además, en dichas casas de vecindad se permitirá que como mínimo haya un excusado por 15 habitantes y un mingitorio por cada 20. Los baños, excusados y mingitorios de que se trata serán de tipo individual e instalados en locales que tengan luz y ventilación directas. Los excusados estarán dotados de taza e instalación hidráulica con agua a presión y descarga a voluntad. Tanto el local de baño de regaderas como el de excusados, estará formado por dos departamentos separados y destinados, uno para hombres y otro para mujeres con instalaciones propias e independientes.

Art. 65. Los locales destinados a baños o excusados deberán tener piso impermeable y sus muros revestidos con materiales impermeables hasta 1.50 metros de altura, salvo el perímetro de las regaderas en que la altura mínima será de 1.80 metros. El piso desaguará a una coladera con obturador hidráulico fijo y con tapa a prueba de roedores.

Art. 66. En los casos en que un gabinete para servicios sanitarios tenga ventilación artificial, el sistema que se establezca para dicha ventilación deberá contar con un dispositivo independiente para abrirse o cerrarse a voluntad.

Art. 67. Las conexiones de tubos de descarga de los excusados con el albañal se harán mediante piezas especiales.

Art. 68. Los excusados serán de modelos aprobados por las autoridades sanitarias. Queda prohibido el sistema de excusados de tipo colectivo.

Los asientos de las tazas de los excusados, serán impermeables y fácilmente aseables.

Todo excusado al instalarse deberá quedar provisto de tubo ventilador.

Art. 69. Los mingitorios serán de tipo individual, de sobreponer o de pedestal, provistos de desagüe con sifón de obturación hidráulica y estarán dotados con tubo para ventilación, ya sea individual o en serie si se trata de una batería de mingitorios.

Art. 70. El desagüe de tinas, regaderas, bidets y lavadoras de ropa, contará con un obturador hidráulico de tipo bote. Los lavabos y vertederos deberán estar provistos de sifón con obturación hidráulica y además sus tubos de descarga tendrán ventilación individual o conectada a otros tubos de ventilación.

Art. 71. Los fregaderos de cocina en edificios destinados a habitación, desaguarán por medio de un sifón con obturación hidráulica, conectado al mueble, con registro para limpieza y con diámetro no menor de 38 mm.

Los fregaderos de las cocinas de establecimientos que den servicio colectivo, además del sifón prescrito, estarán dotados de una caja para recolección de grasa.

Art. 72. Cada departamento o vivienda contará con un lavadero, que puede estar instalado en las azoteas, azotehuelas o pozos de luz. Cada lavadero tendrá un techo que resguarde de la lluvia y del sol.

## CAPITULO VI

### De las instalaciones de albañales, conductos de desagüe y plantas de tratamiento de aguas negras.

Art. 73. Se entiende por albañales, los conductos cerrados que con diámetro y pendiente necesarios se construyan en los edificios para dar salida a toda clase de aguas servidas.

Art. 74. Los albañales podrán construirse:

- I. OCULTOS, en el piso bajo de los edificios, con tubos de barro vitrificado con sal, asbesto cemento, fierro fundido, concreto revestido interiormente de asfalto, que garantice su impermeabilidad. En todos los casos, los tubos serán lisos en su interior.
- II. VISIBLES, apoyados sobre el piso bajo o suspendidos de los elementos estructurales del edificio, con tubos de fierro fundido, revestidos interiormente con sustancias protectoras contra la corrosión, de fierro galvanizado, cobre, asbesto cemento, o de plástico rígido.

En cualquiera de estos casos, estarán debidamente protegidos.

Art. 75. Los tubos que se empleen para albañales serán de 15 centímetros de diámetro interior, cuando menos, deberán satisfacer las normas de calidad establecidas por la Secretaría de Industria y Comercio, o en su defecto, las que fije la autoridad sanitaria.

No podrán emplearse materiales distintos a los señalados en el artículo anterior para la construcción de albañales, sin la autorización de la autoridad sanitaria.

Art. 76. Los albañales se construirán bajo los pisos de los patios o pasillos de los edificios.

Cuando a juicio de la autoridad sanitaria haya causa justificada que imposibilite la construcción de los albañales en los términos de este artículo, se permitirá su modificación.

Art. 77. Antes de proceder a la colocación de los tubos de albañal, se consolidará el fondo de la excavación para evitar asentamientos de terreno.

Art. 78. Los albañales se instalarán cuando menos a un metro de distancia de los muros.

Cuando por circunstancias especiales no se pueda cumplir con esta disposición, la instalación se hará con la protección necesaria contra asentamientos y posibles filtraciones, previa autorización de la autoridad sanitaria.

Art. 79. En los conductos para desagüe se usarán:

- I. Tubos de fierro fundido revestidos interiormente con sustancias protectoras contra la corrosión.
- II. Tubos de fierro galvanizado.
- III. Tubos de cobre.
- IV. Tubos de plástico rígido.
- V. De cualquier otro material que aprueben las autoridades sanitarias.

Los tubos para conductos desaguadores tendrán un diámetro no menor de 32 mm., ni inferior al de la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima de 2% para diámetros hasta de 76 mm., y para diámetros mayores, la pendiente mínima será de 1.5 %.

Art. 80. Cuando los conductos de desagüe, por razones estructurales se ãn contruidos de tubos de otros materiales aceptados por la autoridad sanitaria, podrán estar descubiertos siempre que sus juntas y registros estén herméticamente cerrados y su interior revestido por materiales protectores contra la corrosión.

Art. 81. Los cambios de dirección de los albañales y las conexiones de ramales, se harán con deflexión de 45° como máximo.

Art. 82. Las piezas "T" para conexión de ramales de bajadas con albañales, sólo se permitirán cuando el cambio de dirección sea vertical a horizontal.

Art. 83. Los albañales se construirán con una pendiente no menor de 1.5%, salvo el caso en que sea necesario usar otros medios que satisfagan a la autoridad sanitaria.

Art. 84. Para facilitar la limpieza de los albañales, éstos estarán dotados de registros que se colocarán a distancia no mayor de diez metros. Los registros llevarán una cubierta que a la vez que se pueda remover con facilidad cierre ajustadamente.

Cuando por circunstancias especiales se autorice que los albañales ocultos pasen por alguna habitación, los registros estarán provistos de doble cubierta que a la vez que se puedan remover con facilidad cierre herméticamente.

En el lugar inmediato y anterior al cruzamiento del albañal con el límite del predio y la vía pública habrá un registro.

Art. 85. Los registros para los albañales ocultos, se construirán de acuerdo con los modelos aprobados por la autoridad sanitaria, y sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

Para profundidad hasta de un metro .....	40 x 60 cm.
Para profundidad hasta de dos metros .....	50 x 70 cm.
Para profundidad de más de dos metros ..	60 x 80 cm.
Las cubiertas no serán menores de .....	40 x 60 cm.

En los albañales visibles, los registros estarán constituidos por un orificio en el propio tubo no menor de 10 cm. de diámetro, provisto de tapa con cierre hermético.

Las tapas serán del mismo material del que se construya el albañal y estarán sujetas con soldadura de plomo, rosca o con abrazaderas.

Art. 86. En cada cambio de dirección y en cada conexión de las ramales con el albañal principal, se construirá un registro.

Art. 87. Los albañales estarán provistos en su origen de un tubo ventilador de 5 centímetros de diámetro mínimo, de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, asbesto cemento, o de plástico rígido, hasta una altura no menor de 1.80 metros a partir del nivel del piso, pudiendo el resto ser de lámina galvanizada o de cualquier otro material aprobado por la autoridad sanitaria, y se prolongará 2 metros arriba de la azotea.

Cuando la altura mínima señalada para que el tubo ventilador sobresalga de la azotea no sea suficiente para eliminar las molestias por gases mal olientes, la autoridad sanitaria resolverá lo conducente.

No será necesario tubo ventilador en el origen del albañal, cuando se encuentre a una distancia no mayor de 3 metros de un excusado.

Art. 88. Las bajadas de agua pluvial serán de lámina galvanizada, fierro fundido o de otros materiales aprobados por la autoridad sanitaria, y se fijarán de una manera sólida a los muros.

Art. 89. Las bajadas de agua pluvial no podrán utilizarse como tubos ventiladores.

Art. 90. Las bajadas pluviales, se conectarán al albañal por medio de un sifón o de una coladera con obturación hidráulica y tapa a prueba de roedores, colocada abajo del tubo de descarga. La parte inferior del tubo de bajada, se encontrará cortada a pluma, cuando descargue sobre coladera. La conexión podrá ser directa, sin sifón

ni coladera cuando las bocas de entrada del agua o las bajadas, se localicen en azoteas no transitadas y a una distancia no menor de 3 metros de cualquier vano de ventilación.

- Art. 91. Queda prohibido el sistema llamado de gárgolas o canales, que descarguen a chorro desde las azoteas.
- Art. 92. Los desagües pluviales de marquesinas y saledizos, se harán por medio de tuberías de fierro fundido, fierro galvanizado, asbesto cemento, cobre o plástico rígido, empotradas en los muros o adheridos a ellos, y su descarga final será en el interior del propio edificio, en la forma especificada por este Reglamento para los desagües pluviales.
- Art. 93. Los desagües de albercas, fuentes, refrigeradores, bebederos y en general instalaciones que eliminen aguas no servidas, descargarán mediante coladeras con obturación hidráulica, provistas de tapa a prueba de roedores, en los términos señalados en este Reglamento para la eliminación de aguas pluviales.
- Art. 94. Los tubos de descarga de los excusados, serán de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, asbesto cemento, o de plástico rígido y se colocarán en el paramento exterior de los muros o empotrados en los mismos.
- Art. 95. Los propietarios de edificios situados en calles donde exista alcantarillado tendrán la obligación de solicitar a la Autoridad Municipal, la conexión del albañal de los mismos edificios, con la red de alcantarillado. Al conceder la conexión del albañal con la atarjea correspondiente, la autoridad municipal o la que haga sus veces, decidirá si la conexión de referencia requiere la instalación de algún procedimiento que coadyuve a corregir posibles obturaciones en el albañal. El procedimiento que se requiera lo señalará la autoridad correspondiente, y se lo dará a conocer al interesado, el cual tendrá la obligación de instalarlo en el edificio.
- Art. 96. La comunicación directa o indirecta de todos los conductos desaguadores con los albañales, se hará por medio de obturadores hidráulicos, fijos, provistos de ventilación directa.
- Art. 97. Los tubos ventiladores que sirven para dar salida a los gases procedentes de los albañales y de los conductos desaguadores, serán de fierro fundido, galvanizado, de cobre, de asbesto cemento o de plástico rígido y podrán estar colocados en el paramento exterior de los muros o empotrados en los mismos, y su diámetro mínimo será de 5 centímetros.

Cuando se trate de tubos de ventilación directa de cualquiera de los muebles sanitarios, con excepción del excusado, el diámetro no será inferior a la mitad del que tenga el conducto desaguador que ventila, y en ningún caso, menor de 32 mm.



Art. 98. Cuando el mismo tubo ventilador sirva para varios excusados, colocados a distintas alturas, se ligarán los sifones entre sí por medio de un tubo de 38 mm. de diámetro que termine en el de ventilación arriba del excusado más alto.

Art. 99. Cuando haya un grupo de excusados en una sola planta de un edificio, conectados al mismo tubo de descarga, un solo tubo de ventilación puede servir para los excusados, siempre que el número de éstos no exceda de cinco.

Cuando haya un grupo de mingitorios conectados al mismo tubo de descarga, un solo tubo de ventilación puede servir para dichos mingitorios, siempre que no excedan de ocho.

Art. 100. Las conexiones de los tubos de fierro fundido, se harán por medio de estopa y plomo; las de fierro y plomo; las de fierro no fundido con uniones de rosca, las de tubo de plomo con plomo, las de cobre o plomo y, las de tubo de barro o de cemento con mortero de cemento y arena en la proporción de 1 por 2.

Art. 101. Queda absolutamente prohibido hacer conexiones taladrando los tubos, pues en cada caso deberán emplearse las piezas especiales para el objeto y los materiales señalados por este Reglamento.

Art. 102. Todo tubo de descarga comunicará con el albañal por intermedio de un sifón hidráulico. Se permitirá que un mismo sifón sirva para dos tubos de descarga a la vez cuando la distancia entre estos dos tubos y el sifón no excede a de sesenta centímetros.

Art. 103. Se procurará que los sifones queden junto de las aberturas superiores de los tubos que comuniquen con el albañal; pero de no ser esto posible, la distancia que los separe de las aberturas no podrá ser mayor de 60 centímetros.

Art. 104. Los tubos de fierro fundido o de otros materiales metálicos aprobados por las autoridades sanitarias, que por cualquier circunstancia hayan de quedar ocultos en el suelo, deberán protegerse con una capa de asfalto o con preparaciones antioxidantes.

Art. 105. Cuando a juicio de las autoridades respectivas, el sistema de saneamiento de un edificio pareciere defectuoso en su funcionamiento, se practicará la respectiva prueba de agua o de aire, y en su caso se ordenará corregirlo inmediatamente a cargo del propietario.

Art. 106. Sólo podrá autorizarse la instalación de fosas sépticas o plantas de tratamiento de aguas negras para edificios ubicados en lugares que se encuentren fuera del perímetro de las redes de saneamiento y en tanto no existan servicios de atarjeas.

Toda fosa séptica o planta de tratamiento de aguas negras será de material y capacidad aprobados por las autoridades sanitarias.

Art. 107. Ninguna autoridad podrá autorizar la construcción o instalación de plantas de tratamiento de aguas negras, sin la previa aprobación de las autoridades sanitarias.

Art. 108. Las fosas sépticas llenarán las siguientes condiciones:

- a) Constarán de una cámara de fermentación, de un departamento de oxidación y de un pozo absorbente o bien, drenes para irrigación sub-superficial.
- b) La cámara de fermentación o de acción séptica deberá ser cubierta, construida y revestida con material impermeable, calculándose su capacidad a razón de 150 litros por persona y por día. La capacidad mínima será para 10 personas.
- c) La cámara de fermentación o séptica, estará provista de dispositivos para que las aguas negras al llegar a ella, lo hagan en forma lenta y sin agitación.
- d) La cámara de oxidación o lecho bacteriano se encontrará descubierto, conteniendo material poroso como tezontle, piedra quebrada o grava que se utilizará como medio filtrante oxidante.
- e) En el caso de no disponer de terreno, y para la fosa séptica mínima, el lecho bacteriano se encontrará cubierto, con un tubo ventilador de veinte centímetros de diámetro como mínimo.
- f) Al tanque séptico descargarán únicamente las aguas negras que provengan de excusados, mingitorios y fregaderos de cocina.

La autoridad sanitaria dispondrá, si las aguas procedentes de baños, lavabos y del filtro oxidante, descargarán directamente a drenes superficiales o a pozos absorbentes.

Art. 109. La autoridad sanitaria decidirá el procedimiento técnico para el tratamiento de aguas negras, en los casos en que no se usen los citados en artículos anteriores.

## CAPITULO VII

### De las cocinas, estufas, chimeneas, dispositivos para calefacción y otros.

- Art. 110. Todo edificio destinado a habitación, tendrá una cocina para la preparación de alimentos, independiente de los espacios destinados a habitación.
- Art. 111. Las cocinas tendrán luz y ventilación directas por medio de ventanas a espacios libres, cuya superficie será de 1/6 del área del piso y, en ningún caso, menor de un metro cuadrado.
- Art. 112. Queda prohibido establecer cocinas en el interior de los locales destinados a dormitorio.
- Art. 113. Para la instalación de toda clase de equipos permanentes de calefacción, ya sea en edificios destinados a habitación o para cualquier otro uso, se requiere la aprobación del proyecto respectivo por las autoridades sanitarias correspondientes.
- Art. 114. La instalación de calderas para calefacción central o para agua caliente, en los edificios para habitación, se hará de manera que no cause molestias ni constituya peligro.
- Art. 115. Las estufas, caloríferos, hornos y todo aparato que produzca humo o gas proveniente de la combustión, contarán con dispositivos especiales para su eliminación y estarán contruidos o colocados de manera que eviten el peligro de incendio o de intoxicación.
- Art. 116. Las chimeneas para calefacción en el interior de las habitaciones, deberán ser de materiales incombustibles y estarán provistas de un tiro para la salida de gases y humos de combustión.
- Art. 117. Los tubos o tiros para la salida de humos o gases de combustión, se prologarán por lo menos hasta dos metros arriba de las azoteas o muros de arrimo que estén a menos de diez metros de distancia de dichos tubos.

Las autoridades sanitarias podrán exigir mayor altura de la señalada o la colocación de dispositivos especiales, si se comprueba que los gases, humos o el hollín, molestan a los vecinos o causan daño a propiedades de éstos.

## CAPITULO VIII

### Provisión de gas en los edificios.

- Art. 118. En los edificios unifamiliares, los recipientes de gas se colocarán a la intemperie, en lugares ventilados, en patios, jardines o azoteas donde no queden expuestos a deterioros accidentales por personas, vehículos u otros medios. En los multifamiliares, dichos recipientes estarán protegidos por medio de una jaula resistente que evite el acceso de niños y personas ajenas al manejo, mantenimiento y conservación del equipo.

Los recipientes se colocarán sobre un piso debidamente consolidado, donde no existan flamas o materiales inflamables, pasto o hierba y protegidos debidamente para evitar riesgos de incendio o explosión.

- Art. 119. Las tuberías que conduzcan el gas, así como las válvulas, conexiones y recipientes en general, llenarán las especificaciones exigidas por la Secretaría de Industria y Comercio y por las leyes y reglamentos respectivos.

Las tuberías de conducción de gas se podrán instalar ocultas en el subsuelo de los patios o jardines, o bien, visibles, convenientemente adosadas a los muros, en cuyo caso estarán localizadas 1.80 metros como mínimo sobre el piso.

Queda prohibido el paso de tuberías conductoras de gas por el interior de las piezas destinadas a dormitorios, a menos que estén alojadas dentro de otro tubo, cuyos extremos estén abiertos al aire exterior.

- Art. 120. Los calentadores de gas para agua, podrán colocarse en patios o azoteas y cuando se instalen en cocinas, deberán colocarse adosados a algunos de los muros que limiten con el exterior y provistos de un sistema que permita una ventilación constante.

- Art. 121. Queda prohibida la instalación de calentadores de agua que usen gas como combustible en el interior de los cuartos para baño. Se permitirá la existencia de estos calentadores en dichos cuartos, en los edificios construidos con anterioridad a este Reglamento, siempre que el local disponga de una renovación de aire constante.

- Art. 122. En caso de calefacción por gas, las instalaciones correspondientes serán de tipo fijo, y los gases, productos de la combustión, tendrán salida hacia el exterior por medio de tiro o chimencas.

Los fabricantes de los calefactores de gas, que por su diseño no requieran tiro o chimenea, solicitarán de las autoridades sanitarias, previamente a la iniciación de ventas, la autorización de uso correspondiente, misma que les será concedida siempre que demuestren que el aparato diseñado efectúa una combustión completa. Los calefactores de gas de cualquier tipo, estarán provistos de elementos de seguridad que impidan la salida del gas combustible, cuando no se encuentren funcionando.

## CAPITULO IX

### De los garages.

Art. 123. Los edificios multifamiliares, de oficinas y en general, todo edificio destinado a fines comerciales, con excepción de los de viviendas mínimas, tendrán garage para guardar vehículos de combustión interna, que reunirá las condiciones siguientes:

- a) Estará preferentemente ubicado en el mismo edificio.
- b) Podrá estar en otro predio siempre que éste se encuentre dentro de una distancia no mayor de 150 metros, y sea de uso exclusivo del edificio de que se trate.  
  
En este caso, su destino o servidumbre se comprobará mediante la inscripción en el Registro Público de la Propiedad.
- c) Tendrá capacidad para alojar los vehículos del 50 % como mínimo del número total de unidades rentables.
- d) El piso será de material impermeable a prueba de roedores, tendrá pendiente limitada entre 1 y 3 % hacia coladeras de obturación hidráulica fija, provistas de tapa, también a prueba de roedores.
- e) Los muros que lo limiten serán de material incombustible, impermeable y a prueba de roedores.
- f) En locales cerrados, la cubierta será de material incombustible la iluminación podrá ser natural o artificial, y la ventilación será proporcionada por medio de claros cuya superficie total sea igual a la quinta parte, como mínimo, de la superficie del piso.

Cuando no se pueda dar ventilación natural al garage, ésta se proporcionará por

medios mecánicos que renueven efectivamente el aire cuando menos 6 veces por hora. En cualquiera de los casos, los productos derivados de la combustión, (humo, gases) se extraerán mecánicamente por medio de dispositivos que los desalojen sobre el nivel de las azoteas más altas que se encuentren en un radio de 10 metros independientemente de los medios de ventilación del local.

Las bocas de los ductos para extracción, estarán colocados sobre el nivel del piso, y se protegerán con rejillas metálicas a prueba de roedores.

g) Tendrán hidrantes, en cantidad suficiente para las necesidades del local.

h) Contarán con extinguidores de acción química y depósitos con arena, convenientemente colocados en prevención de incendios o explosiones.

Art. 124. En el caso de edificios unifamiliares que tengan garage, este tendrá piso revestido con material impermeable, depósitos de arena y extinguidor.

Art. 125. Los edificios construidos con anterioridad a la vigencia de este Reglamento, que carezcan de garage, en caso de ampliación deberán construirlo en los términos del presente ordenamiento.

## CAPITULO X

### De las obligaciones de propietarios e inquilinos

Art. 126. Los propietarios de los edificios, independientemente de lo que sobre el particular establezcan los contratos que lleven a cabo con los inquilinos, serán los responsables ante las autoridades sanitarias, de la conservación, buen estado y mantenimiento de las instalaciones y servicios sanitarios, muros, pisos, techos y, en general de los propios edificios, con el fin de que éstos se encuentren ajustados a lo dispuesto en este Reglamento.

Art. 127. Los inquilinos tienen la obligación de mantener en buen estado de aseo, las habitaciones que ocupen, haciendo el uso apropiado de los servicios sanitarios y evitando aglomeraciones de personas o de animales que puedan perjudicar la higiene de los habitantes de los edificios.

Art. 128. En los edificios destinados a departamentos, los propietarios están obligados a mantener aseados los patios generales, los de servicio, excusados, mingitorios, baños y depósitos de agua que sean de uso común para los inquilinos, así como

todas aquellas partes del edificio que no pertenezcan a las habitaciones o departamentos.

- Art. 129. La limpieza de patios, excusados, tinacos, pisos y muros de uso exclusivo para cada departamento, serán por cuenta de los inquilinos ocupantes del edificio.
- Art. 130. Cuando las instalaciones de servicios sanitarios, calefacción, iluminación, ventilación y en general cualquier parte de las construcciones de los edificios, ocasionen daños a los colindantes, por lo que respecta a la salubridad, los propietarios están obligados a corregir las deficiencias que se señalen, a satisfacción de las autoridades sanitarias.
- Art. 131. Los propietarios o inquilinos de los edificios en la parte que a cada uno corresponde, están obligados a extraer diariamente las basuras de los patios, habitaciones, azoteas o departamentos, depositándolas en botes metálicos con tapa de cierre ajustado, previamente a su retiro del edificio.
- Art. 132. Tanto los propietarios como los inquilinos, están obligados a que los obturadores hidráulicos establecidos en los patios generales de servicio, o especiales de los departamentos, tengan agua en todo tiempo para evitar malos olores.
- Art. 133. Cuando las dependencias de un edificio se destinen a usos comerciales o industriales, las obras de acondicionamiento sanitario que se requieran, queden a cargo de los inquilinos, así como su conservación y mantenimiento.
- Las obras de acondicionamiento no deberán alterar las condiciones sanitarias del edificio y para ejecutarlas se requiere la autorización del propietario.
- Art. 134. Los inquilinos que ocupen viviendas, departamentos o accesorias en los edificios, están obligados a permitir la ejecución de las obras que ordenen las autoridades sanitarias, cuando no se requiera la desocupación total.

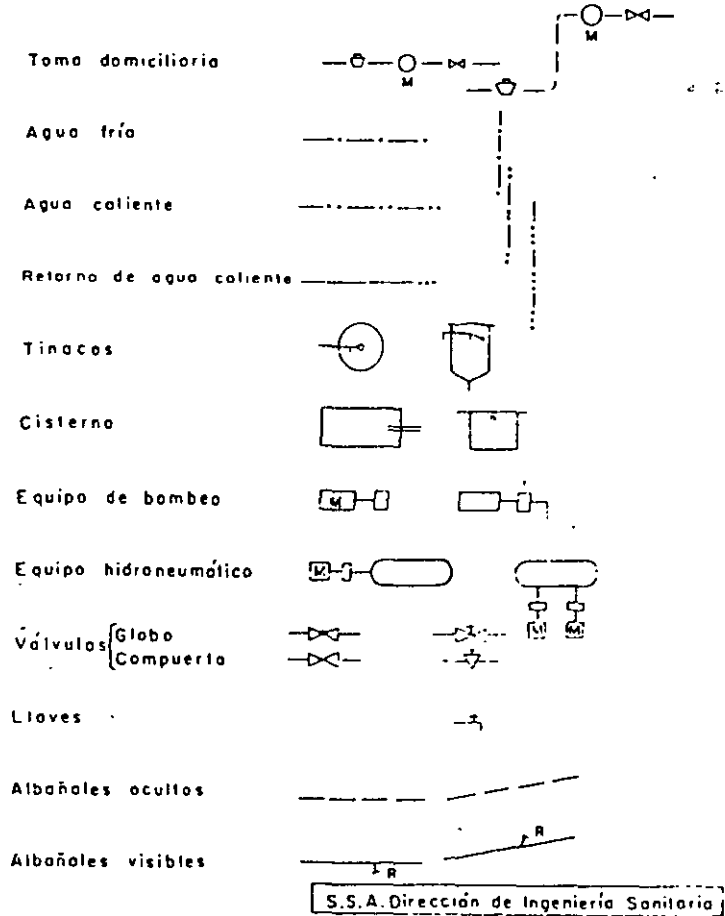
## CAPITULO XI

### Sanciones

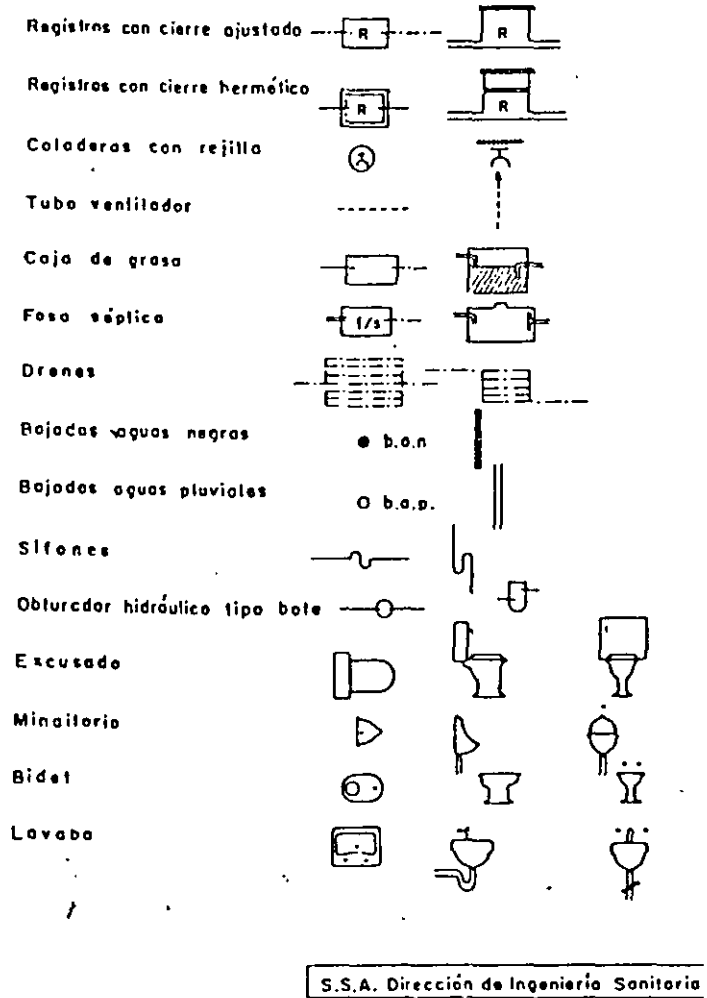
- Art. 135. La calificación, imposición y notificación de las sanciones por violaciones al presente Reglamento, se harán de acuerdo con lo que fije el Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos y en la misma forma, el procedimiento por inconformidad con la sanción impuesta, será el que establezca el propio Código.

**SIMBOLOGIA CONVENCIONAL EN CUMPLIMIENTO DEL ARTICULO 4º DEL REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA RELATIVA A EDIFICIOS**  
(Diario Oficial de 20 de Mayo de 1964)

(1)



(2)





④

Muro			
Ventana			
Patio			
Trogaluz			
Linternilla			
Iluminación y ventilación por desnivel			
Jardín			
Escalera			
Piso de Mosaico			
Lambrines			
Extintidor			
Caja de Manguero			
Depósito de Arena			
Extractor con rejilla			

S.S.A. Dirección de Ingeniería Sanitaria


















③

Tina			
Fregadero			
Regadera			
Vertedero			
Lavadora			
Lovadero			
Bebedero			
Refrigerador			
Calderas			
Equipo de aire acondicionado			
Alberca			
Chimeneas			
Bote de basura			
Puertas			

S.S.A. Dirección de Ingeniería Sanitaria

## INSTALACIONES PARA GAS

⑤

Estufa con un quemador		EQ
Estufa con dos quemadores		E2Q
Estufa con tres quemadores		E3Q
Estufa con tres quemadores y horno		E3QH
Estufa con cuatro quemadores		E4Q
Estufa con cuatro quemadores y horno		E4QH
Estufa con cuatro quemadores, horno y comal		E4QHC
Calentador con rejilla		
Calentador de agua con almacenamiento		 CAL
Calentador de agua al paso		 CP
Válvula de paso (Globo)		
Válvula de paso (Macho)		
Regulador de recipientes portátiles		

S.S.A. Dirección de Ingeniería Sanitaria

**APENDICE B**

**REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES  
PARA EL  
DISTRITO FEDERAL\***

**(Extractos)**

**PROYECTO ARQUITECTONICO**

**CAPITULO III**

**Requerimientos de higiene, servicios  
y acondicionamiento ambiental**

Art. 82. Las edificaciones deberán estar provistas de servicios de agua potable capaces de cubrir las demandas mínimas de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias.

Art. 83. Las edificaciones estarán provistas de servicios sanitarios con el número mínimo, tipo de muebles y sus características que se establecen a continuación:

\* Publicado en la Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal el 2 de agosto de 1993

## REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL

- I. Las viviendas con menos de 45 m<sup>2</sup> contarán, cuando menos con un excusado, una regadera y uno de los siguientes muebles: lavabo, fregadero o lavadero;
- II. Las viviendas con superficie igual o mayor a 45 m<sup>2</sup> contarán cuando menos, con un excusado, una regadera, un lavabo, un lavadero y un fregadero;
- III. Los locales de trabajo y comercio con superficie hasta 120 m<sup>2</sup> y hasta quince trabajadores o usuarios contarán, como mínimo, con un excusado y un lavabo o vertedero;
- IV. En los demás casos se proveerán los muebles sanitarios de conformidad con lo dispuesto en la Normas Técnicas Complementarias.

Art. 84. Las albercas públicas contarán cuando menos con:

- I. Equipos de recirculación, filtración y purificación de agua;
- II. Boquillas de inyección para distribuir el agua tratada y de succión para los aparatos limpiadores de fondo, y
- III. Rejillas de succión distribuidas en la parte honda de la alberca, en número y dimensiones necesarias para que la velocidad de salida del agua sea la adecuada para evitar accidentes a los nadadores.

Art. 85. Las edificaciones que requieran licencia de uso de suelo con dictámen aprobatorio, según lo que establece el artículo 53 de este Reglamento, con una altura de más de cuatro niveles, en lo que se refiere al almacenamiento y la eliminación de la basura, deberán observar lo dispuesto en las Normas Técnicas Complementarias.

Art. 86. Deberán ubicarse uno o varios locales para almacenar depósitos o bolsas de basura, ventilados y a prueba de roedores, en los siguientes casos y aplicando los índices mínimos de dimensionamiento:

- I. Conjuntos habitacionales con más de 50 viviendas, a razón de 40 lt./hab, y
- II. Otros usos no habitacionales con más de 500 m<sup>2</sup>, sin incluir estacionamientos, a razón de 0.01 m<sup>2</sup> por m<sup>2</sup> construido.

Art. 87. Las obras para almacenar residuos sólidos peligrosos, químico-tóxicos y radiactivos se ajustarán al presente Reglamento, a sus Normas Técnicas Complementarias y a Leyes y Reglamentos aplicables.

Art. 88. Las edificaciones que produzcan contaminación por humos, olores, gases y vapores, energía térmica o lumínica, ruidos y vibraciones, se sujetarán a lo dispuesto por las Leyes y Reglamentos aplicables en materia de contaminación ambiental.

Art. 90. Las edificaciones que se destinen a industrias y establecimientos deberán utilizar Agua Residual Tratada en sus obras de edificación y contar con la red hidráulica necesaria para su uso, de conformidad con lo establecido en el artículo 77 del Reglamento de Agua y Drenaje para el Distrito Federal.

## CAPITULO VI

### Instalaciones

#### Sección primera

#### Instalaciones hidráulicas y sanitarias

- Art. 150. Los conjuntos habitacionales, las edificaciones de cinco niveles o más y las edificaciones ubicadas en zonas cuya red pública de agua potable tenga una presión inferior a diez metros de columna de agua, deberán contar con cisternas calculadas para almacenar dos veces la demanda mínima diaria de agua potable de la edificación y equipadas con sistema de bombeo.
- Las cisternas deberán ser completamente impermeables, tener registros con cierre hermético y sanitario y ubicarse a tres metros cuando menos, de cualquier tubería permeable de aguas negras.
- Art. 151. Los tinacos deberán colocarse a una altura de, por lo menos, dos metros arriba del mueble sanitario más alto. Deberán ser de materiales impermeables e ino cuos y tener registros con cierre hermético y sanitario.
- Art. 152. Las tuberías, conexiones y válvulas para agua potable deberán ser de cobre rígido, cloruro de polivinilo, fierro galvanizado o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes.
- Art. 153. Las instalaciones de infraestructura hidráulica y sanitaria que deban realizarse en el interior de predios de conjuntos habitacionales y otras edificaciones de gran magnitud, previstas en la fracción II del artículo 53 del Reglamento, deberán sujetarse a lo que disponga el Departamento para cada caso.
- Art. 154. Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua; los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas y los mingitorios, tendrán una descarga máxima de diez litros por minuto, y dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio; y los lavabos, y las tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tendrán llaves que no consuman más de diez litros por minuto.
- Art. 155. En las edificaciones establecidas en la Fracción II del Artículo 53 de este Reglamento, el Departamento exigirá la realización de estudios de factibilidad de tratamiento y reúso de aguas residuales, sujetándose a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos aplicables, para definir la obligatoriedad de tener separadas sus instalaciones en agua pluviales, jabonosas y negras las cuales se canalizarán por sus respectivos albañales para su uso, aprovechamiento o desalojo; de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias.
- Art. 156. En las edificaciones de habitación unifamiliar de hasta 500 m<sup>2</sup> y consumos máximos de agua de 1000 m<sup>3</sup> bimestrales, ubicadas en zonas donde exista el servicio público de alcantarillado de tipo separado, los desagües serán separados, uno para aguas pluviales y otro para aguas residuales. En el resto de las edificaciones los desagües se harán separados y estarán sujetos a los proyectos de uso racional de agua, reúso, tratamiento, regularización y sitio de descarga que apruebe el departamento.

- Art. 157. Las tuberías de desagüe de los muebles sanitarios deberán de ser de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, cloruro de polivinilo o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes.
- Las tuberías de desagüe tendrán un diámetro no menor de 32 mm, ni inferior al de la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima de 2 %.
- Art. 158. Queda prohibido el uso de gárgolas o canales que descarguen agua a chorro fuera de los límites propios de cada predio.
- Art. 159. Las tuberías o albañales que conducen las aguas residuales de una edificación hacia afuera de los límites de su predio, deberán ser de 15 cm de diámetro como mínimo, contar con una pendiente mínima de 2 % y cumplir con las normas de calidad que expida la autoridad competente.
- Los albañales deberán estar provistos en su origen de un tubo ventilador de 5 cm de diámetro mínimo que se prolongará cuando menos 1.5 m arriba del nivel de la azotea de la construcción.
- La conexión de tuberías de desagüe con albañales deberá hacerse por medio de obturadores hidráulicos fijos, provistos de ventilación directa.
- Art. 160. Los albañales deberán tener registros colocados a distancias no mayores de 10 m entre cada uno y en cada cambio de dirección del albañal. Los registros deberán ser de 40 x 60 cm, cuando menos, para profundidades de hasta un metro; de 50 x 70 cm, cuando menos para profundidades mayores de uno hasta dos metros y de 60 x 80 cm, cuando menos, para profundidades de más de dos metros. Los registros deberán tener tapas con cierre hermético, a prueba de roedores. Cuando un registro deba colocarse bajo locales habitables o complementarios, o locales de trabajo y reunión deberán tener doble tapa con cierre hermético.
- Art. 161. En las zonas donde no exista red de alcantarillado público, el Departamento autorizará el uso de fosas sépticas de procesos bioenzimáticos de transformación rápida, siempre y cuando se demuestre la absorción del terreno.
- A las fosas sépticas descargarán únicamente las aguas negras que provengan de excusados y mingitorios.
- En el caso de zonas con suelos inadecuados para la absorción de las aguas residuales, el Departamento determinará el sistema de tratamiento a instalar.
- Art. 162. La descarga de agua de fregaderos que conduzcan a pozos de absorción o terrenos de oxidación deberán contar con trampas de grasa registrables. Los talleres de reparación de vehículos y las gasolineras deberán contar en todos los casos con trampas de grasa en las tuberías de agua residual antes de conectarlas a colectores públicos
- Art. 163. Se deberán colocar desarenadores en las tuberías de agua residual de estacionamientos públicos descubiertos y circulaciones empedradas de vehículos.
- Art. 163. bis En las construcciones en ejecución, cuando haya necesidad de bombear el agua freática durante el proceso de cimentación, o con motivo de cualquier desagüe que se requiera, se descargará el agua en un decantador para evitar que sólidos en suspensión azolven la red de alcantarillado. Queda prohibido desalojar agua al arroyo de la calle o la coladera pluvial, debiéndose instalar desde el inicio de la construcción el albañal

autorizado que se conecta al drenaje.

Art. 164. En las edificaciones ubicadas en calles con red de alcantarillado público, el propietario deberá solicitar al Departamento la conexión del albañal con dicha red, de conformidad de lo que al efecto dispone el Reglamento de Agua y Drenaje para el Distrito Federal y pagar los derechos que establezca la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

**NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS  
DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES  
HIDRAULICAS Y SANITARIAS**



**C. REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE**

Tipología	Subgénero	Dotación mínima	Observaciones
I. HABITACIÓN	Vivienda	150 Lts./Hab./día	a
II. SERVICIOS			
II.1 OFICINAS	Cualquier tipo	20 Lts./m <sup>2</sup> /día	a,c
II.2 COMERCIO	Locales comerciales	6 Lts./m <sup>2</sup> /día	a
	Mercados	100 Lts./puesto/día	
	Baños públicos	300 Lts./bañista/regadera/día	b
	Lavandería de autoservicio	40 Lts./kilos de ropa seca	
II.3 SALUD	Hospitales, clínicas y centros de salud	800 Lts./cama/día	a,b,c
	Orfanatorios y asilos	300 Lts./huésped/día	a,c
II.4 EDUCACIÓN Y CULTURA	Educación elemental	20 Lts./alumno/turno	a,b,c
	Educación media y superior	25 Lts./alumno/turno	a,b,c
	Exposiciones temporales	10 Lts./asistente/día	b
II.5 RECREACIÓN	Alimentos y bebidas	12 Lts./comida	a,b,c
	Entretención	6 Lts./asiento/día	a,b
	Circos y ferias	10 Lts./asistente/día	b
	Dotación para animales, en su caso	25 Lts./animal/día	
	Recreación social	25 Lts./asistente/día	a,c
	Deportes al aire libre, con baño y vestidores	150 Lts./asistente/día	a
	Estadios	10 Lts./asiento/día	a,c
II.6 ALOJAMIENTO	Hoteles, moteles y casas de huéspedes	300 Lts./huésped/día	a,c
II.7 SEGURIDAD	Reclusorios	150 Lts./interno/día	a,c
	Cuarteles	150 Lts./persona/día	a,c
II.9 COMUNICACIONES Y TRANSPORTE	Estaciones de transporte	10 Lts./pasajero/día	
	Estacionamientos	2 Lts./m <sup>2</sup> /día	c
III. INDUSTRIA	Industria donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto de aseo	100 lts./Trabajador	
	Otras industrias	30 lts./Trabajador	
IV. ESPACIOS ABIERTOS	Jardines y parques	5 Lts./m <sup>2</sup> /día	

Observaciones

- a) Las necesidades de riego se considerarán por separado a razón de 5 Lts./m<sup>2</sup>/día.
- b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se considerarán por separado a razón de 100 Lts./trabajador/día.
- c) En lo referente a la capacidad del almacenamiento de agua para sistemas contra incendios deberá observarse lo dispuesto en el artículo 122 de este Reglamento.

**D. REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SERVICIOS SANITARIOS**

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
II. SERVICIOS II.1 OFICINAS	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	3	2	—
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	—
II.2 COMERCIO:	Hasta 25 empleados	2	2	—
	De 26 a 50	3	2	—
	De 51 a 75	4	2	—
	De 76 a 100	5	3	—
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	—
II.2.8 BAÑOS PÚBLICOS:	Hasta 4 usuarios	1	1	2
	De 5 a 10	2	2	1
	De 11 a 20	3	3	4
	De 21 a 50	4	4	8
	Cada 50 adicionales o fracción	3	3	4
II.3 SALUD:	<b>Salas de espera:</b>			
	Por cada 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	3	2	—
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	—
	<b>Cuartos de camas:</b>			
	Hasta 10 camas	1	1	1
	De 11 a 25	3	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1
	<b>Empleados:</b>			
	Hasta 25 empleados:			
De 26 a 50	3	2	—	
De 51 a 75	4	2	—	
De 76 a 100	5	3	—	
Cada 100 adicionales o fracción	3	2	—	
II.4 EDUCACIÓN Y CULTURA EDUCACIÓN ELEMENTAL MEDIA SUPERIOR:	Cada 50 alumnos	2	2	—
	Hasta 75 alumnos	3	2	—
	De 76 a 150	4	2	—
	Cada 75 adicionales o fracción	2	2	—
CENTROS DE INFORMACIÓN:	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	4	4	—
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	—
INSTALACIONES PARA EXHIBICIONES:	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 400	4	4	—
	Cada 200 adicionales o fracción	1	1	—

**NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
II.5 RECREACIÓN:	<b>Entretimiento:</b>			
	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200	4	4	—
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	—
	<b>Deportes y Recreación:</b>			
	<b>Canchas y centros deportivos:</b>			
	Hasta 100 personas	2	2	2
	De 101 a 200	4	4	4
	Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	2
	<b>Estadios:</b>			
Hasta 100 personas	2	2	—	
De 101 a 200	4	4	—	
Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	—	
II.6 ALOJAMIENTO:	Hasta 10 huéspedes	1	1	1
	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	2	1
II.7 SEGURIDAD:	Hasta 10 personas	1	1	1
	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1
II.8 SERVICIOS FUNERARIOS:	<b>Funerarias y velatorios:</b>			
	Hasta 100 personas	2	2	—
	De 101 a 200 personas	4	4	—
	Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	—
II.9 COMUNICACIONES Y TRANSPORTES:	<b>Estacionamientos:</b>			
	<b>Empleados</b>			
	Hasta 100 personas	1	1	—
	Público	2	2	—
	<b>Terminales y estaciones de transporte:</b>			
	Hasta 100 personas	2	2	1
	De 101 a 200	4	4	2
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	1
	<b>Comunicaciones:</b>			
	Hasta 100 personas	2	2	—
De 101 a 200	3	2	—	
Cada 100 adicionales o fracción	2	1	—	

**NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDP EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
III. INDUSTRIAS:	<b>industrias, almacenes y bodegas donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto de aseo:</b>			
	Hasta 25 personas	2	2	2
	De 26 a 50	3	3	3
	De 51 a 75	4	4	4
	De 76 a 100	5	4	4
	Cada 100 adicionales o fracción	3	3	3
	<b>Demás industrias, almacenes y bodegas:</b>			
	Hasta 25 personas	2	1	1
	De 26 a 50	3	2	2
	De 51 a 75	4	3	2
	De 76 a 100	5	3	3
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	2
	IV ESPACIOS ABIERTOS:	<b>Jardines y parques:</b>		
Hasta 100 personas		2	2	---
De 101 a 400		4	4	---
Cada 200 adicionales o fracción		1	1	---

En edificaciones de comercio los sanitarios se proporcionarán para empleados y público en partes iguales, dividiendo entre dos las cantidades indicadas

En los baños públicos y en deportes al aire libre se deberá contar, además, con un estidor, casillero o similar por cada usuario.

En baños de vapor o de aire caliente se deberán colocar adicionalmente dos regaderas de agua caliente y fría y una de presión.

- V. Los excusados, la abos y regaderas a que se refiere la tabla de la fracción anterior, se distribuirán por partes iguales en locales separados para hombres y mujeres. En los casos en que se demuestre el predominio de un sexo sobre otro entre los usuarios, podrá hacerse la proporción equi alente, señalándolo así en el proyecto;
- VI. En el caso de locales sanitarios para hombres será obligatorio agregar un mingitorio para locales con un máximo de dos excusados. A partir de locales con tres excusados, podrá sustituirse uno de ellos por un mingitorio, sin necesidad de recalcular el número de excusados. El procedimiento de sustitución podrá aplicarse a locales con mayor número de excusados, pero la proporción entre éstos y los mingitorios no excederá de uno a tres;
- VII. Todas las edificaciones, excepto de habitación y alojamiento, deberán contar con bebedores o con depósitos de agua potable en proporción de uno por cada treinta trabajadores o fracción que exceda de quince, o uno por cada cien alumnos, según sea el caso;
- VIII. En industrias y lugares de trabajo donde el trabajador esté expuesto a contaminación por venenos o materiales irritantes o infecciosos, se colocará un la abo adicional por cada diez personas;
- IX. En los espacios para muebles sanitarios se observarán las siguientes dimensiones mínimas libres:

		Frente (m)	Fondo (m)
Usos domésticos y baños en cuartos de hotel	Excusado	0.70	1.05
	La abo	0.70	0.70
	Regadera	0.70	0.70
Baños públicos	Excusado	0.75	1.10
	La abo	0.75	0.90
	Regadera	0.80	0.80
	Regadera a presión	1.20	1.20

En baños y sanitarios de uso doméstico y cuartos de hotel, los espacios libres que quedan al frente y a los lados de excusados y la abos podrán ser comunes a dos o mas muebles

## NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDF EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

---

- X. En los sanitarios de uso público indicados en la tabla de la fracción IV se deberá destinar, por lo menos, un espacio para excusado de cada diez o fracción, a partir de cinco, para uso exclusivo de personas impedidas. En estos casos, las medidas del espacio para excusado serán de 1.70 x 1.70 m., y deberán colocarse pasamanos y otros dispositivos que establezcan las Normas Técnicas Complementarias correspondientes.
- XI. Los sanitarios deberán ubicarse de manera que no sea necesario para cualquier usuario subir o bajar más de un nivel o recorrer más de 50 metros para acceder a ellos;
- XII. Los sanitarios deberán tener pisos impermeables y antiderrapantes y los muros de las regaderas deberán tener materiales impermeables hasta una altura de 1.50 m, y
- XIII. El acceso a cualquier sanitario de uso público se hará de tal manera que al abrir la puerta no se tenga la vista a regaderas, excusados y mingitorios.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

# **CURSOS ABIERTOS**

## **CA08 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**DEL 17 AL 27 DE SEPTIEMBRE**

**TEMA ANEXO**

## **INGENIERIA DEL MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES DE EDIFICIOS**

**EXPOSITOR: ING. ENRIQUE CESAR VALDEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
SEPTIEMBRE DEL 2003**

## **Índice**

Introducción	
Capítulo 1 Instalación de evacuación de aguas residuales	1
Capítulo 2 Fontanería de la instalación de evacuación de aguas residuales	9
Capítulo 3 Causas, efectos y control del fenómeno de sifonamiento	29
Capítulo 4 Diseño de la instalación de evacuación de aguas residuales	33
Capítulo 5 Plantas de bombeo de agua residual	42
Capítulo 6 Instalación de evacuación de aguas pluviales	52
Capítulo 7 Fontanería de la instalación de evacuación de aguas pluviales	57
Capítulo 8 Diseño de la instalación de evacuación de aguas pluviales	66
Capítulo 9 Disposición individual de aguas residuales	73
Capítulo 10 Conclusiones	89
Bibliografía	

## Introducción

La evacuación de las aguas residuales se remonta a las civilizaciones más antiguas. Los egipcios poseían ya mil quinientos años antes de nuestra era, alcantarillas que acarreaban las inmundicias de sus ciudades a terrenos cultivados. La limpieza de estas alcantarillas era efectuada por presos.

Las investigaciones realizadas entre las ruinas de las antiguas ciudades han demostrado que sus habitantes se habían preocupado por las cuestiones de higiene pública, y en particular, por conseguir el alejamiento rápido de los residuos que se consideraban nocivos para el hombre.

En 1848, entre las ruinas de Babilonia, encontró Layard restos de bastas alcantarillas, en las que las viviendas vertían sus aguas sucias por medio de ramales particulares

En Jerusalén, conductos especiales recibían las aguas sucias del templo y las transportaban a tanques, en los cuales se depositaban las materias en suspensión que luego eran extraídas para su venta. Las aguas clarificadas se utilizaban para el riego de los jardines circundantes; tenemos aquí un ejemplo de la depuración y aprovechamiento agrícola de las aguas residuales.

Son los romanos quienes principalmente se distinguieron en los trabajos de higiene pública. Roma tuvo pronto alcantarillas que conducían las inmundicias al río Tiber. Tarquino el Viejo hizo construir en el siglo VI a.C. la Cloaca Máxima, extensa alcantarilla abovedada de cinco metros de altura, cuatro de ancho y setecientos treinta y ocho metros de longitud. Fue completada, a medida que la ciudad crecía, con otras alcantarillas afluentes de sección más reducida (cloacas), en las que se empalmaban los conductos particulares de las viviendas, constituidos por tubos de alfarería o por canales cimentados.

Agripa, yerno de Augusto, encargó a una comisión especial la limpieza de las alcantarillas en general, y de la cloaca máxima en particular, estableciendo con este objeto un nuevo impuesto. En Roma, muchas casas estaban provistas de letrinas en comunicación con la alcantarilla. Los palacios de los emperadores y los edificios públicos, tenían letrinas públicas que eran sostenidas por medio de un impuesto denominado "or lustral". En Pompeya existían letrinas públicas enlazadas a una alcantarilla que llevaba todas las aguas residuales al mar.

En los países conquistados, los romanos construyeron alcantarillas que desaguaban en los ríos o pozos absorbentes. Se han hallado restos de alcantarillas romanas en Francia (Nimes, Arlés, Besancon, etc.). En España tenemos las de Astorga (León), que se conservan en casi su totalidad.

En la Edad Media, no había ni higiene pública ni higiene privada. El alcantarillado era casi desconocido; los excrementos se conservaban en fosas situadas bajo las viviendas, contaminando así el terreno y los ríos vecinos; la vía pública fue transformada en albañal y la limpieza del cuerpo tan importante en la antigüedad fue completamente descuidada. Nada de extraño, pues, que grandes



epidemias asolaran diversos países, en diferentes ocasiones, durante este periodo.

Hasta los tiempos modernos no se reanudó la construcción de alcantarillas; en Alemania, Hamburgo (1848) y Altona (1857), fueron las primeras poblaciones que tuvieron un sistema perfecto de alcantarillado; a estas siguieron Francfort de Main (1867), Dantzing (1869) y Berlín (1873).

En Inglaterra, donde muchas ciudades lo tuvieron antes que en Alemania, las cloacas desembocaban en los ríos, y como estos son en general poco caudalosos, la cantidad de inmundicias que se depositaba hacía inhabitables sus cercanías. Por ello, se prohibió verter las aguas residuales en los ríos y se dispusieron acequias de fertilización y riego, con que, al mismo tiempo que se alejaban aquéllas de la ciudad se empleaban para abonar los campos aprovechando de esta forma su valor fertilizante.

Estas reseñas históricas prueban que ha sido preciso, desde el origen de la humanidad, preocuparse por hacer desaparecer las causas de peligro que podían resultar de la aglomeración en un punto de un gran número de individuos.

## CAPITULO 1 INSTALACION DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

La instalación de evacuación de aguas residuales es el conjunto de tuberías, conexiones y accesorios, cuya finalidad es evacuar rápidamente las aguas ya empleadas e impedir el paso al interior de la edificación de los gases que se conducen en los tubos.

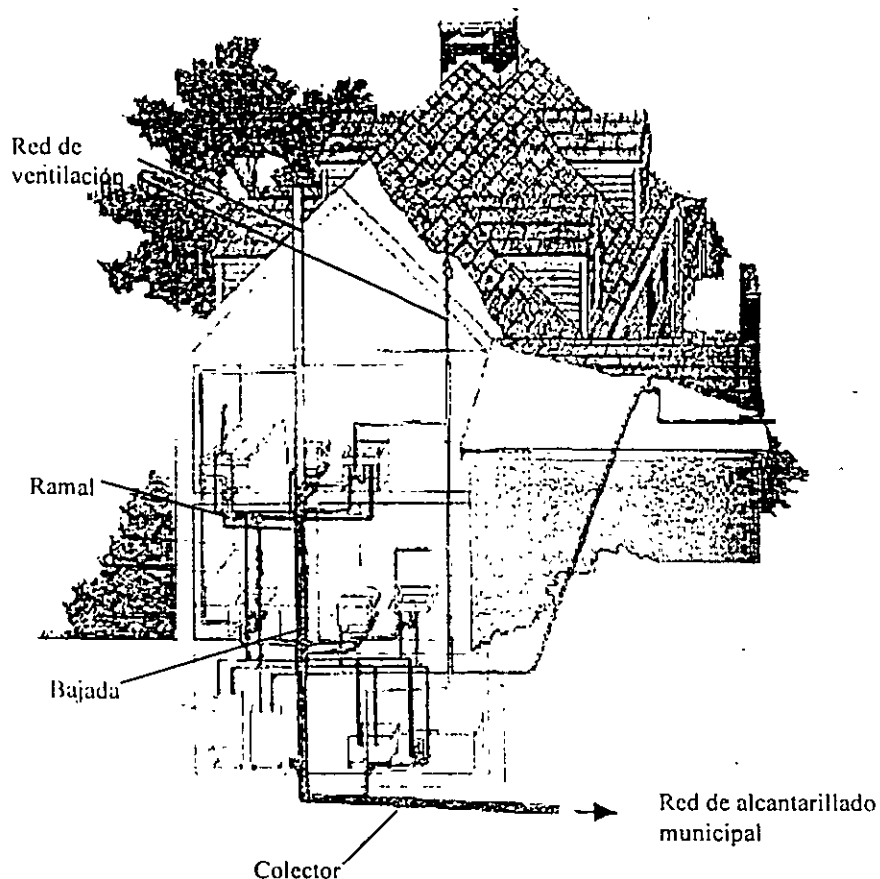


Figura 1.1. Instalación de evacuación de aguas residuales de una edificación.

Las aguas residuales generadas dentro de las edificaciones provienen del empleo del agua potable suministrada en:

1. La higiene personal con aguas frías o calientes que dan servicio a baños, lavabos, etcétera.
2. El lavado de ropa.
3. El lavado de los utensilios para preparar y consumir la comida.
4. El fregado de los suelos o la limpieza de los locales.
5. La alimentación de aguas a otras instalaciones del edificio como calefacción, aire acondicionado, etcétera.
6. La ayuda a la evacuación de desperdicios y basuras.

Las aguas residuales están formadas por la mezcla de dos tipos de aguas, que son:

- a) Las que provienen de inodoros y urinarios; éstas tienen un alto contenido de bacterias y arrastran un porcentaje elevado de materias sólidas y elementos orgánicos.
- b) Las que se denominan amarillas o grises, que provienen de los aparatos sanitarios exceptuando los inodoros y urinarios, éstas son aguas relativamente sucias y arrastran por lo general, muchos elementos en disolución, así como grasas, jabones, detergentes, etcétera.

Las aguas residuales son conducidas por gravedad y el diámetro de los tubos está en función del diámetro de salida de los muebles y aparatos sanitarios. Los materiales de las tuberías deben ser impermeables, resistir la acción corrosiva de las aguas que transportan y durables.

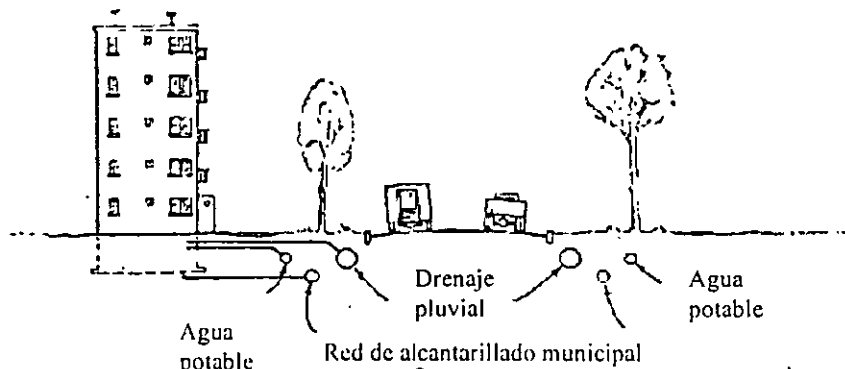
En este capítulo se describen las características generales de la instalación de evacuación de aguas residuales así como la reglamentación vigente en esta materia.

### 1.1. Red interior de evacuación de aguas residuales

La red de recolección de aguas residuales está constituida por dos partes principales:

- a) Instalación de evacuación de aguas residuales particular, o sea la red interior de evacuación.
- b) Instalación de evacuación de aguas residuales municipal, llamada también red de alcantarillado municipal.

La instalación municipal de evacuación de aguas residuales está formada por las conexiones al alcantarillado municipal, las atarjeas, los pozos de visita y las estructuras complementarias, como se observa en la Figura 1.2.



*Cambiar esta figura y poner la de Anastasio Guzmán modificada.*

Figura 1.2. Instalación municipal de evacuación de aguas residuales.

(Figura 1.3)

Una red de tuberías desaloja el agua residual de los muebles y aparatos sanitarios de la edificación y la conduce hasta un registro construido dentro de la propiedad, en el límite del predio con la calle, donde se une con la red de alcantarillado municipal mediante la conexión domiciliaria, que corresponde al organismo operador del sistema ~~construir, como se muestra en la Figura 1.3,~~ previa solicitud y pago de derechos del usuario.

construir

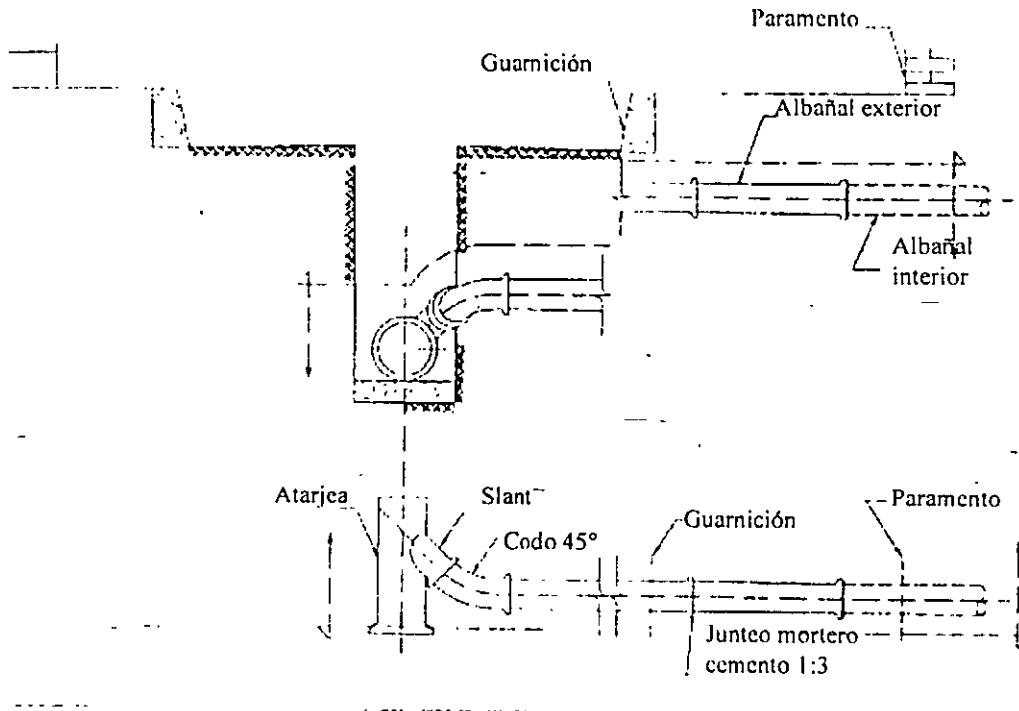
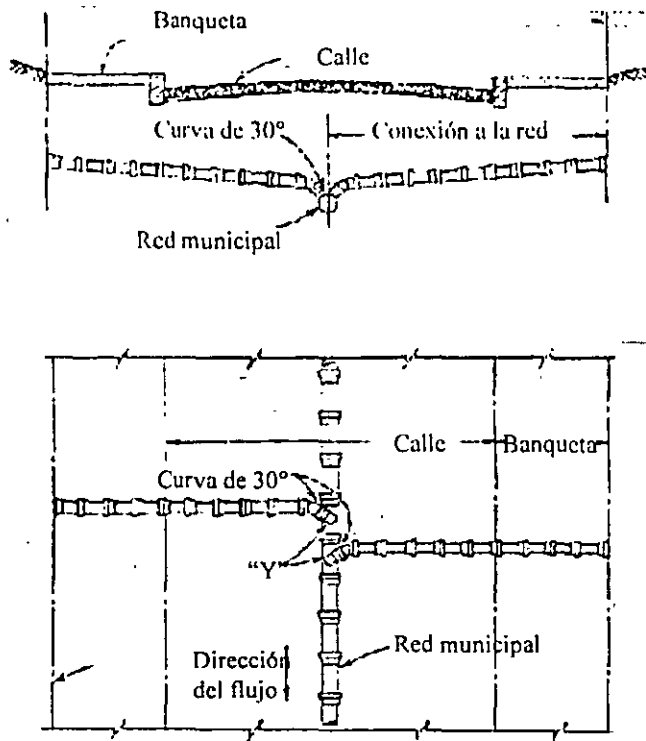


Figura 1.3. Conexión domiciliaria.

La conexión al alcantarillado municipal puede ser de dos tipos, dependiendo de su profundidad:

a) A profundidad normal (Figura 1.4.a).



b) En zanja profunda (Figura 1.4.b.).

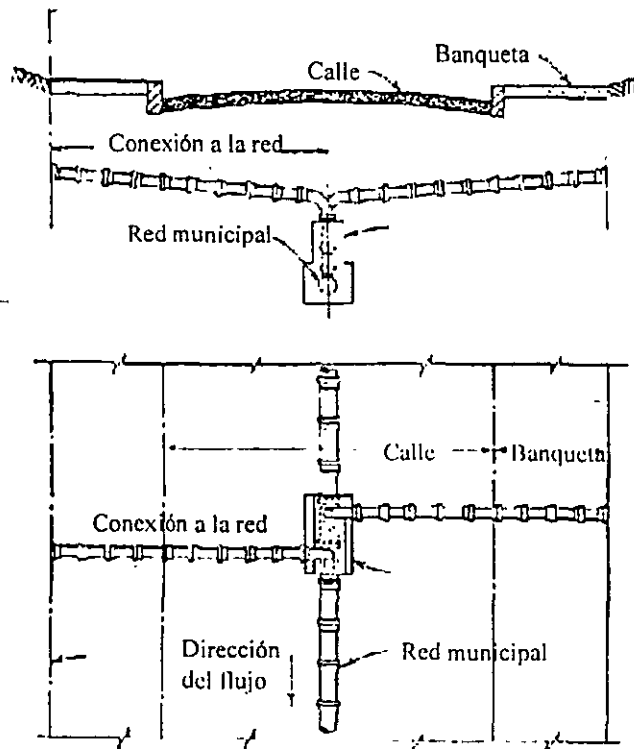


Figura 1.4. Conexión domiciliar a profundidad normal y zanja.

Como se muestra en la Figura 1.5, las tuberías de una red interior de evacuación de aguas residuales, ~~se clasifican~~ de acuerdo a su función, ~~en:~~ <sup>se denominan</sup> desagües, ramales o derivaciones, columnas o bajantes, albañales o colectores y sistema de ventilación.

Los desagües son los tubos que reciben la descarga de los muebles o aparatos sanitarios; su diámetro deberá ser igual al diámetro de salida del mueble, estandarizado por los fabricantes.

Los ramales o derivaciones son las tuberías horizontales que <sup>conducen</sup> ~~recogen~~ el agua de varios muebles de un mismo nivel de la edificación. Se recomienda que se instalen bajo la losa o bajo el piso o a un nivel inferior al de los aparatos sanitarios para que los desagües tengan la pendiente adecuada.

Las columnas o bajantes son las tuberías que <sup>conducen</sup> ~~transportan~~ las aguas residuales hasta la planta baja de la edificación. Se fijan a los muros con soportes atornillados a las losas.

Los albañales o colectores son las tuberías horizontales instaladas en la planta baja, que reciben las aguas residuales de las columnas o bajantes y las conducen hasta un albañal principal que transporta el gasto total hasta la red de atarjeas del alcantarillado municipal. En donde concurren dos o más albañales, en los cambios de dirección y entre tramos rectos de no más de diez metros de albañal, deberá construirse un registro, que es una estructura con tapa hermética, cuya función es permitir la inspección del albañal.

El sistema de ventilación son las tuberías o red de tuberías, que se conectan con el sistema de evacuación de aguas residuales para impedir que los malos olores puedan entrar en la edificación y para asegurar que la instalación trabajará a gravedad, evitando los problemas de sifonamiento que se estudiarán en el Capítulo 3.

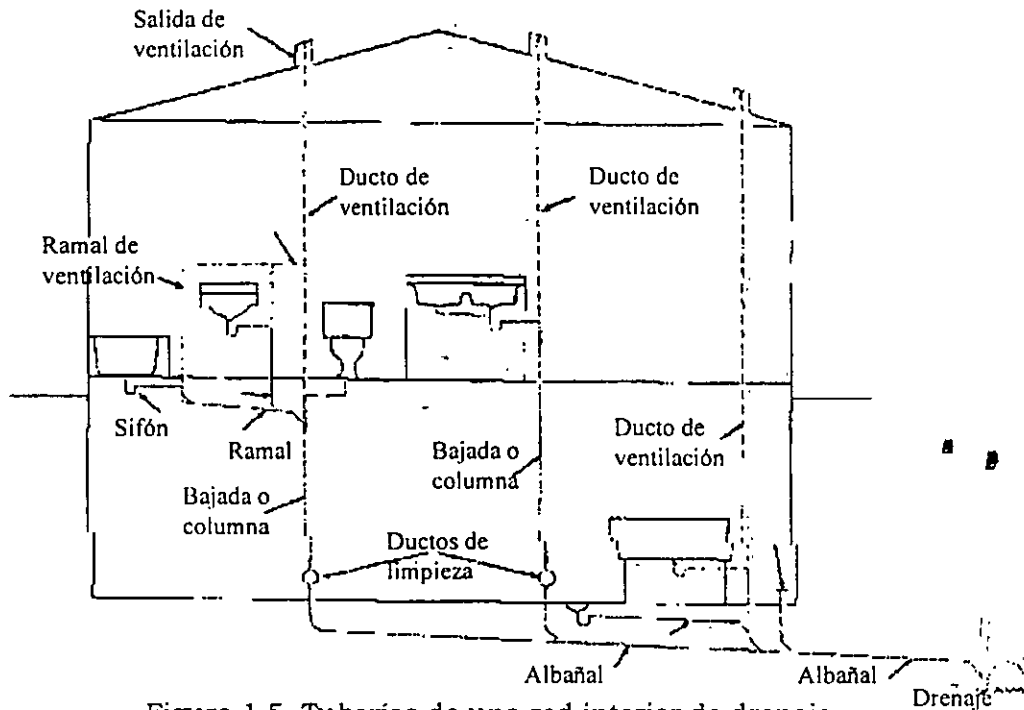


Figura 1.5. Tuberías de una red interior de drenaje.

## 1.2. Reglamentación relativa a las instalaciones particulares de evacuación de aguas residuales

El Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios (RISRE), publicado en el Diario Oficial del 20 de mayo de 1964, establece las normas técnicas y legales para el diseño de instalaciones hidráulicas, de drenaje y de ventilación. En virtud del tiempo que ha transcurrido desde su expedición sin haberse efectuado ninguna modificación y actualización, los aspectos relativos a la tramitación de las construcciones no corresponden a circunstancias actuales; sin embargo, los aspectos técnicos siguen siendo válidos, como se verá más adelante.

Además debe tenerse presente que, dependiendo de la ubicación del proyecto, deberán consultarse los reglamentos locales vigentes. En el Distrito Federal, existen el Reglamento de Agua y Drenaje para el D.F. (RADDF) y el Reglamento de Construcciones para el D.F. (RCDF), que incluye las Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje<sup>1</sup>.

Adicionalmente y por requerimientos especiales, algunos organismos han elaborado sus propias especificaciones que deben cumplirse en sus proyectos, como las Normas del IMSS<sup>2</sup>.

Debido a la necesidad que se tiene de hacer un uso eficiente del agua potable, se han efectuado innovaciones importantes en el diseño de los muebles y

<sup>1</sup> Publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 27 de Febrero de 1995.

<sup>2</sup> Normas de Proyecto de Ingeniería. IMSS. Tomo II. Instalaciones hidráulica, sanitaria y gases medicinales. Ed. 1993.

aparatos, que están contenidas en el RCDF, y que obedecen a la publicación de Normas Oficiales Mexicanas en esta materia, como es el caso de la NOM-001-Edif-1994 que establece las especificaciones y métodos de prueba para los inodoros de uso sanitario.

A continuación se resumen las principales disposiciones de estos reglamentos.

### 1.2.1. Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios

X Eliminar

Artículo	Sinopsis
X 26	Pendiente mínima en las azoteas del 1.5%.
X 27	Por cada 100 m <sup>2</sup> de azotea o proyección horizontal se instalará un conducto para la recolección y conducción de las aguas pluviales, de 75 mm de diámetro o uno de área equivalente.
X 31	Los patios pavimentados tendrán una pendiente mínima del 1% hacia coladeras con obturador hidráulico.
62	En todo edificio habrá por lo menos un excusado. Cuando haya más de 10 habitantes se instalará un excusado por cada 10 habitantes o fracción que no llegue a este número.
63	Si se cuenta con un cuarto destinado a baño se instalará por lo menos: regadera, lavabo y excusado.
68	Todo WC al instalarse deberá de quedar provisto de un tubo ventilador.
69	Los mingitorios estarán provistos de desagüe con sifón de obturación hidráulica y ventilación individual o en serie.
70	El desagüe de tinas, regaderas, bidés y lavadoras de ropa contará con un obturador hidráulico tipo bote. Los lavabos y <u>vertedores</u> tendrán un sifón con obturación hidráulica y ventilación individual o en serie. <span style="float: right;">vertedores</span>
71	Los fregaderos de cocina de viviendas tendrán sifón con sello hidráulico, con registro para limpieza y un diámetro no menor de 38 mm.
75	Los tubos utilizados para albañales serán de 15 cm de diámetro interior como mínimo.
79	Los tubos para desagüe no serán menores de 32 mm, ni inferior al diámetro de salida de cada mueble sanitario. Para diámetros hasta 76 mm la pendiente mínima será del 2%, y para diámetros mayores del 1.5%.
81	Los cambios de dirección de albañales y ramales tendrán una deflexión máxima de 45°.
83	Los albañales tendrán una pendiente mínima del 1.5%.
84	Para la limpieza de los albañales se construirán registros a cada 10 m en tramos rectos, así como en el límite del predio y la vía pública.
85	El tamaño de los registros de acuerdo a su profundidad será: Para profundidad hasta un metro           40 x 60 cm Para profundidad hasta dos metros       50 x 70 cm Para profundidad de más de dos metros   60 x 80 cm Las cubiertas no serán menores de       40 x 60 cm
97	Los tubos de ventilación no serán menores de 5 cm



### 1.2.2. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal

Artículo	Sinopsis
154	Los excusados desaguarán 6 litros por descarga; las regaderas y los mingitorios tendrán una descarga máxima de 10 litros por minuto; y los lavabos, tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tendrán llaves que no consuman más de 10 litros por minuto.
157	Los desagües tendrán un diámetro no menor de 32 mm, ni inferior al de salida de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima del 2%.
159	Los albañales serán de 15 cm de diámetro interior como mínimo y su pendiente mínima será del 2%.
160	Se construirán registros en tramos rectos del albañal a distancias no mayores de 10 m, y también en los cambios de dirección. Los registros serán de 40 x 60 cm, para profundidades hasta un metro; de 50 x 70 cm, entre uno y dos metros de profundidad y de 60 x 80 cm, para profundidades mayores de dos metros.

### 1.2.3. Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje

Inciso	Sinopsis
3.2.1.	Cuando en la edificación la población de proyecto sea hasta de 1000 habitantes los gastos de agua residual se calcularán con el método de las unidades mueble de gasto; para poblaciones mayores se utilizará el método de Harmon.
3.2.3.	Las tuberías que sólo conduzcan aguas pluviales se diseñarán a tubo lleno; y las que sólo conduzcan aguas residuales se diseñarán a ½ tubo o 2/3 partes como máximo de su capacidad.
3.2.3.1.	La velocidad mínima permisible es de 0.60 m/s y la máxima es de 3.0 m/s.
3.2.4.	Cuando sea necesario bombear las aguas residuales, se empleará un equipo del tipo dúplex (una bomba funcionando y otra de respaldo), del tipo inatascable cuya capacidad deberá cubrir el 100% del gasto de diseño y de la carga dinámica a vencer.
3.4.	Los albañales serán de 15 cm de diámetro como mínimo.
3.4.4.1.	Los albañales deberán tener registros a cada 10 metros de longitud de tramo recto y en los cambios de dirección. Los registros serán de 40 x 60 cm hasta un metro de profundidad; de 50 x 70 cm para profundidades entre uno y dos metros; y de 60 x 80 para profundidades mayores de dos metros.

### **CAPITULO 3**

## **CAUSAS, EFECTOS Y CONTROL DEL FENÓMENO DE SIFONAMIENTO**

El sifonamiento es el fenómeno ocasionado por una diferencia entre la presión existente en el interior de la tubería y la presión atmosférica, que podría provocar la pérdida del cierre hidráulico del sifón en algún mueble o aparato de la instalación sanitaria.

Para controlar los fenómenos de sifonamiento la instalación debe contar con una red de ventilación que impida que se produzcan en los sifones sobrepresiones o subpresiones.

### **3.1. Fenómenos que se presentan en la instalación sanitaria**

Los problemas más comunes que podrían provocar que el cierre hidráulico se perdiera en la instalación sanitaria son:

- a) Sifonamiento por compresión.
  - b) Sifonamiento por aspiración.
  - c) Autosifonamiento.
  - d) Evaporación.
  - e) Capilaridad.
- a) El sifonamiento por compresión, conocido también como circulación inversa de aire, ilustrado en la Figura 3.1, se produce cuando se descarga agua de algún mueble localizado en un piso alto de la edificación, circunstancia que propicia la formación de un pistón hidráulico que comprime al aire que se encuentra en los tramos de tubería de los pisos inferiores. Esto da lugar a que, en los muebles situados más abajo del que descargó, se produzca una presión mayor a la atmosférica, que pudiera llegar a empujar el agua del sifón al interior del aparato, perdiendo el cierre hidráulico, que ocasionaría la presencia de olores en el interior del cuarto de baño.

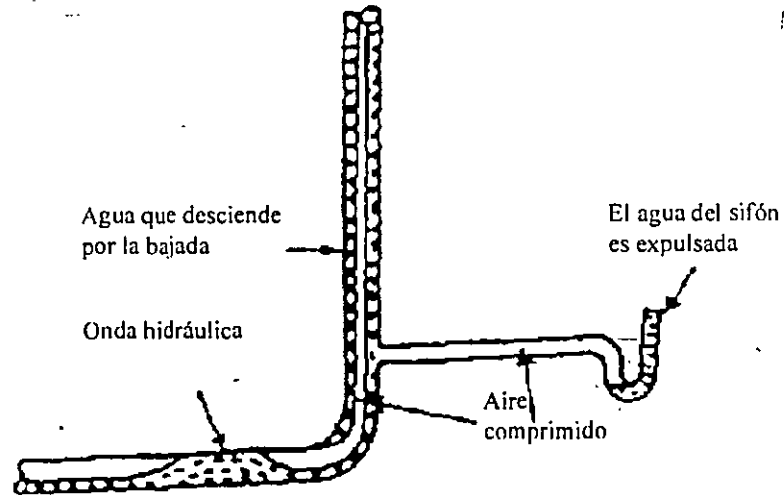


Figura 3.1. Sifonamiento por compresión.

- b) El sifonamiento por aspiración, conocido también como sifonaje inducido, ilustrado en la Figura 3.2, ocurre cuando se descarga un mueble de un piso inferior de la edificación, circunstancia que propicia la formación de un pistón hidráulico que tiende a succionar el aire que queda en los tubos de los pisos superiores, dando lugar a que en los muebles situados más arriba se produzca una presión menor a la atmosférica, que podría succionar el agua del sifón perdiendo así el cierre hidráulico.

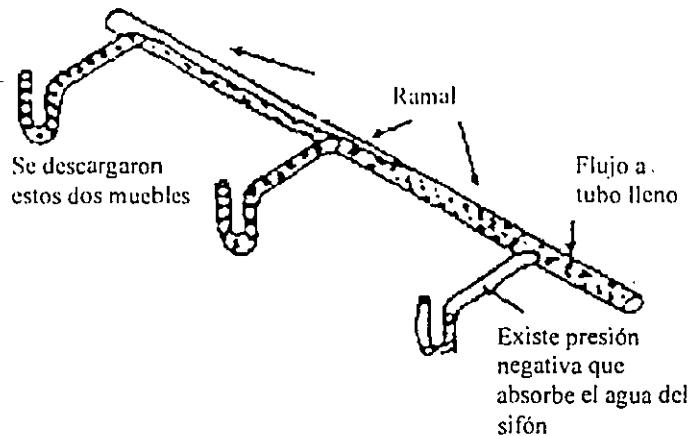


Figura 3.2. Sifonamiento por aspiración.

- c) El autosifonamiento mostrado en la Figura 3.3 es provocado cuando el agua descargada en el ramal horizontal fluye a tubo lleno y evita que se forme una presión positiva en el lado de la tubería, situación que dura hasta que se ha vaciado totalmente el sifón.

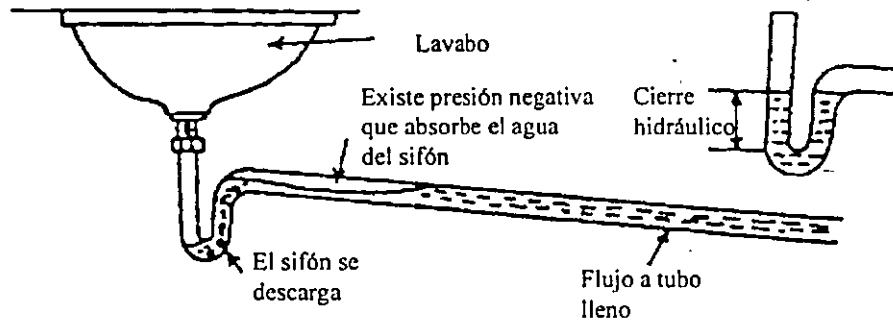


Figura 3.3 Autosifonamiento.

- d) La evaporación es una de las causas de la ineficacia de los sifones. Se convierte en un problema cuando no se usan los muebles y aparatos por mucho tiempo, por lo que no circula el agua por tuberías y sifones. Se puede considerar de modo aproximado que es suficiente un mes para que en un sifón tipo P o S inactivo se evaporen  $5 \text{ cm}^3$  de agua, dos meses si es tipo botella y cuatro para los demás.
- e) El sifón no funciona como cierre hidráulico cuando existen materias filamentosas absorbentes que quedan casualmente montadas al dorso de la curva interna del sifón, las cuales por capilaridad absorben y descargan el agua del sifón. Este fenómeno se muestra en la Figura 3.4.

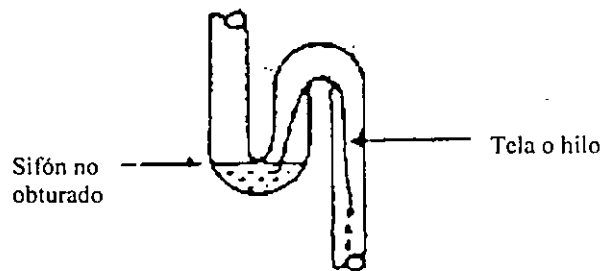


Figura 3.4. Capilaridad en sifones.

### 3.2. Medidas o métodos para evitar los fenómenos de sifonamiento

Para controlar los fenómenos antes mencionados la instalación de evacuación de aguas residuales debe contar con una adecuada red de ventilación. La red de ventilación está formada por una serie de tuberías que acometen a la red de evacuación cerca de los sifones, estableciendo una comunicación con el aire exterior. Constan de derivaciones que salen de los aparatos y se enlazan a las columnas de ventilación; es importante esta red ya que si es insuficiente, provoca la comunicación del aire interior de las tuberías de evacuación con el interior de los locales sanitarios, con el consiguiente olor fétido y contaminación del aire.

Las derivaciones deben tener una pendiente contraria a la dirección del flujo de agua, tal que permita escurrir el agua que pudiera condensarse en los tubos ventiladores y descargar en los tubos de desagüe. Las columnas deben ser del mismo diámetro en toda la altura. En su extremo inferior se enlazan con los colectores de la red de evacuación para eliminar el agua proveniente de la condensación. En la parte alta se unen con las columnas de descarga por arriba del aparato más alto, o bien se prolongan hasta atravesar la azotea y salir al exterior.

Si se trata de un edificio muy alto, los enlaces de la columna de ventilación y de la descarga no deben limitarse al inferior y al superior sino que deben hacerse otros intermedios, pues al descargar los aparatos en columnas altas, se producen, en distintas cotas de la columna, diversos casos de sobrepresión o depresión y los enlaces restablecen el equilibrio.

Hay dos tipos de sistemas de ventilación:

- a) Simple o individual.
- b) Colectiva.

El sistema de ventilación simple consiste en que cada sifón se ventila directamente. Es muy satisfactorio y resulta eficaz, tanto para el sifonamiento por compresión como para el autosifonamiento.

El sistema de ventilación colectiva sólo puede instalarse donde hay varios aparatos en serie, enlazándose cada colector de derivación por su extremo con la columna de derivación. El sistema puede resultar inútil contra el autosifonamiento si la derivación de descarga de un aparato es muy larga y de poca sección.

Cuando no existe una adecuada red de ventilación, los sifones pueden producir ruidos, ya que por las aspiraciones producen una especie de ronquido y las compresiones originan gorgoteos. Aunque también se pueden deber a una velocidad excesiva en la corriente de los residuos.

## CAPITULO 2 FONTANERIA DE LA INSTALACION DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

En el presente capítulo se <sup>describen</sup> describirán los diferentes tipos de tuberías, es decir, los materiales de que están fabricados los tubos y sus sistemas de unión, para la construcción de la instalación de evacuación de aguas residuales.

El ingeniero proyectista es el responsable de seleccionar y especificar la tubería más adecuada, piezas especiales y sistemas de unión para usarse en algún proyecto dado. Para hacer esta selección es importante considerar las siguientes características de las tuberías y piezas especiales s:

1. Resistencia a la corrosión <sup>(como)</sup> ~~de la tubería y piezas especiales~~, <sup>que</sup> Esta es una medida de su habilidad para resistir tanto los efectos corrosivos internos del fluido al pasar por la tubería, ~~o~~ los efectos de las condiciones ambientales sobre su exterior. La corrosión puede reducirse o eliminarse con la aplicación de un revestimiento adecuado, encamisado, impermeabilizado o protección catódica.
2. Costo total instalado, que incluye el costo de la tubería y piezas especiales, realización del junteo, manejo y costo del sistema de soporte de las tuberías.
3. Resistencia física ~~de la tubería y piezas especiales~~, que es la habilidad, para soportar la presión interna del líquido y el daño físico externo que puede ocurrir, ya sea durante la instalación o después de haber sido puesta en servicio.

De acuerdo con Woodson<sup>3</sup> entre los materiales recomendables están: aluminio, bronce, fierro fundido, cobre, acero galvanizado, plomo, policloruro de vinilo (PVC). Por su parte, en el RCDF se establece que las tuberías de desagüe deberán ser de fierro fundido, acero galvanizado, cobre, policloruro de vinilo o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes; además, en las NTC se establece que los materiales permitidos son: concreto simple o reforzado, policloruro de vinilo, fierro fundido, acero, asbesto cemento u otro material, siempre que asegure el correcto funcionamiento de las redes hidráulicas y que cumpla con las normas ecológicas y con las demás normas en la materia vigentes en el país.

Al seleccionar el material de la tubería hay que considerar las condiciones a las que estará sujeto como: clima, suelo, tipo de aguas residuales, posibles esfuerzos mecánicos, etcétera.

A continuación se describen los diferentes tubos y sus sistemas de unión.

<sup>3</sup> R. Dodge Woodson, National Plumbing Codes Handbook, McGraw Hill, Inc. 1993.

## 2.1. Tuberías de fierro fundido

El fierro fundido fundamentalmente proviene del hierro, el cual es sometido a un proceso de fundición. En este proceso se obtiene un hierro con un contenido de carbono del 0.05%, y que se puede considerar como un acero muy maleable.

Es muy utilizado en las instalaciones sanitarias, debido a las siguientes características:

1. Por su rigidez, la instalación tiene una alta resistencia a golpes.
2. No se afecta, ni su estructura interna, ni su composición química, cuando se le somete a temperaturas considerablemente altas.
3. Se acopla perfectamente, ya sea por uniones espiga campana o con juntas de neopreno y abrazaderas de acero inoxidable.

Entre las desventajas del fierro fundido están:

1. Alto costo (al compararlo con el del PVC), que en varias ocasiones lo hace antieconómico.
2. Posee un peso lineal alto, que se refleja en **robustos soportes**, en el caso de que la instalación sea del tipo "aéreo".

Hasta hace algunos años las conexiones de la tubería de fierro fundido, con uniones espiga campana, se realizaban mediante una técnica de plomería tradicional llamada calafateo, que consiste en sellar con estopa y brea la junta entre dos tubos de fierro fundido y cubrirla con plomo fundido, como se muestra en la Figura 2.1.

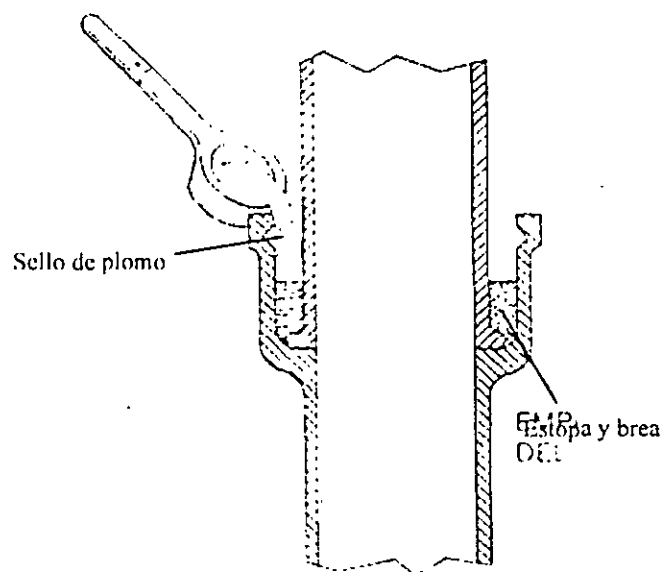


Figura 2.1. Sistema de unión de tubos de fierro fundido.

Cuadro 2.1. Características de tubos de fierro fundido con campana

Diámetro nominal mm pulg	Diámetro interior de campana mm pulg	Espesor cuerpo de campana mm pulg	Longitud de traslape mm pulg	Longitud aprovechable tubo de 1.52 m mm pulg	Longitud aprovechable tubo de 3.05 m mm pulg	Diámetro exterior del barril mm pulg	Espesor del barril (min) mm Pulg	Peso aproximado kg 1.52 m 3.05 m
51 2	75 2 15/16	3 1/8	64 2 1/2	1524 60	- -	58 2 1/4	4 11/64	9.078 -
102 4	125 4 15/16	4 5/32	76 3	1524 60	3048 120	108 4 1/4	5 3/16	18.157 34.044
152 6	176 6 15/16	5 3/16	76 3	1524 60	3048 120	159 6 1/4	5 3/16	29.505 56.286
203 8	235 9 3/8	5 3/16	89 3 1/2	1524 60	3048 120	213 8 3/8	6 15/64	45.392 83.975
254 10	289 11 3/8	7 9/32	89 3 1/2	1524 60	3048 120	267 10 1/2	7 9/32	65.818 122.588

Actualmente se dispone de un nuevo sistema para la unión de los tubos y conexiones, llamado "acoplamiento rápido de fierro fundido". *sin comillas, cursivas*

Esta unión se realiza mediante un cople especial, que permite reducir el tiempo requerido para instalar la tubería tradicional, hacer las instalaciones más compactas, flexibles, silenciosas y económicas.

Los tubos y las conexiones de este nuevo sistema carecen del extremo campana; todos sus extremos terminan en forma de espiga.

Estos extremos de espiga se unen por medio de un cople ensamblado de dos componentes: una junta de neopreno y una coraza de dos cinchos, denominada abrazadera de acero inoxidable. Este tipo de unión se describe en la Figura 2.2.

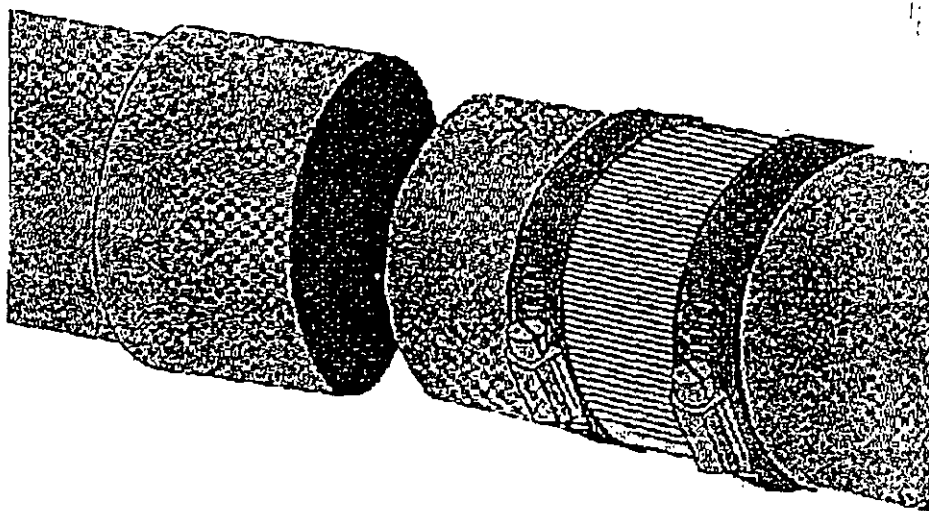


Figura 2.2.a. Colocar la junta de neopreno en una de las espigas a unir y deslizar la abrazadera de acero inoxidable sobre la otra espiga.



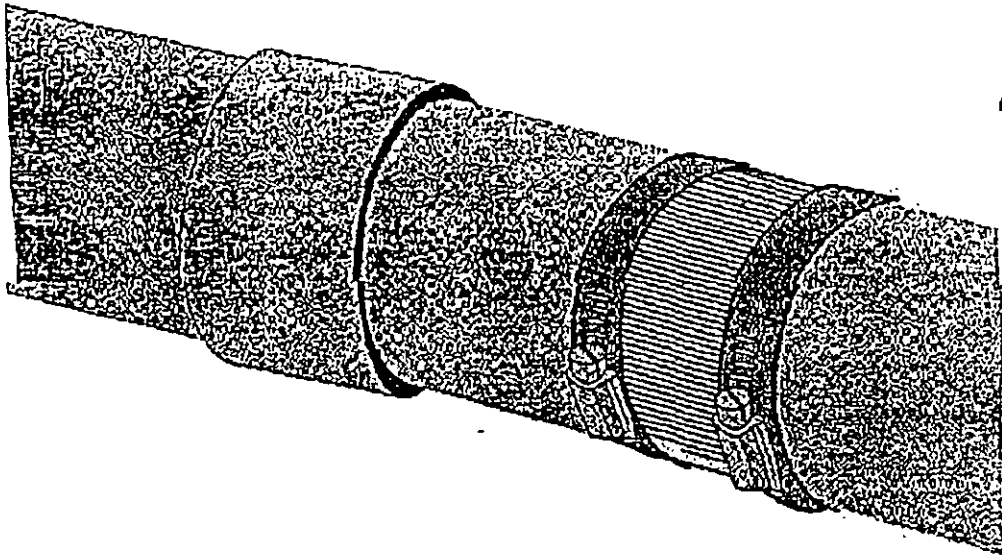


Figura 2.2.b. Insertar la espiga que tiene la abrazadera dentro de la junta de neopreno colocada en la otra espiga.

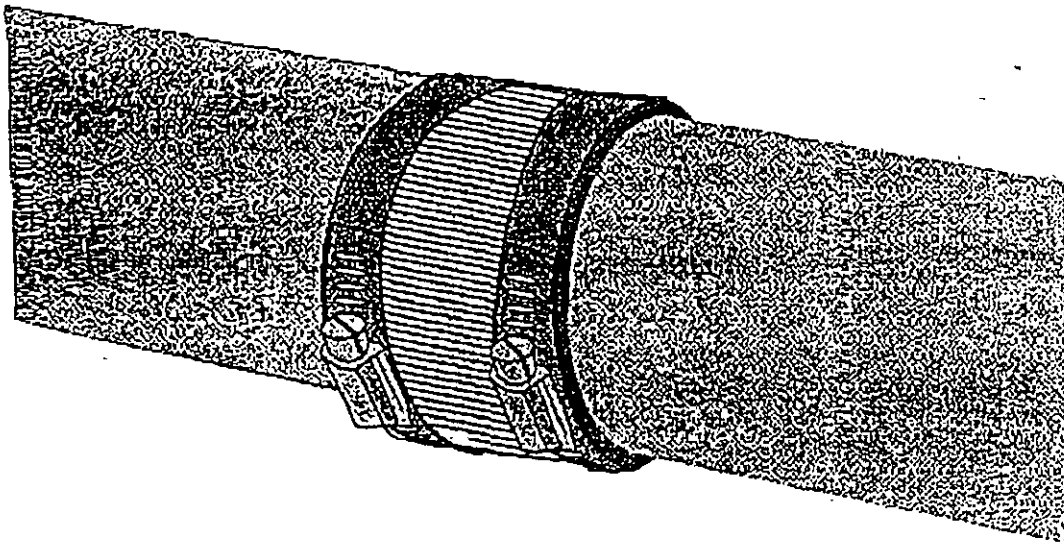


Figura 2.2.c. Deslizar la abrazadera sobre la junta de neopreno y apretar en forma alternada los tornillos sin fin (60 lb-pulg).

Figura 2.2. Tubería de acoplamiento rápido.

Cuadro 2.2. Características de los tubos de fierro fundido de acoplamiento rápido

Diámetro nominal mm pulg	Diámetro interior mm pulg	Espesor nominal mm pulg	Longitud aprovechable 1.52 m mm pulg	Longitud aprovechable 3.05 m mm pulg	Peso aproximado kg 1.52 m 3.05 m
51 2	51 2	60 3.35	1524 60	- -	7.491 -
102 4	102 4	111 4.38	1524 60	3048 120	16.798 33.595
152 6	151 5.9	160 6.30	1524 60	3048 120	26.796 53.572

## 2.2. Tuberías de PVC

El policloruro de vinilo (PVC) es un material plástico sintético, creado y producido por el hombre, clasificado dentro de los termoplásticos, materiales que arriba de cierta temperatura (70°C para el PVC) se convierten en una masa moldeable, a la que se le puede dar la forma deseada, y por debajo de esa temperatura se convierten en sólidos.

Entre los sistemas de acoplamiento que se han desarrollado para unir entre sí tubos de PVC destacan el cementado y el acoplamiento espiga campana con anillo de neopreno; este último tiene una mayor aplicación, debido a la rapidez y facilidad con la que se efectúa la operación y también porque funciona como junta de dilatación.

Las ventajas más importantes del uso de tuberías de PVC son:

1. Ligereza. El peso de un tubo de PVC es aproximadamente la mitad de un tubo de aluminio, y alrededor de una quinta parte de un tubo de acero galvanizado, de las mismas dimensiones.
2. Flexibilidad. Su mayor elasticidad con respecto a las tuberías tradicionales, representa una mayor flexibilidad, lo cual permite un comportamiento mejor frente a éstas.
3. Paredes lisas. Con respecto a las tuberías tradicionales, esta característica representa un mayor caudal transportable a igual diámetro, debido a su bajo coeficiente de fricción; además, la sección de paso se mantiene constante a través del tiempo, ya que la lisura de su pared no propicia incrustaciones, ni tuberculizaciones.
4. Resistencia a la corrosión. Las tuberías de PVC son inmunes a los tipos de corrosión que normalmente afectan a los sistemas de tuberías para drenaje. Puesto que el PVC es un material no conductor, no se producen efectos electroquímicos en la instalación. En consecuencia, las tuberías de PVC no requieren recubrimientos, ni forros.
5. Resistencia química. Debido a su gran resistencia a la corrosión y a productos químicos, son recomendadas para instalaciones enterradas,

conducción de aguas residuales y productos industriales. En cuanto a sus propiedades químicas el PVC es imputrescible, insensible a numerosos agentes químicos, ácidos, bases, sales, salvo al ácido nítrico y al acético concentrados, así como al bromo. Se debe evitar su contacto con: aldehídos, éteres, gas de petróleo y bencina.

6. Atóxicas. Además de no ser tóxicas, tampoco alteran el olor ni el sabor del agua, por lo que son apropiadas para la conducción de agua potable y otros productos alimenticios.

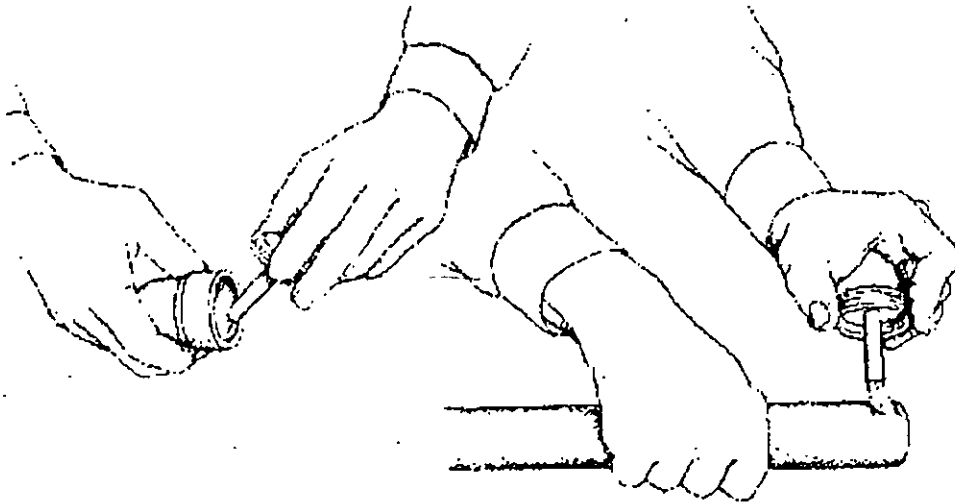
Las limitaciones de las tuberías de PVC son:

1. A temperaturas inferiores a 0°C el PVC reduce su resistencia al impacto.
2. La tubería de PVC no debe quedar expuesta por periodos prolongados a los rayos del sol, porque estos pueden afectar ciertas propiedades mecánicas de la tubería.
3. Las tuberías de PVC fácilmente pueden sufrir raspaduras.

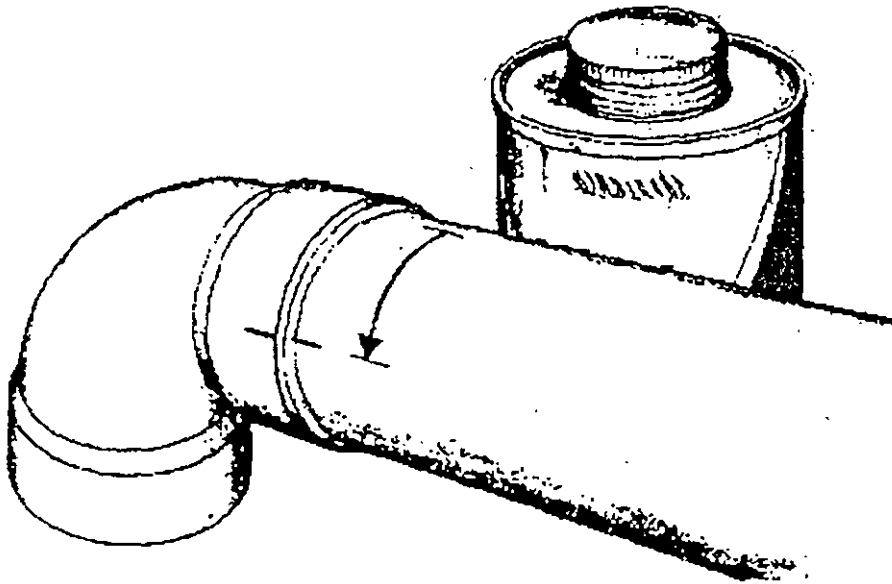
### Uniones de tubos de PVC

#### Unión espiga campana con anillo de neopreno

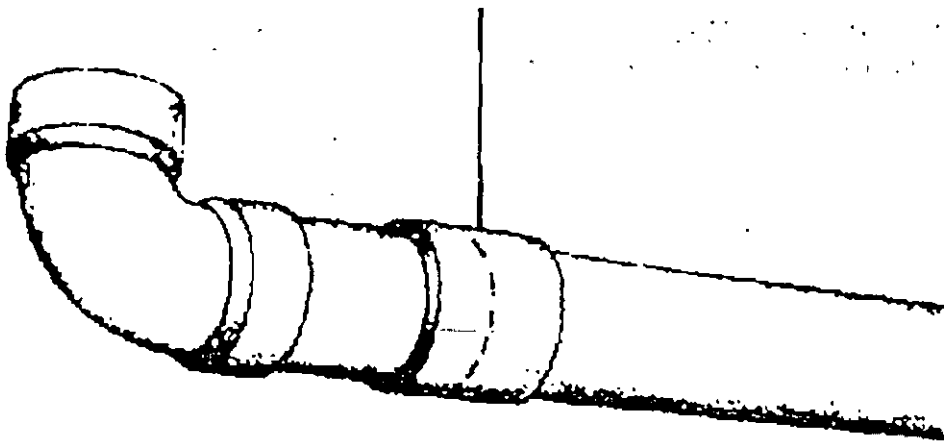
El anillo de empaque se introduce en la ranura del cople, la cual debe limpiarse previamente.



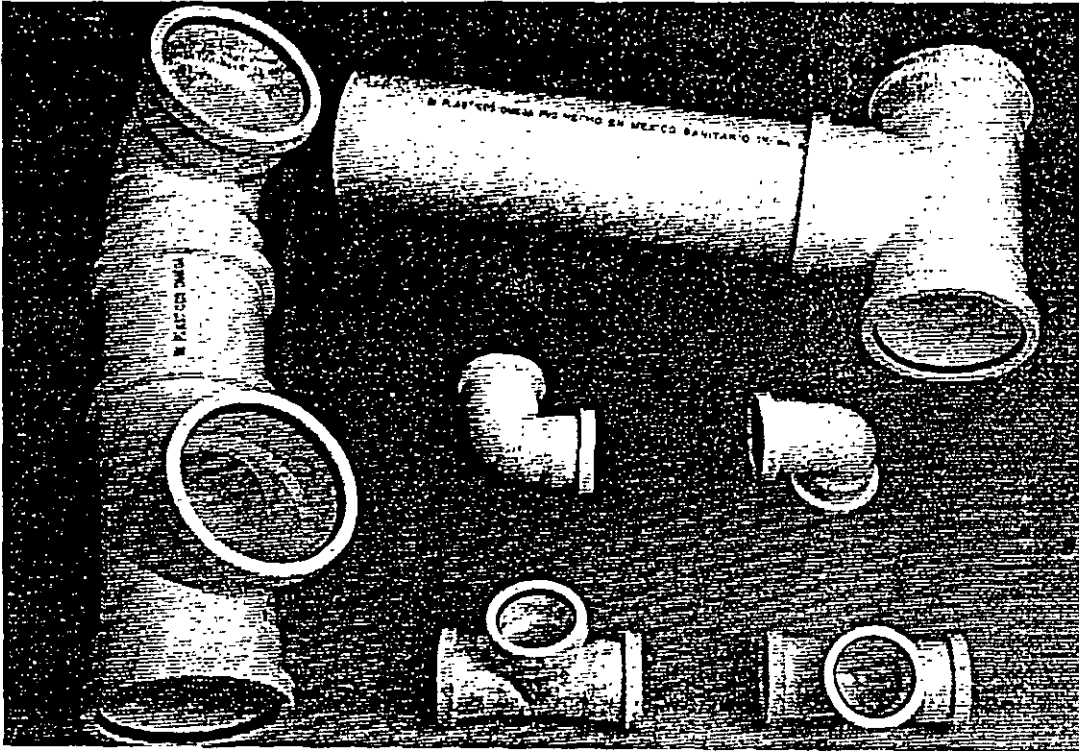
Sobre el extremo del tubo que se introduce al cople se aplica un lubricante, el cual proporciona una rápida y segura inserción del tubo. En caso de no contar con lubricante se puede utilizar jabón de lejía disuelto en agua. No debe usarse detergente en lugar de jabón.



Se introduce el tubo al cople con un movimiento giratorio.



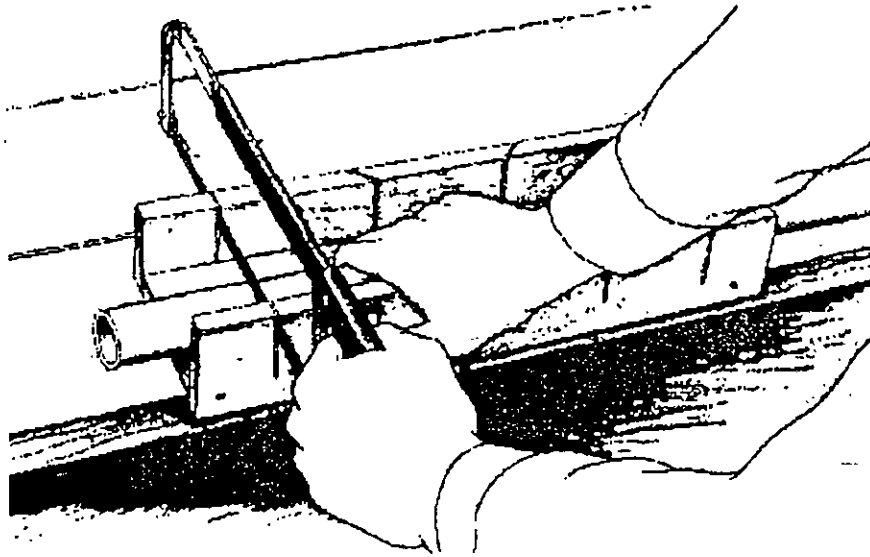
El tubo sólo debe introducirse hasta donde se encuentre marcado en el extremo por el fabricante. En caso de cortar el tubo en obra, es necesario limar el tubo para obtener un challán. En este caso se debe cuidar no introducir el tubo hasta el tope del cople, sino hasta las dos terceras partes.



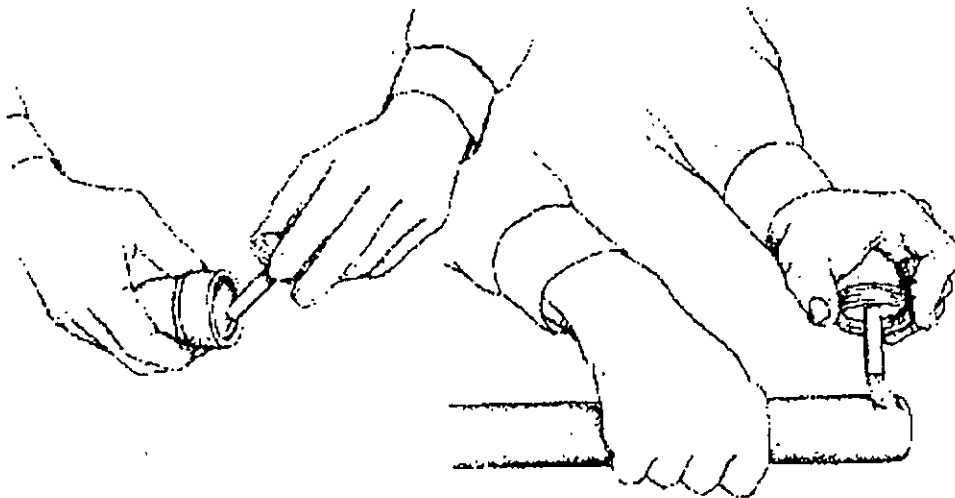
Piezas especiales de la tubería de PVC con unión espiga-campana

Figura.2.3. Unión espiga campana.

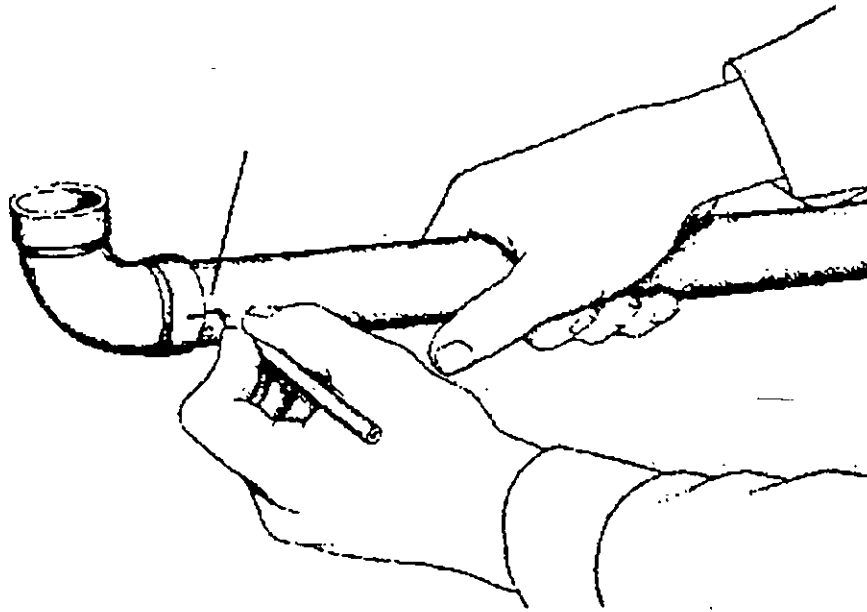
## Unión cementada



Se corta la tubería con una segueta. Debe procurarse que el corte sea recto para evitar que entre el tubo y el tope que tiene la conexión, se forme una ranura donde podrían acumularse impurezas. Se quita la rebaba formando un pequeño chaflán usando una lija, lima o algún instrumento cortante. Los extremos de los tubos, así como la parte interior de la conexión deben limpiarse con sumo cuidado, empleando un paño limpio o papel absorbente. Una vez preparada la superficie a cementar debe cuidarse que no se contamine con sustancias grasosas o húmedas.



Se aplica el cementante con una brocha de cerdas naturales, tanto en el extremo del tubo como en el interior de la conexión.



Se inserta el tubo hasta el tope de la conexión sin dar vuelta, se limpia el exceso del cementante. La unión no debe sufrir ningún esfuerzo por un lapso de cinco minutos aproximadamente. La máxima dureza de la conexión se logra aproximadamente a las cuarenta horas de realizada la unión.

Figura 2.4. Unión cementada.

Cuadro 2.3. Características de tubos de PVC

Tubo hidráulico de PVC serie métrica

Diámetro nominal mm	Diámetro exterior mm	Espesores promedio (e) y diámetros interiores promedio (d) en mm									
		Clase 5		Clase 7		Clase 10		Clase 14		Clase 20	
		e	d	e	d	e	d	E	d	e	d
50	50					2.0	46.1	2.6	44.9	3.7	42.7
63	63			1.7	59.7	2.4	58.3	3.3	56.5	4.5	54.1
80	80	1.7	76.8	2.2	75.8	3.1	74.0	4.1	72.0	5.8	68.6
100	100	2.0	96.2	2.7	94.8	3.8	92.6	5.2	89.8	7.2	85.8
160	160	3.1	154.0	4.2	151.8	5.9	148.4	8.1	144.0	11.4	137.4
200	200	3.8	192.6	5.3	189.6	7.4	185.4	10.1	180.0	14.1	172.0
250	250	4.7	240.9	6.5	237.3	9.2	231.9	12.6	225.1	17.7	214.9
315	315	6.0	303.3	8.2	298.9	11.6	292.1	15.9	283.5	22.3	270.7
355	355	6.6	342.4	9.3	337.0	12.9	329.8	17.9	319.8	25.0	305.6
400	400	7.5	385.6	10.4	379.8	14.6	371.4	20.1	360.4	28.1	344.4
450	450	8.4	433.9	11.7	427.3	16.4	417.9	22.6	405.5	31.6	387.5
500	500	9.4	482.0	12.9	475.0	18.2	464.4	25.1	450.6	35.1	430.6
630	630	11.7	607.4	16.3	598.4	22.9	585.2	31.6	567.8	44.1	542.8

El número de clase corresponde a la presión máxima de trabajo en kg/cm<sup>2</sup>.  
Los tubos se fabrican en tramos con largo útil de 6 m, con uno de sus extremos acampanados.

*Estos cuadros no corresponden. Debe usarse PVC sanitario*

Tubo hidráulico de PVC serie inglesa

Diámetro nominal mm	Diámetro exterior promedio mm	Espesores promedio (e) y diámetros interiores promedio (d) en mm							
		RD-41		RD-32.5		RD-26		RD-13.5	
		e	d	e	d	E	D	e	d
13	21.3							1.9	17.5
19	26.7							2.3	22.1
25	33.4					1.8	29.8	2.8	27.8
32	42.2					1.9	38.4	3.4	35.4
38	48.3			1.8	44.7	2.2	43.9	3.9	40.5
50	60.3	1.8	56.7	2.2	55.9	2.5	55.1	4.8	50.7
60	73.0	2.1	68.8	2.5	68.0	3.1	66.8		
75	88.9	2.5	83.9	3.0	82.9	3.7	81.5		
100	114.3	3.1	108.1	3.8	106.7	4.7	104.9		
150	168.3	4.4	159.5	5.5	157.3	6.9	154.5		
200	219.1	5.6	207.9	7.1	204.9	8.9	201.3		
Presión máxima de trabajo kg/cm <sup>2</sup>		7.1		8.7		11.2		22.4	

Los tubos se suministran en tramos con largo útil de 6 m con extremos lisos para unión cementada y con una campana en uno de sus extremos para unión espiga-campana.

*misma nota anterior*

2.3. Tuberías de cobre

Las tuberías de cobre son fabricadas por extrusión y estiradas en frío. Su fabricación por extrusión, permite tubos de una sola pieza, sin costura y de paredes lisas y tersas, asegura la resistencia a la presión y un mínimo de pérdidas debidas a la fricción en la conducción del agua. ~~Existen en el mercado dos tipos de temple en las tuberías de cobre:~~

- a) ~~Temple rígido.~~
- b) ~~Temple flexible.~~

Las tuberías para la instalación de evacuación de aguas residuales deben de ser de temple rígido y cumplir con la Norma NOM -W-17-1981; el temple flexible se utiliza en instalaciones de gas domiciliarias.

Las tuberías rígidas de cobre se fabrican en cuatro tipos: M, L, K y DWV.

*El tipo usarlo*

La tubería DWV (drain waste and vent) se recomienda ~~usarlo~~ en las instalaciones sanitarias y de ventilación en donde no existen presiones internas en el servicio. Su color de identificación es el amarillo y se fabrica en diámetros nominales de 32 a 125 mm (Tabla 2.4) (Cuadro 2.4)

Las ventajas de utilizar una tubería de cobre son las siguientes:

1. Resistencia a la corrosión. El cobre en contacto con el aire queda recubierto con una finísima capa de óxido que lo protege impidiendo que continúe la oxidación, asegurando así una larga vida útil de la instalación.
2. Menores pérdidas debidas a la fricción. Se fabrica sin costura y su interior es liso admitiendo menores pérdidas de fricción.



3. Facilidad de unión. El sistema de unión por soldadura capilar permite efectuar con rapidez y seguridad las conexiones de la tubería.
4. Maniobrabilidad. La sencillez del proceso para cortar el tubo y ejecutar las uniones, así como la ligereza del material, permiten la prefabricación de gran parte de las instalaciones, obteniéndose rapidez y calidad en el trabajo.

Los diámetros presentados en el cuadro son nominales, para conocer el diámetro exterior correspondiente se debe aumentar 1/8 de pulgada al diámetro nominal, y si se quiere conocer el diámetro interior bastará con restar dos veces el espesor de la pared correspondiente.

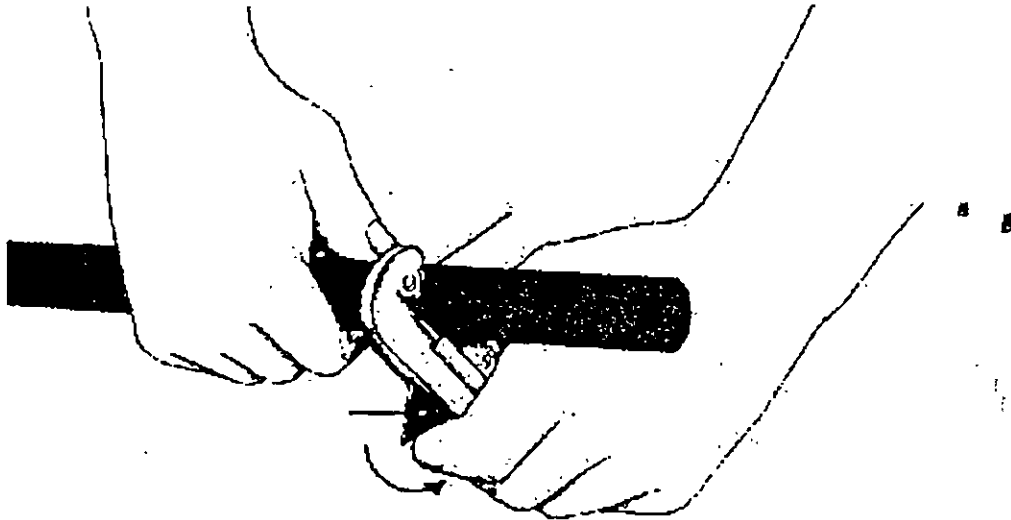
Cuadro 2.4. Diámetros y características de los tubos de cobre tipo DWV

Medida nominal pulg mm	Diámetro exterior pulg mm	Diámetro interior pulg mm	Grueso pared pulg mm	Peso lb por pie kg por m	Peso por tramo lb kg
1 1/8 32	1.375 34.925	1.295 32.893	0.040 1.016	0.651 0.969	13.022 5.912
1 1/2 38	1.625 41.275	1.541 39.141	0.042 1.067	0.810 1.206	16.213 7.361
2 51	2.125 53.975	2.041 51.841	0.042 1.067	1.066 1.587	21.335 9.686
3 76	3.125 79.375	3.035 77.089	0.045 1.143	1.690 2.515	33.801 15.346
4 102	4.125 104.775	4.009 101.829	0.058 1.473	2.876 4.281	57.528 26.118
5 127	5.125 130.175	4.981 126.517	0.072 1.829	4.436 6.603	88.729 40.283

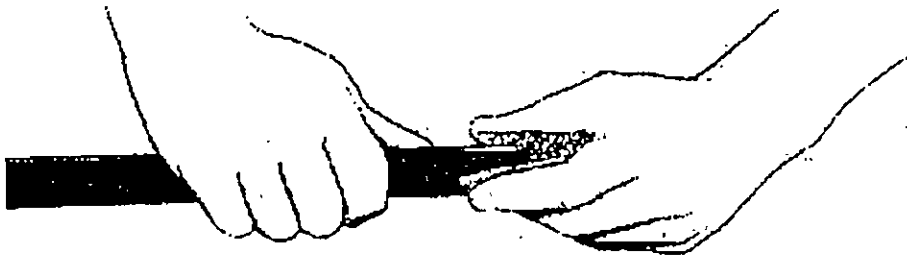
#### Sistemas de unión de tubos de cobre

El proceso de unión de las tuberías de cobre DWV, se realiza mediante la soldadura capilar. Las herramientas que se utilizan en este proceso son un soplete de gasolina o de gas y un cortatubos o segueta. Los materiales necesarios son gasolina blanca o gas L.P., pasta para soldar, lija para esmeril y soldadura. La soldadura puede ser No.50 (50% plomo y 50% estaño, con una temperatura de fusión de 183°C) o No.95 (95% estaño y 5% plata, con una temperatura de fusión de 230°C).

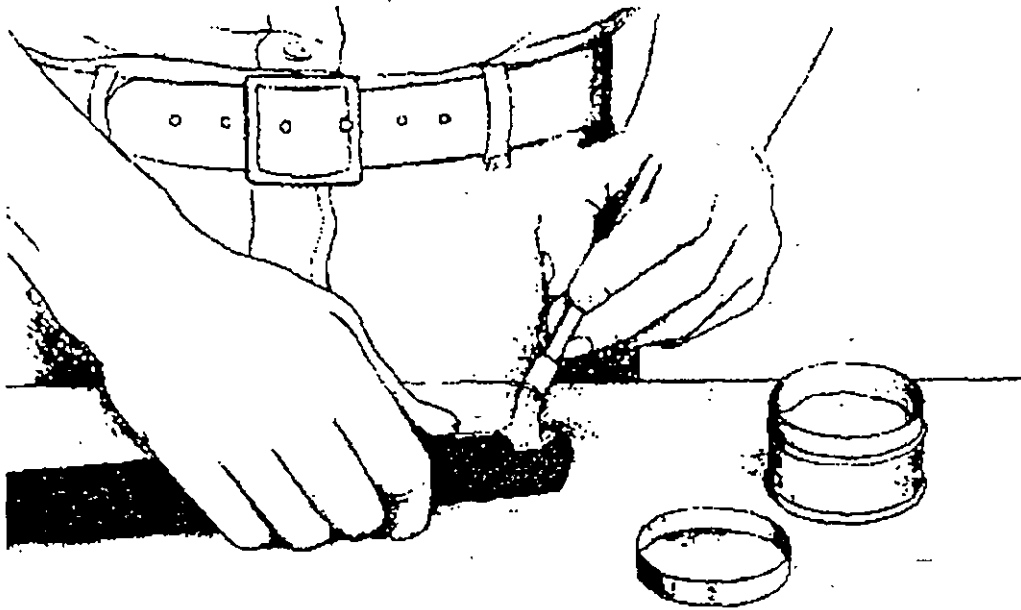
Las soldaduras se fabrican en forma de cordón de 3mm de grueso, en carretes de 450g. Se aplican con un fundente especial no corrosivo, que protege a los metales de la oxidación dando así paso libre por capilaridad al fluido de soldadura, que penetrará cuando el calor haya sido suficiente, en la Figura 2.5. se muestra este sistema de unión.



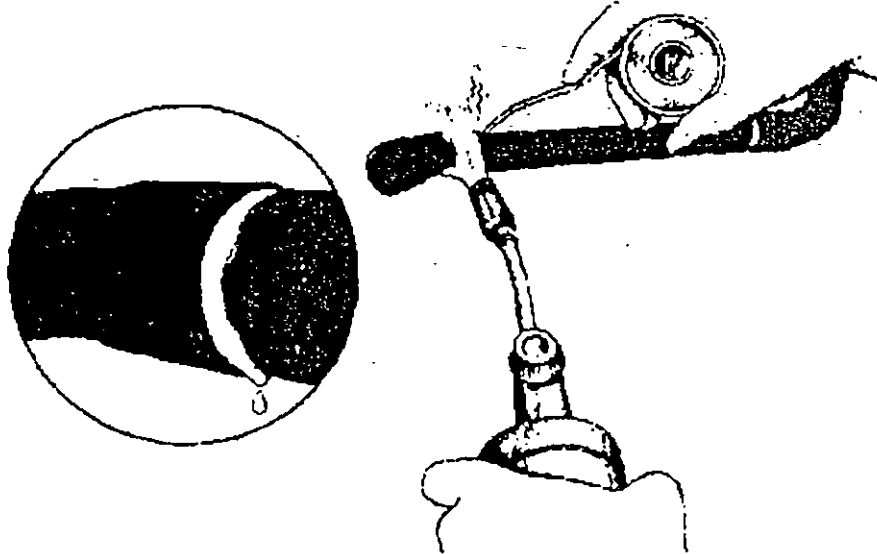
Corte del tubo.



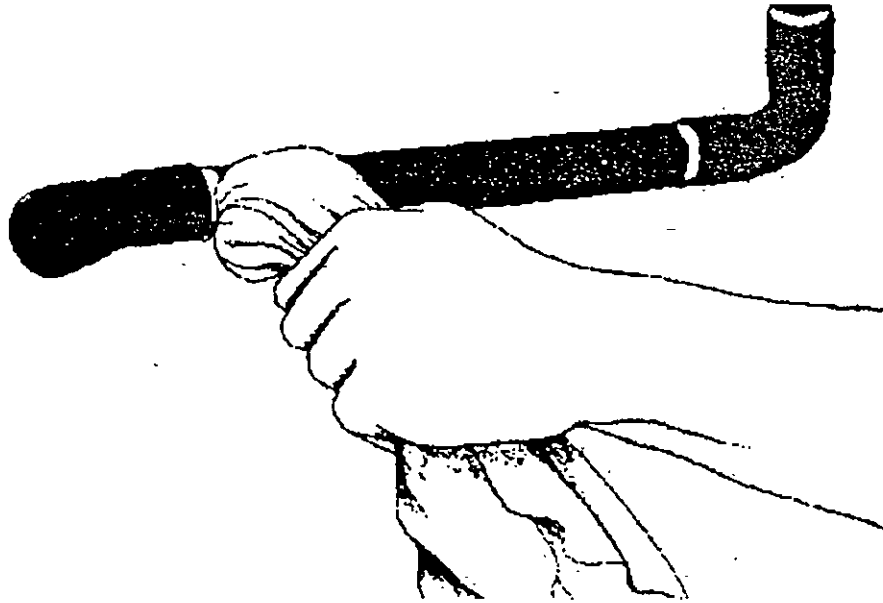
Lijado del tubo.



Colocación de la pasta para soldar.



Aplicación de la soldadura.



Limpieza y enfriamiento.

Figura 2.5. Sistema de soldadura capilar.

#### **2.4. Estructuras conexas o especiales**

Unida a la instalación de evacuación de aguas residuales debe existir una red de ventilación que sirve para garantizar que la instalación trabaje a gravedad y evitar que los malos olores penetren en la edificación, de esta red se hablará más en los capítulos posteriores, en la Figura 2.6. se muestra una red de ventilación.

Además, como se mencionó en el Capítulo 1, para evacuar el agua y con fines de mantenimiento, deben construirse registros a cada 10 m de longitud de albañal, en los cambios de dirección y previo al límite del predio para realizar la conexión al alcantarillado municipal.

En caso de ser necesario, debido al desnivel entre el alcantarillado municipal y la instalación de aguas residuales, se debe operar un sistema de bombeo de aguas residuales, que se explicará en el Capítulo 5.

Si la edificación descarga aguas residuales con alto contenido de grasas deberá instalarse un interceptor de grasas que disminuye su concentración antes de vertirse a la red municipal.

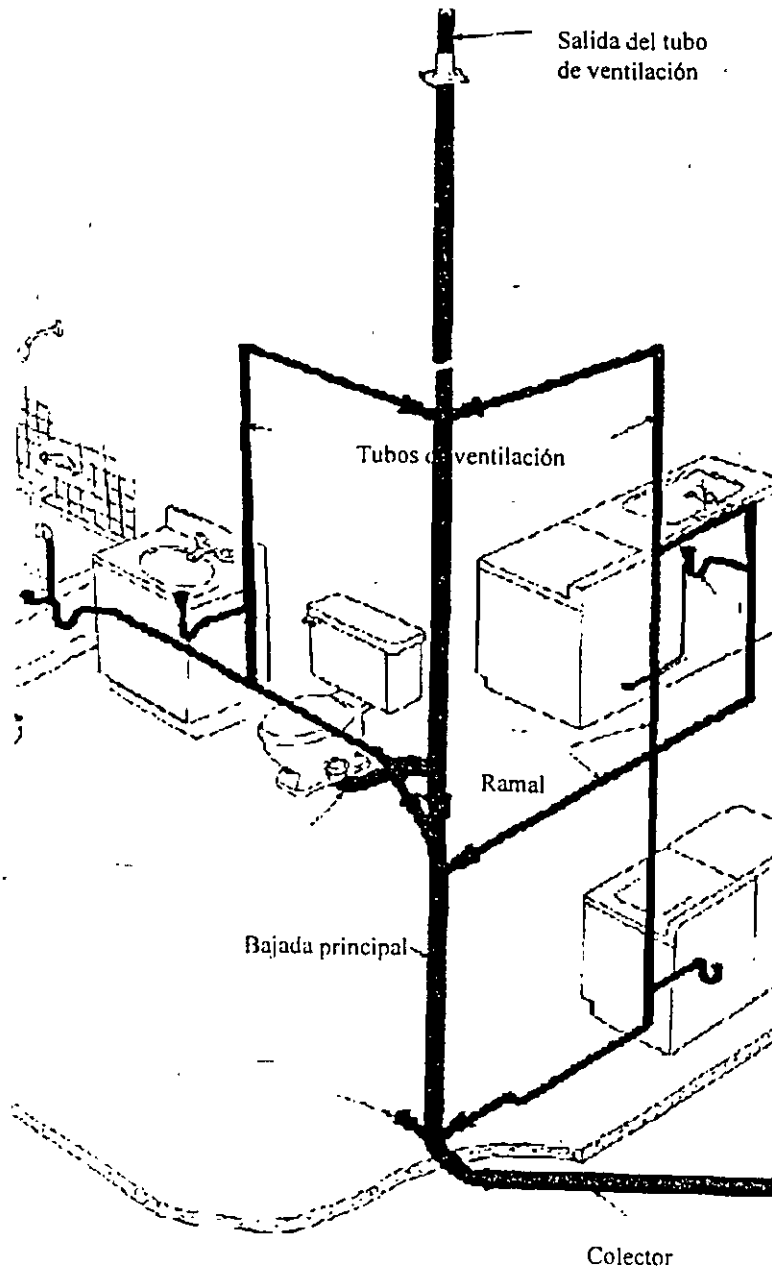


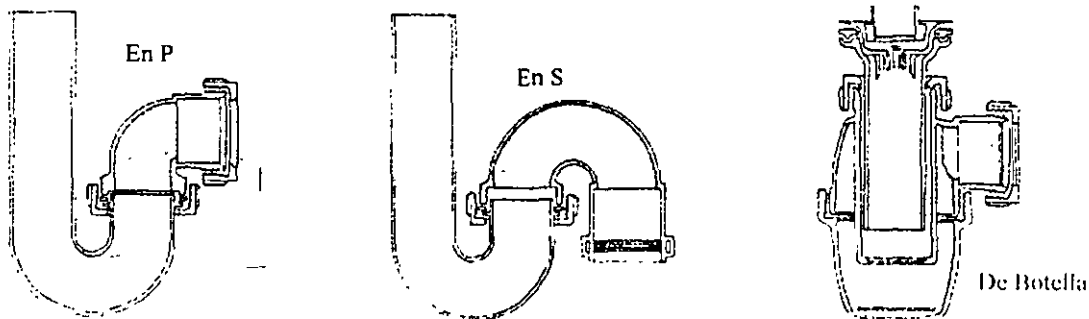
Figura 2.6. Red de ventilación.

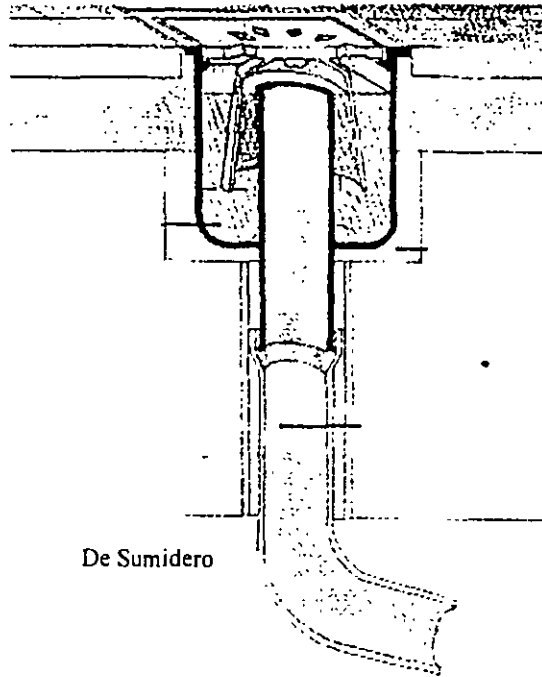
## 2.5. Dispositivos

Los dispositivos que se utilizan en esta instalación son los sifones o también llamados sellos hidráulicos. Existe un sifón en cada mueble o aparato sanitario.

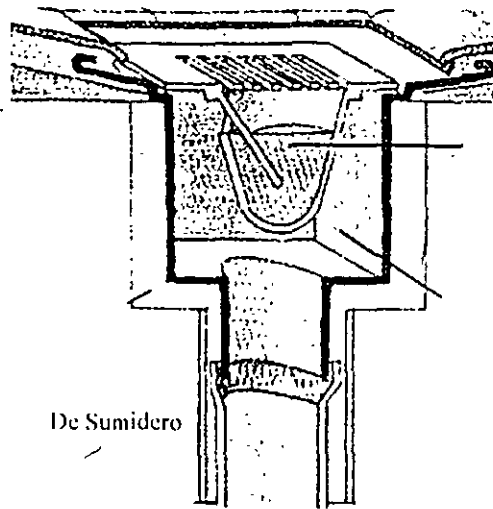
El sifón es un dispositivo que tiene por objeto evitar que pasen al interior de la edificación los olores procedentes de la red de evacuación, al mismo tiempo que permite el paso de las materias sólidas suspendidas en el agua, sin que queden retenidas o se depositen obstruyendo el sifón. El dispositivo consiste en crear un tapón de agua, llamado cierre hidráulico, entre un mueble o aparato sanitario y el ramal de la red. Cualquier tipo de sifón debe estar provisto de una tapa o tapón de inspección y purga, colocado convenientemente y jamás se colocará en un sitio inaccesible, y menos aún empotrado en la pared.

Existen diferentes tipos de sifones como puede observarse en la Figura 2.7. Los sifones en P, en S y de botella, se colocan directamente a la salida del desagüe de los muebles y aparatos (lavabos, bidés, fregaderos); los sifones de pavimento o bote sifónico con tapa ciega y bote sifónico con tapa sumidero, sirven para los aparatos que tienen la salida del desagüe situada muy abajo (bañeras, duchas, urinarios de pie); los sifones sumidero, sirven para aguas de lluvia o aguas sucias vertidas en el pavimento (patios, garajes); y por último los propios del aparato, como en los casos de retretes, vertederos y urinarios suspendidos que tienen el sifón colocado en el interior del mismo aparato.

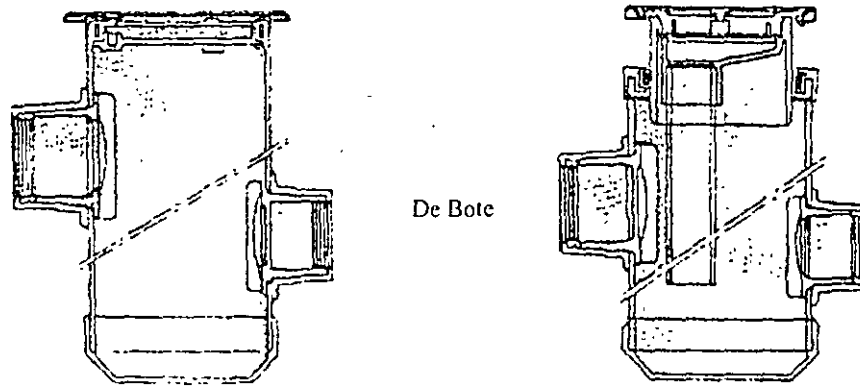




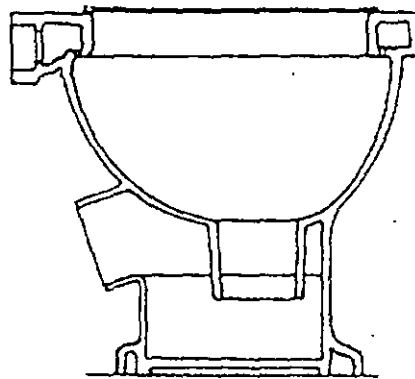
De Sumidero



De Sumidero



De Bote



Interno al aparato

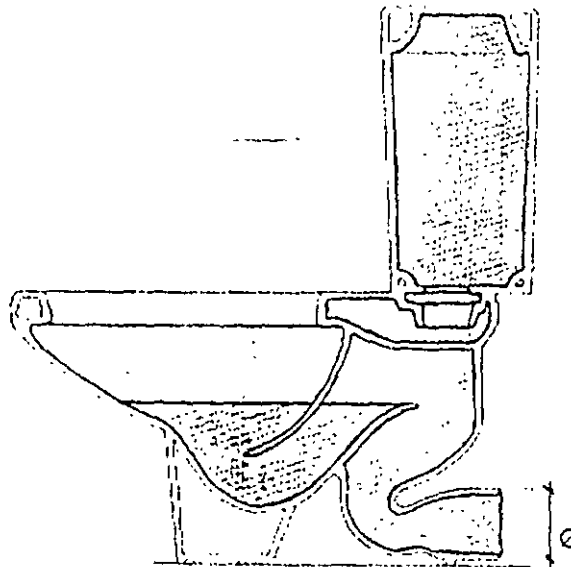


Figura 2.7. Tipos de sifones.

Se recomienda no instalar dos sifones en serie, por ejemplo uno en el lavabo y posteriormente un bote sifónico, o bien después de aparatos que cuentan con sifón interior; si se conducen sus desagües a un bote sifónico, la columna de



agua comprendida entre los dos sifones dificulta e incluso impide la correcta descarga de los aparatos.

Los muebles sanitarios comunes son: lavabo, bidet, tina, regadera, fregadero, lavadero, urinario, lavadora y excusado.

## **CAPITULO 4**

### **DISEÑO DE LA INSTALACION DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

La instalación de evacuación de aguas residuales está constituida por la red de evacuación propiamente dicha y la red de ventilación.

La red de evacuación puede ser de dos tipos:

1. Unitaria o combinada, que consiste en recolectar las aguas de lluvia y residuales en la misma red.
2. Separada que consiste en construir dos redes independientes, una para aguas de lluvia y otra para aguas residuales.

En virtud de que cuando llueve los tubos trabajan llenos en la red combinada, no se logra la correcta ventilación y los sifones pueden descargarse. Debido a esta circunstancia, es más recomendable la red separada; además, se puede aprovechar el agua de lluvia para riego, lavado de pisos, autos, etc., que se traduciría en un ahorro de agua potable.

#### **4.1. Diseño de la instalación de evacuación de aguas residuales**

El diseño de la red de evacuación de las aguas residuales de un edificio se hace fundamentalmente partiendo de datos empíricos, ya que un cálculo riguroso, aparte de su complejidad, no proporciona resultados prácticos dado que se dispone de unos diámetros comerciales, con una amplitud tan grande de unos a otros, que se anula la exactitud de un cálculo escrupulosamente matemático.

Siguiendo un criterio razonado y metódico, se puede llegar a un cálculo satisfactorio.

Tratándose de fraccionamientos habitacionales, las Normas Técnicas Complementarias del RCDF estipulan que cuando se consideren poblaciones de proyecto de hasta 1000 habitantes, se utilizará el método de unidades mueble de gasto y cuando la población sea mayor de 1000 habitantes se diseñará utilizando el método de Harmon.

#### **Método de unidades mueble de gasto**

Para el cálculo de los gastos vertidos por cada mueble sanitario, se adopta una unidad básica llamada unidad de descarga o unidad mueble de gasto, que engloba el doble concepto de gasto y simultaneidad.

Para fines de diseño las instalaciones se clasifican en tres clases:

- 1ª. Uso privado. Departamentos, baños privados de hoteles y similares, destinadas al uso por un individuo o una familia.

2ª. Uso semipúblico. Oficinas, fábricas, ministerios, etc., instalaciones utilizadas por el número limitado de personas que ocupan el edificio.

3ª. Uso público. Baños públicos en estaciones de ferrocarril, de autobuses, escuelas, cuarteles, etc., en donde no hay limitaciones de personas ni del número de usos.

Puede asignarse un número de unidades de descarga a cada aparato sanitario, que es distinto para cada clase de instalación, debido a la frecuencia de uso del mismo.

La unidad de descarga sirve para estimar los gastos de los distintos aparatos sanitarios. Se ha establecido igual a 28 litros por minuto, que es aproximadamente el valor de la descarga de un lavabo de uso privado. El Cuadro 4.1 presenta las unidades de descarga para cada mueble según la clase de instalación.

Cuadro 4.1 Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones y sifones de descarga

Clase de aparato	Unidad de descarga			Diámetro mínimo del sifón y de la derivación, en mm.		
	Clase			Clase		
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª
Lavabo	1	2	3	35	35	35
W.C.	4	5	6	80	80	80
Tina	3	4	4	40	50	50
Cuarto de baño completo	7	2	2	80	80	80
Ducha	2	3	3	40	50	50
Urinario suspendido	2	2	2	40	40	40
Urinario vertical	2	4	4	40	50	50
Fregadero en viviendas	3	4	4	40	50	50
Fregadero restaurante						
Vajilla	3	8	8	40	80	80
Alimentos	3	6	6	40	50	50
Lavadero						
Ropa	3	3	6	40	40	50
Laboratorio	2	3	6	40	40	50
Vertedero	8	2	6	100	40	50
Fuente de beber	1	1	1	35	35	35
Recolección de agua de lluvia						
a) Intensidad máxima: 17 cm/hora, cada 17 m <sup>2</sup>	1	3	3	50	50	50
b) Intensidad máxima: 20 cm/hora, cada 8.5 m <sup>2</sup>	1	3	3	50	50	50

### Diseño de derivaciones

Las derivaciones se calculan sumando todas las unidades de descarga que desalojará la derivación, en función de la pendiente con la que está instalada. El Cuadro 4.2 presenta la capacidad de las derivaciones para conducir unidades de descarga según su diámetro y pendiente de instalación.

Cuadro 4.2 Unidades de descarga y diámetro en derivaciones según su pendiente

Diámetro de la derivación en sistema de colector (mm)	Máximo número de unidades de descarga		
	Pendiente		
	1%	2%	4%
35	1	1	1
40	2	2	2
50	5	6	8
70 (sin WC)	12	15	18
80 (sin WC)	24	27	36
80 (sin mas de 2 WC)	12	18	21
100	84	96	114
125	180	234	280
150	330	440	580
200	870	1150	1680
250	1740	2500	3600
300	3000	4200	6500
350	6000	8500	13500

El diámetro mínimo de una derivación que colecta la descarga de 2 WC es 80 mm.

Para derivaciones con ángulos de 45° o mayores, el diámetro se calcula como para columnas verticales.

### Diseño de columnas

Para calcular el diámetro de las bajantes se requiere conocer el gasto, en unidades de descarga, de todos los aparatos que se vierten en la columna.

Las tablas que dan el diámetro deben tener en cuenta tres factores:

1. Número total de unidades de descarga recogidas en la columna.
2. Número de unidades de descarga que en cada planta vierten a la columna.
3. Altura de la columna.

El total de unidades de descarga por planta tiene un límite para cada diámetro, pues la capacidad de descarga de la columna debe estar repartida a lo largo de aquélla, y una concentración excesiva en una planta produciría insuficiencia del diámetro de la columna en el punto en que se conecta la derivación.

La altura de la columna influye también en el diámetro adoptado. Cuanto mayor es, más resistencia a fluir encuentra el aire aspirado, por el efecto de émbolo que produce el agua descargada en la columna, y más fácil es que se

produzca sifonamiento en los aparatos. Por esto para una altura grande hay que aumentar el diámetro para facilitar el flujo del aire.

En cuanto a la velocidad de caída del agua, no alcanza valores excesivos, debido a las resistencias por rozamiento. El agua adquiere su velocidad máxima a una distancia relativamente corta del punto de partida y después ya no aumenta; por lo tanto, la altura de la columna influye poco en esa velocidad.

Cuadro 4.3 Diámetros en columnas de aguas residuales

Diámetro de la columna mm	Columnas de aguas residuales		
	Máximo número de unidades		Longitud máxima de la columna
	Por planta	En toda la columna	
40	3	8	18
50	8	18	27
70	20	36	31
80	45	72	64
100	190	384	91
125	350	1020	119
150	540	2070	153
200	1200	5400	225

El diámetro mínimo de columna donde descarguen WC es 80 mm.

La tabla supone columnas empotradas. Si van al descubierto, conviene emplear el diámetro superior inmediato.

#### Diseño de colectores

Las tablas que dan el diámetro de los colectores toman en cuenta el número de unidades de descarga colectadas y la pendiente del tubo.

El diámetro del colector no será nunca menor al de la columna de mayor diámetro cuyo caudal recoja.

Cuadro 4.4 Diámetros en colectores de aguas residuales

Diámetro del colector mm	Colectores de aguas residuales		
	Máximo número de unidades de descarga		
	Pendiente		
	1%	2%	4%
35	1	1	1
40	2	2	3
50	7	9	12
70	17	21	27
80	27	36	48
100	114	150	210
125	270	370	540
150	510	720	1050
200	1290	1860	2640
250	2520	3600	5250
300	4390	6300	9300

Diámetro mínimo para colectores.  
Con descarga de 1 WC 80 mm.  
Con descarga de más de 2 WC 100 mm.

**Colectores mixtos**

Son aquellos que reciben las descargas tanto de las aguas procedentes de la instalación sanitaria como las pluviales. No es aconsejable conectar la s columnas de los aparatos sanitarios y las pluviales en una red única horizontal de colectores, pero debido a que por razones económicas este sistema se emplea mucho, se dan a continuación las normas de diseño para estos colectores mixtos.

Es necesario utilizar el Cuadro 4.5, la cual tiene en cuenta precisamente los regímenes de desagüe de las dos aguas, si bien las considera por seguridad, como descargando simultáneamente a régimen máximo. La tabla antes referida se ha calculado para una pendiente de los colectores del 1% y con un régimen pluviométrico máximo de 10 cm/hora de agua.

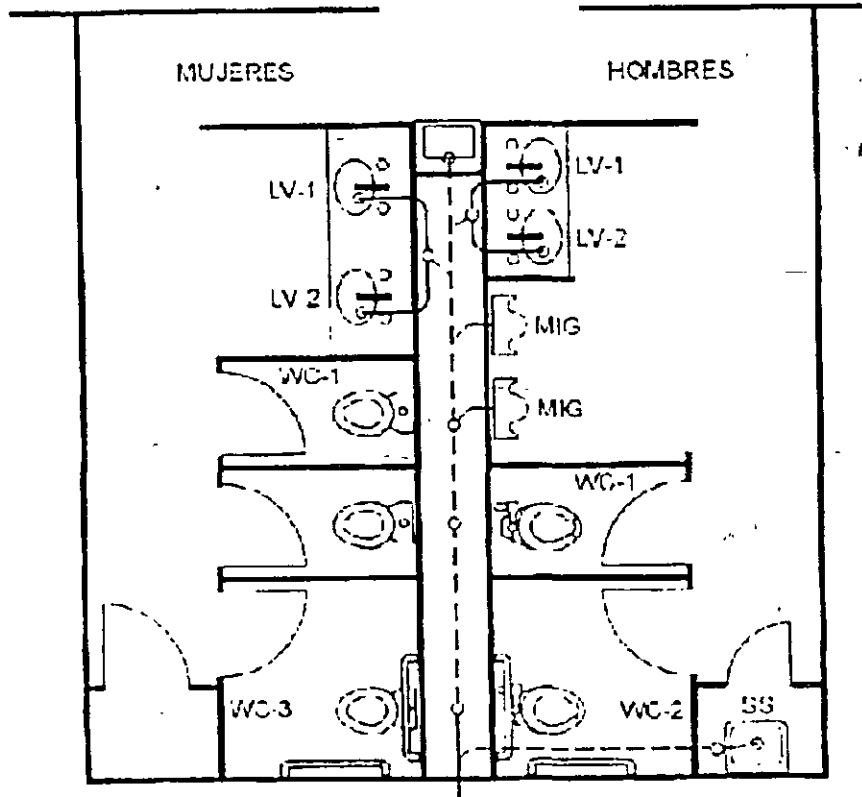
La primera línea indica los diámetros de los colectores mixtos con 0 m<sup>2</sup> de superficie recogedora de agua de lluvia, lo que corresponde a colectores que sólo reciben el agua descargada por aparatos sanitarios, y la primera columna indica los diámetros de los colectores de agua de lluvia solamente. El diámetro de un colector mixto está indicado por la intersección entre la columna correspondiente a las unidades de descarga y la línea correspondiente a los m<sup>2</sup> de superficie servida.

Cuadro 4.5 Diámetros en mm de los colectores mixtos, con una pendiente del 1%

Área que recoge lluvia m <sup>2</sup>	Unidades de descarga																						
	0	1	3	7	8	14	17	20	33	80	114	145	270	320	510	665	1120	1540	2030	2520	3640	4390	
0	80	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
23	50	50	75	90	90	90	90	90	100	100	125	125	160	160	200	200	200	250	250	250	315	315	315
30	75	75	90	90	90	90	110	110	110	110	125	125	160	160	200	200	200	250	250	250	315	315	315
51	75	90	90	90	110	110	110	110	110	125	125	125	160	160	200	200	200	250	250	250	315	315	315
57	90	90	90	110	110	110	110	110	110	125	125	125	160	160	200	200	200	250	250	250	315	315	315
70	90	90	110	110	110	110	110	110	110	125	125	125	160	160	200	200	200	250	250	250	315	315	315
80	90	110	110	110	110	110	110	110	110	125	125	125	160	160	200	200	200	250	250	250	315	315	315
99	110	110	110	110	110	110	110	110	110	125	125	125	160	160	200	200	200	250	250	315	315	315	315
135	110	110	110	125	125	125	125	125	125	125	125	125	160	160	200	200	200	250	250	315	315	315	315
173	110	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	160	160	200	200	200	250	250	315	315	315	315
195	125	125	125	125	125	125	125	125	125	160	160	160	160	160	200	200	200	250	250	315	315	315	400
251	125	125	125	125	125	160	160	160	160	160	160	160	160	200	200	200	200	250	250	315	315	315	400
307	125	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	200	200	200	200	250	250	315	315	315	400
344	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	200	200	200	200	200	250	250	315	315	315	400
418	160	160	160	160	160	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	315	315	315	400
488	160	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	315	315	315	400
605	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	315	315	315	400
828	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	315	315	315	315	400
1025	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	315	315	315	315	400	400
1190	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	315	315	315	315	400	400
1525	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	315	315	315	315	400	400
1814	250	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	400	400	400	400
2095	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	400	400	400	400

**Ejemplo 4.1**

En la figura se muestra la disposición de los sanitarios de un museo de tres niveles. Diseñar la instalación de evacuación de aguas residuales. Considerando para las derivaciones una pendiente del 2% y para los colectores una pendiente del 1%, calcular el colector sólo para aguas residuales y para uno mixto considerando un área de captación de aguas pluviales de 250 m<sup>2</sup>.



Por tratarse de un museo, la instalación pertenece a la clase 3 o de uso público y las unidades de descarga para los muebles y aparatos serán, según el Cuadro 4.1:

Mueble	Unidad de descarga	Cantidad	Total unidad de descarga
Lavabo	3	6	18
WC	6	5	30
Mingitorio	4	2	8
<b>Total</b>			<b>56</b>

**Cálculo de derivaciones**

Con una pendiente del 2%, del Cuadro 4.2 observamos que para la pendiente requerida y 56 unidades de descarga, el diámetro de la derivación debe ser 100 mm para cada piso.

### Cálculo de columnas

Consultando el Cuadro 4.3, requerimos para su uso el número de unidades de descarga de cada nivel que para este caso es 56 y el número de unidades de descarga de toda la columna que es 168, y se determina que para toda la columna el diámetro será de 100 mm.

### Cálculo de colectores

Con base en el Cuadro 4.4, para una pendiente del 1% y para 168 unidades de descarga obtenemos que el diámetro del colector debe ser de 125 mm, si sólo recibe aguas residuales.

En el caso de que el colector fuera mixto, se debe consultar el Cuadro 4.5. Para un área de 250 m<sup>2</sup> y 168 unidades de descarga, el diámetro del colector debe ser de 200 mm.

### Método de Harmon

La aplicación de este método se refiere sólo a la instalación para evacuación de aguas residuales de un fraccionamiento a lo largo de las calles. La instalación interior de los edificios se diseña en estos casos con el método de la unidad de descarga.

En este método se deberán evaluar los gastos medio, mínimo, máximo instantáneo, máximo extraordinario, así como el coeficiente de Harmon, los cuales son necesarios para la aplicación de este método. El diseño se hace en la misma forma que para una red de alcantarillado.

## 4.2. Diseño de la red de ventilación

### Derivaciones

Un tubo de ventilación correspondiente a un sólo aparato debe tener el mismo diámetro que la derivación de descarga, considerado el aparato en la primera clase, hasta el máximo de 50 mm. En WC y vertederos será de 50 mm.

El Cuadro 4.6 da el diámetro para derivaciones trabajando como múltiple cuando recogen otras derivaciones simples, estando el diámetro del múltiple en función de las unidades de descarga de todos los aparatos que sirve.

Cuadro 4.6 Diámetros de derivaciones

Grupo de aparatos sin WC		Grupo de aparatos con WC	
Unidades descarga	Diámetro ventilación	Unidades descarga	Diámetro ventilación
1	35	Hasta 17	50
2 a 8	40	18 a 36	60
9 a 18	50	37 a 60	70
19 a 36	60	-	-



### Columnas

El diámetro de las columnas se determina en función del diámetro de la columna de descarga a que corresponde, del total de unidades de descarga a que sirve, y de la longitud de la columna misma.

Cuadro 4.7 Diámetros de columnas de ventilación

Diámetro columna descarga mm.	Número unidades descarga hasta	Diámetro de las columnas de ventilación								
		1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8
		Máxima longitud de la columna en metros								
35	1	14								
40	8	10	18							
50	18	9	15	27						
65	36	8	14	23	31					
80	12		10	36	55	64				
	18		6	21	55	64				
	24		4	15	40	64				
	36		2.5	11	28	64				
	48		2	10	24	64				
100	72		1.8	8	20	64				
	24			8	33	61	91			
	48			5	20	34	91			
	96			4	14	25	91			
	144			3	11	21	91			
	192			2.5	9	18	85			
125	264			2	6	16	73			
	384			1.5	5	14	61			
	72				12	20	76	119		
	144				9	14	54	119		
	288				6	10	37	119		
	432				5	7	28	97		
150	720				3	5	21	67		
	1020				2.4	4	17	55		
	144					8	31	104	153	
	288					6	21	67	153	
	576					3	13	46	128	
	864					2	10	38	97	
200	1296					1.8	8	28	73	
	2070					1.2	7	22	57	
	320						13	44	122	225
	640						9	25	79	225
	960						7	18	58	225
	1600						5	12	36	160
2500	2500						4	8	27	113
	4160						2	7	19	76
	5400						1.5	5	16	64

### **Ejemplo 4.2**

Para el plano del ejemplo 4.1, diseñar la red de ventilación, considerando que cada piso tienen una altura de 3 m.

Cálculo de derivaciones.

Del Cuadro 4.6 se obtiene el diámetro de la derivación de ventilación que para 56 unidades de descarga con WC es de 70 mm.

Cálculo de columnas.

Consultando el Cuadro 4.7 y con un diámetro de la columna de descarga de 100 mm, 168 unidades de descarga y una altura de 12 m el diámetro de la columna de ventilación será de 2 ½ pulgadas (62.5 mm).

## CAPITULO 5

### PLANTAS DE BOMBEO DE AGUA RESIDUAL

Un caso que a menudo se presenta en la instalación de evacuación de aguas residuales es que la cota de la red de alcantarillado municipal sea mayor que la cota del colector de la edificación. Como consecuencia del mayor aprovechamiento del subsuelo que existe en la actualidad, la construcción de garajes subterráneos y determinados locales para distintos usos, hace que las edificaciones modernas en la mayoría de las ciudades, tengan la red de alcantarillado municipal poco profunda, con lo cual varios sótanos quedan por debajo de esta cota; debido a ello el colector de estos sótanos ya no funcionará a gravedad, obligando a disponer de una instalación de bombeo que eleve estas aguas hasta la cota del alcantarillado municipal.

También podría presentarse un desnivel entre el alcantarillado municipal y la instalación de evacuación, causado por el asentamiento de la edificación.

El problema anteriormente expuesto se podría solucionar de la siguiente manera:

En los casos anteriores se recomienda contar con dos redes horizontales de evacuación, una colocada por arriba de la cota del alcantarillado y otra por debajo de la cota del último sótano; en la primera red se recogen las aguas provenientes de los vertidos efectuados por encima de la cota del alcantarillado (la mayor parte de las aguas) fluyendo por gravedad, y en la segunda se recolectan las aguas vertidas por debajo de la cota del alcantarillado público, que se concentran en un pozo, desde el cual se bombea hasta el alcantarillado.

Dicho pozo debe tener la capacidad adecuada en cada caso; en él se sumergen bombas de paso integral, con gran capacidad de arrastre de aguas con materias sólidas en suspensión, que elevan el agua por impulsión hasta el alcantarillado. La tubería de impulsión lleva instalada una válvula de retención para evitar que se pueda invertir la dirección del flujo.

Se recomienda instalar al menos dos bombas de este tipo, de funcionamiento automático, accionadas por interruptores de nivel que las ponga a funcionar al alcanzar el nivel máximo y se detenga en el nivel mínimo. También se debe contar con un generador para que, en caso de falta de corriente eléctrica, se prenda automáticamente y permita el funcionamiento de las bombas. Si no se instala equipo suficiente, habrá que diseñar el pozo con una capacidad que tome en cuenta las circunstancias.

La tubería que va por arriba de la cota del alcantarillado debe fijarse por debajo de la losa de nivel de calle, los tubos se sujetan mediante abrazaderas a cada 2.5 m como máximo e irán separados de la losa al menos 5 cm en su punto más próximo y con pendientes hasta el punto de salida. Los cruces de muros se realizarán a través de un contratubo de mayor diámetro que el colector y sellando el espacio intermedio.

Para el bombeo de aguas residuales se emplean mayormente bombas centrífugas. La diferencia con las bombas utilizadas para el agua potable es el tamaño y forma del impulsor. Las bombas para aguas residuales tienen un

paso de esfera de gran tamaño, para permitir el paso de los sólidos que puedan arrastrar las aguas de desecho.

Las bombas de aguas residuales se emplean para:

1. Elevar las aguas de desecho desde los sótanos a áreas secundarias de drenaje, y de tramos antieconómicamente profundos o de sistemas interceptores, hacia líneas de continuación a un nivel más alto de descarga.
2. Evacuar tanques de detención de aguas pluviales en sistemas combinados.
3. Elevar las aguas residuales a las plantas de tratamiento.
4. Evacuar lodos de aguas residuales y transportarlos dentro de las plantas de tratamiento.

Las bombas centrífugas de flujo radial y mixto son las que se emplean para el bombeo de aguas residuales y pluviales. Las bombas de flujo axial sólo se utilizan para las aguas pluviales.

Existen dos criterios para diseñar la planta de bombeo:

1. El criterio del cárcamo seco, que consiste en dos cámaras; una que almacena el volumen de aguas residuales por bombear y la otra, para contener las bombas y los motores, como se observa en la Figura 5.1.

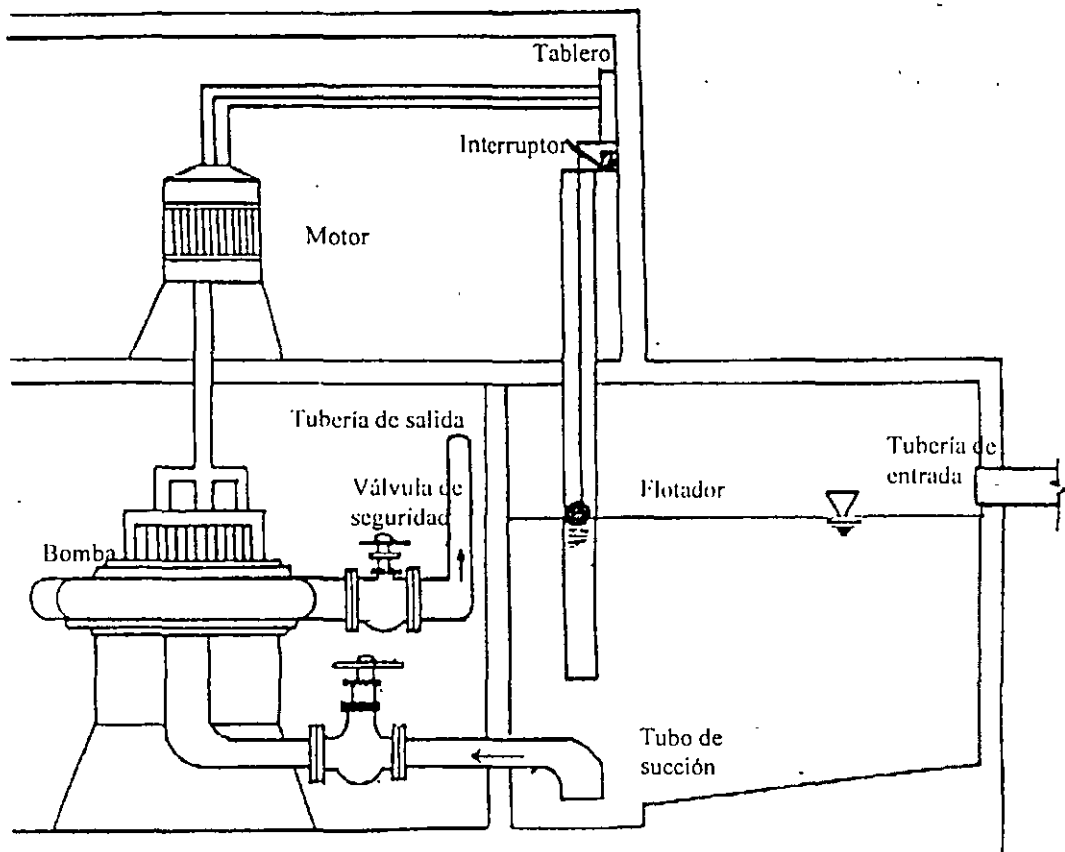


Figura 5.1 Sistema de cárcamo seco.

2. El criterio del cárcamo húmedo, que consiste en una sola cámara para almacenar el agua residual y alojar la bomba. Estas bombas son del tipo sumergibles y quedan en el fondo del cárcamo, mientras que los motores quedan a un nivel más alto como se muestra en la Figura 5.2.

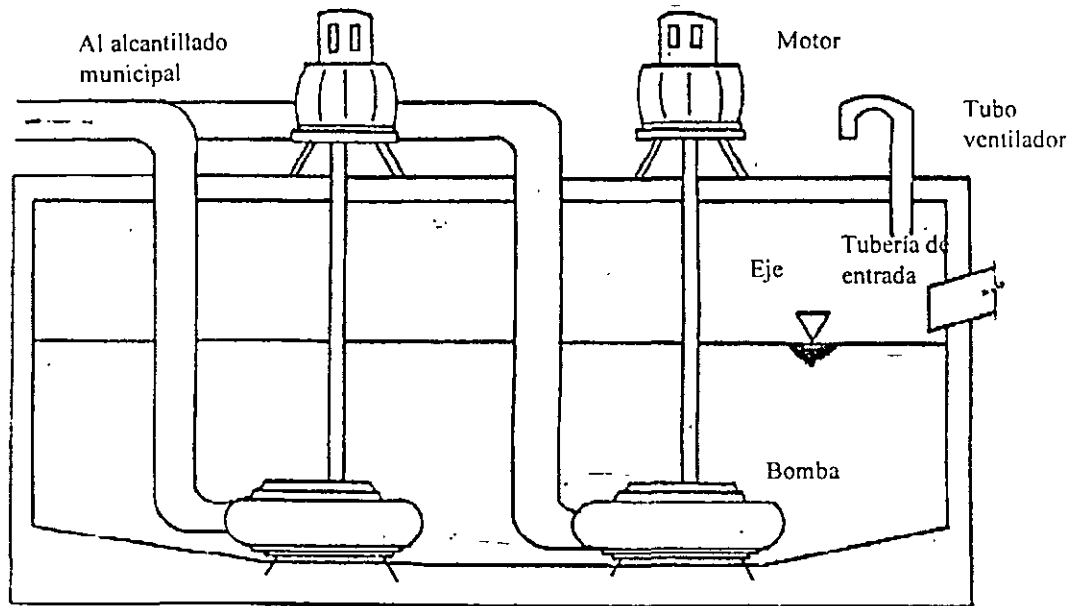


Figura 5.2 Sistema de cárcamo húmedo.

## 5.1. Tipos de bombas

### 5.1.1. Bombas de flujo radial

En estas bombas el agua entra axialmente en el rodete y descarga en ángulos rectos con el eje. Es recogida por un canal con un área que aumenta gradualmente, que se extiende hasta la tobera de descarga de la bomba. Los sólidos que arrastran las aguas residuales obstruirían fácilmente los pequeños canales de las bombas típicas de flujo radial, debido a ello las utilizadas son generalmente de simple aspiración tipo voluta, provistas de rodetes especiales que impiden las obstrucciones.

Las bombas tienen canales de paso más ancho y un número mínimo de álabes, que no excede de dos en las bombas pequeñas y tres o cuatro en las grandes. Los rodetes son casi todos de tipo cerrado. Para este tipo de aguas las bombas de 10 cm de diámetro de boca de descarga, deberán ser capaces de dejar pasar esferas de 7.5 cm de diámetro, y las bombas de 20 cm, esferas con diámetro de 10 cm.

### 5.1.2. Bombas de flujo mixto

Las bombas de flujo mixto con voluta son ideales para el bombeo de aguas residuales y pluviales. Su tamaño es de hasta 30 cm de diámetro y para

alturas de elevación hasta 20 m. Operan a velocidades más elevadas que las bombas inatascables, son generalmente más ligeras, y en los casos en que son aplicables su costo es menor.

### **5.1.3. Bombas de flujo axial**

Son empleadas para el bombeo de aguas pluviales, especialmente en aquellos casos en que se debe bombear una gran cantidad contra una altura de elevación baja, este tipo de bomba es más barato que las anteriores.

## **5.2. Características operativas de las bombas**

Las características de funcionamiento dependen del tamaño, velocidad y diseño de la bomba. Las curvas características, llamadas en la práctica curvas de bomba, muestran la altura de elevación total  $H$  en m, la eficiencia  $E$  en porcentaje y la potencia  $P$  en CV o kW, representadas como ordenadas respecto al gasto  $Q$  en l/min, como abscisas.

## **5.3. Partes de estaciones de bombeo de aguas residuales**

### **5.3.1. Generalidades**

Para el diseño de las plantas de bombeo se recomienda atender los siguientes aspectos:

1. La planta de bombeo puede ser el único elemento visible de toda la instalación de elevación de aguas, debiendo cuidar su emplazamiento, haciendo que encaje en el paisaje y esmerando su aspecto arquitectónico. No deben descuidarse los impactos ambientales derivados de su ubicación.
2. La planta debe estar protegida frente a acciones exteriores, por lo que no deberán olvidarse los sistemas de protección.
3. Se procurará que la planta cuente con: entradas y salidas del personal, entradas y salidas de los equipos, zonas de reparaciones in situ de bombas, motores, iluminación, ventilación y suelos adecuados.
4. Se deberá garantizar la impermeabilidad de los depósitos.
5. La planta deberá contar con puentes, grúa y polipastos para el movimiento de equipos, así como de los elementos de medida y control necesarios.
6. Un último aspecto a atender serán los dispositivos antivibratorios y sonoros de las bombas y electromotores. La colocación sobre placas antivibratorias y la colocación de elementos que eviten la transmisión de dichas vibraciones, así como el empleo de trampas acústicas se consideran imprescindibles.

Con la bomba hidráulica, el agua a elevar es recogida de un depósito cerrado del cual va el tubo aspirante de la bomba y a través del tubo de impulsión al alcantarillado. Utilizando una electrobomba puede hacerse automática la conexión y desconexión, haciendo accionar el interruptor del motor de la

bomba por medio de flotadores que controlan el nivel de aguas residuales en el pozo de recogida. Los aparatos de elevación y accionamiento deben ser siempre dobles, para que uno esté en servicio y el otro en reserva, alternativamente.

El caudal de la bomba depende de la cantidad media y máxima de agua sucia procedente de la instalación sanitaria y de la capacidad del pozo de recogida.

Cuando la corriente de agua residual es constante, el caudal de la bomba debe ser igual al caudal de esta corriente. Cuando el flujo es variable y el depósito es pequeño, la bomba debe tener un caudal horario igual a la máxima corriente horaria en el depósito. Sin embargo, es más práctico construir un depósito relativamente grande instalando una bomba de caudal bajo y proporcionado debidamente la capacidad del depósito y el caudal de la bomba, de manera que la instalación no sea muy costosa y al propio tiempo de funcionamiento económico. Si el depósito está colocado en una planta del edificio donde una acumulación de aguas residuales pudiera ser perjudicial, para mayor seguridad de la bomba, debe tener un caudal horario igual al máximo caudal de desagüe horario de la instalación y el depósito debe ser de capacidad tal que requiera como mínimo una hora para llenarse durante un periodo de máxima corriente, adoptando un espacio de tiempo más prolongado de llenado para las instalaciones más pequeñas.

Cuando la puesta en marcha de la bomba es manual y no automática, el depósito debe ser de capacidad tal que pueda almacenar el agua residual que afluye en 24 horas. No se debe sobrepasar en ningún caso este período para evitar la putrefacción de las aguas residuales. La bomba debe ser de caudal apropiado para agotar completamente el depósito en un periodo máximo de una hora.

Las bombas adecuadas para este trabajo son de eje horizontal, centrífugas normales con paletas giratorias especiales, o bien, de eje vertical, siempre con rodetes especiales adecuados para líquidos densos.

Para evitar que durante la aspiración de la bomba pueda en dicho pozo crearse una depresión, es necesario proveer una tubería de ventilación para el pozo.

### **5.3.2. Tubo de entrada**

El tubo de entrada no necesita estar localizado de forma central en la pared opuesta a las bombas, aunque puede resultar ventajoso si se encuentra en la región central. El saliente del tubo deberá ajustarse de modo que el agua entre en las condiciones de caudal máximo y choque contra la división vertical antes de ser deflectada al fondo de la cámara tranquilizadora de entrada. En el caso de caudal reducido y de nivel de agua bajo, el agua no deberá caer directamente sobre las aberturas del fondo de la cámara tranquilizadora.

### **5.3.3. Cámara tranquilizadora de entrada**

Una pared vertical situada enfrente del tubo de entrada impide que el agua entrante caiga directamente al pozo de bombas y produzca burbujas de aire. La energía cinética del agua queda reducida cuando golpea con la pared y tiene lugar una desaireación satisfactoria en la cámara tranquilizadora.

La parte superior de la pared divisoria entre la cámara de entrada y la cámara de bombas deberá estar a un nivel ligeramente más alto que la línea central del tubo de entrada. Si fuera necesario pueden colocarse rebosaderos en ambos lados para impedir que el nivel del agua alcance el tubo de entrada en condiciones de caudales entrantes grandes y de nivel de agua alto en la cámara de entrada. Los rebosaderos impiden también que la espuma y el lodo flotante se acumulen en la cámara de entrada. Cuando el nivel de agua es alto, este material flotante puede desbordarse a la cámara de bombeo y ser bombeado fuera.

#### **5.3.4. Cámara de bombeo**

El volumen de la cámara de bombeo estará en función de el caudal a elevar y tiempo de funcionamiento de las bombas. El gasto a elevar se calcula en función del volumen diario de agua a elevar y del tiempo de funcionamiento de las bombas.

Para las instalaciones en funcionamiento teórico continuado se tomará por seguridad un tiempo de funcionamiento igual a 20 horas. Con frecuencia se estima el tiempo de funcionamiento entre 8 y 12 horas.

El diseño de la cámara de bombeo asegura un flujo regular del agua, sin turbulencias ni remolinos, hacia las bombas. El caudal entrante se distribuye por medio de agujeros que hay en el fondo de la cámara de entrada situados frente a cada una de las bombas.

Con el fin de evitar la formación de remolinos con aspiración de aire entre la bomba exterior y la pared lateral, ésta se acerca a la bomba, y se sitúa a una altura aproximada a la mitad del extractor del motor.

Las burbujas de aire que entran con el agua en la cámara de bombeo se elevan hacia arriba a lo largo del fondo inclinado de la cámara tranquilizadora de entrada y salen a la superficie cerca de la pared divisoria vertical.

Debido a que el agua está en movimiento por todas partes, existe poco riesgo de sedimentación, siempre y cuando no se hayan sobrepasado las dimensiones mínimas en una proporción considerable. La dimensión más conveniente que hay que incrementar con el fin de obtener un mayor volumen de pozo es la distancia desde la cámara de entrada de las bombas. Debido a que el agua fluye a ellas por este camino, se evita la sedimentación. Los ensayos efectuados han demostrado que cualquier base o estructura de apoyo por debajo del tabique divisorio y el fondo de la cámara de entrada provocan turbulencias y remolinos, los cuales se esparcen hacia las bombas. Por tanto deberán evitarse estos componentes estructurales.

Para el diseño de la cámara de bombeo de tenerse en cuenta las siguientes características:

1. El volumen de la cámara de ser tal que: el tiempo máximo de retención del agua sea de 60 minutos y el tiempo mínimo de funcionamiento de las bombas 10 sea minutos.
2. Contará con un aliviadero de seguridad.



3. Estará cubierto con objeto de impedir olores y otros impactos.
4. Tendrá un fácil acceso tanto para equipos como para permitir su limpieza.

Las instalaciones de bombeo como se menciono anteriormente pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Sistema de cárcamo seco.
- Sistema de cárcamo húmedo

Para el diseño y dimensionamiento del pozo de bombas se recomienda utilizar la Figura 5.3 y 5.4 en las cuales se muestran el croquis de la cámara de bombeo y las dimensiones y relaciones de esta, respectivamente.

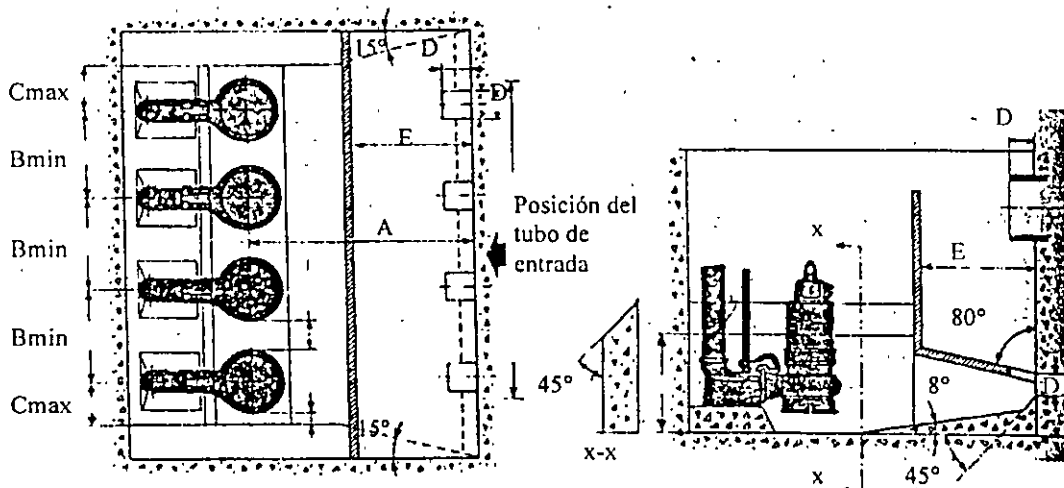


Figura 5.3. Cámara de bombeo en planta y corte.

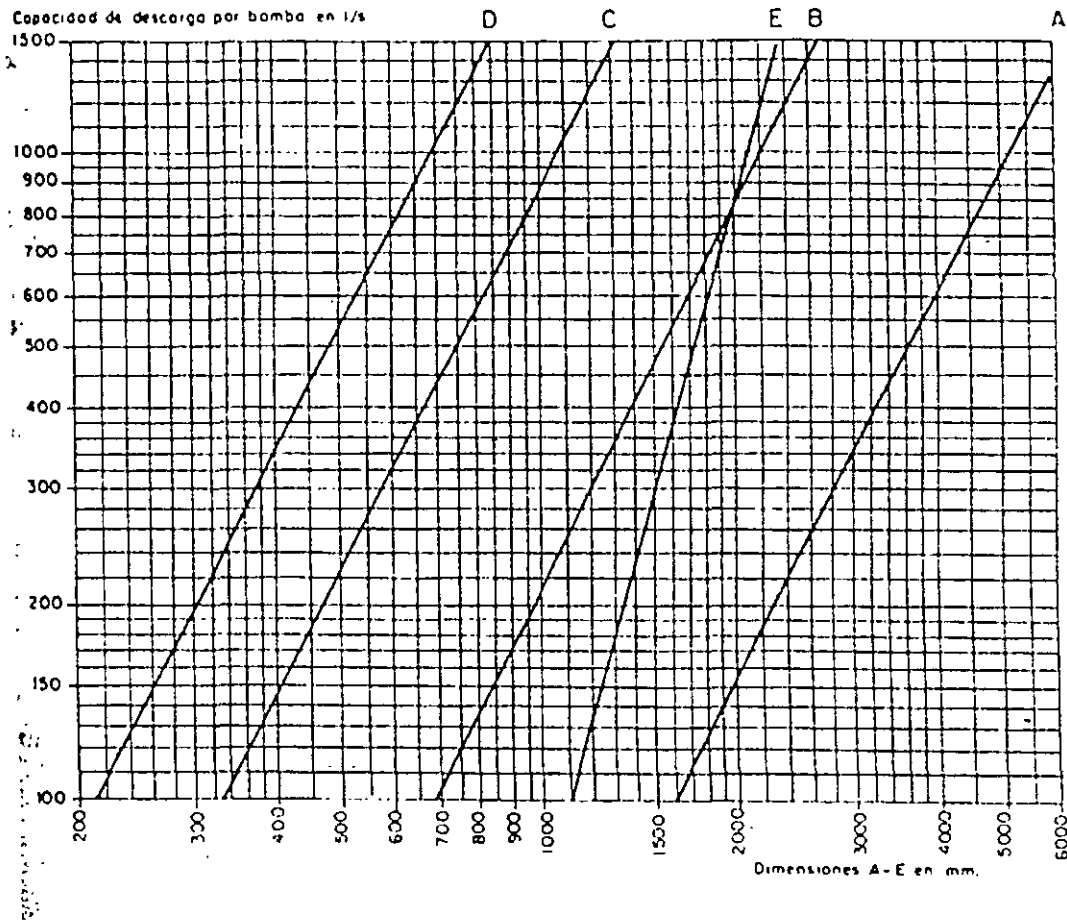


Figura 5.4 Diagrama para determinar las dimensiones A-E.

Si la altura disponible es insuficiente, el volumen necesario del pozo se obtiene incrementando la dimensión A.

El espacio entre dos carcassas no-deberá ser nunca inferior a 200 mm (dimensión B).

El espacio entre la pared y la carcasa de la bomba no debera ser menor a 100 mm (dimensión C).

### 5.3.5. Nivel mínimo de agua

El nivel mínimo de agua en la cámara de las bombas, es decir, el nivel de parada de éstas, tiene que ser lo suficientemente alto para que los agujeros cuadrados en el fondo de la cámara de entrada queden siempre sumergidos. Además deberá tenerse en cuenta que el nivel de agua más bajo queda determinado por las características de la bomba y en cualquier caso no deberá ser inferior a la parte alta del alojamiento del impulsor de la bomba.

Dimensiones del pozo de bombas. El tamaño de la instalación está determinado por el número y dimensiones de las bombas, así como por la capacidad de descarga de cada una de ellas.

### 5.3.6. Equipo de arranque

Las bombas grandes provistas de motores de jaula de ardilla requieren de una gran intensidad de corriente para el arranque directo. Según la capacidad de la red suministradora puede ser necesario instalar un equipo destinado a reducir esta corriente de arranque. Los métodos más comunes de arranque para los motores de jaula de ardilla que accionan bombas centrifugas son de arranque directo o arranque estrella-triángulo.

1. Ciclo de arranque para arranque directo. La curva de par ( $M$ ) para el motor, está considerablemente sobredimensionada durante todo el ciclo de arranque en relación con la curva de carga. Si la red lo soporta, este método resulta preferible ya que es simple, seguro y económico.
2. Arranque estrella-triángulo. Es un arranque óptimo, la curva par de un motor conectado en estrella ( $M_y$ ) tiene su punto de intersección con la curva de par resistente a la derecha del máximo  $M_y$ .

El par de arranque del motor conectado en estrella no es superior al 25-30% del par máximo de arranque directo  $M$ .

Cuando la curva del par ( $M_y$ ) de un motor conectado en estrella tiene su punto de intersección con la curva de par resistente a la izquierda del valor máximo, el motor no consigue acelerarse y por consiguiente la corriente de arranque  $I_D$  puede ser casi tan grande como en arranque directo.

La experiencia ha demostrado que las bombas y los ventiladores que requieren motores de más de 30 kW a menudo presentan estas características.

Debido a que la potencia requerida al motor por una bomba centrifuga es considerablemente inferior cuando se arranca contra una válvula cerrada, puede resultar ventajoso combinar el equipo de arranque estrella-triángulo, automáticamente, con válvulas motorizadas accionadas hidráulica, neumática o eléctricamente.

En la Figura 5.5. se muestran las partes que integran una estación de bombeo de aguas residuales de cárcamo húmedo.

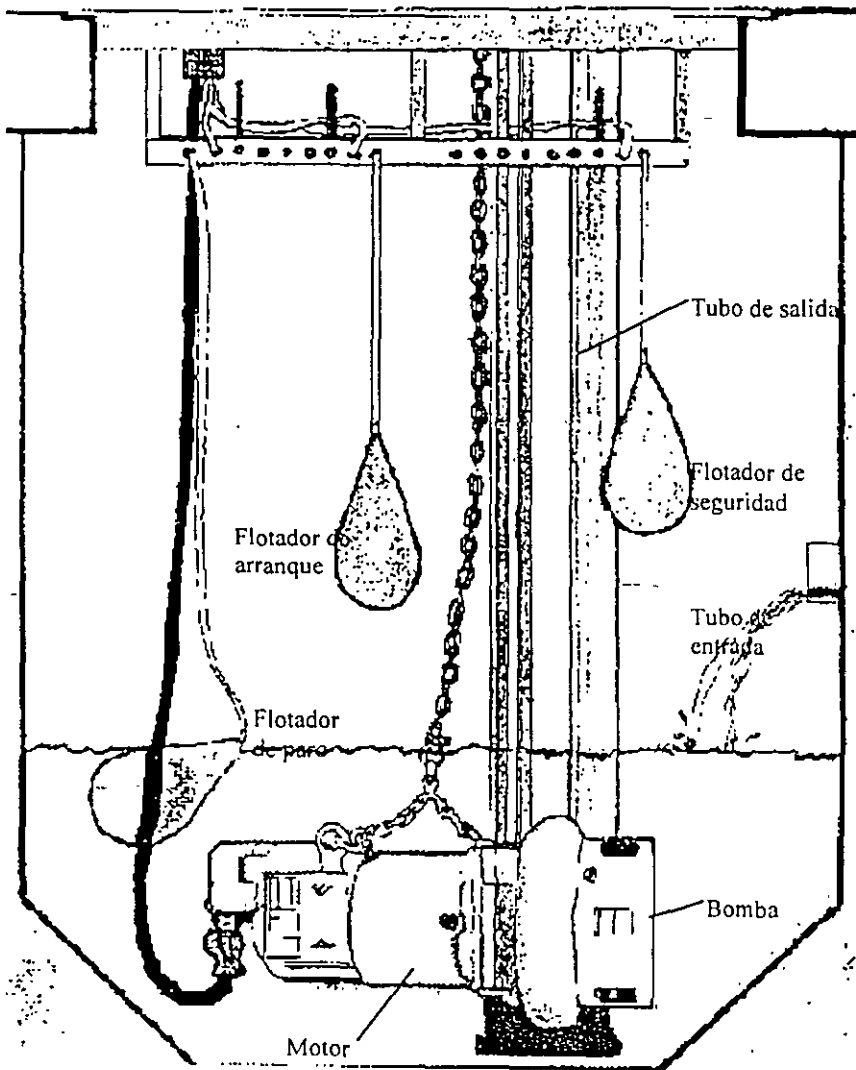


Figura 5.5 Partes de una planta de bombeo de aguas residuales.

## **CAPITULO 6**

### **INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES**

La instalación de evacuación de aguas pluviales es el conjunto de tuberías, conexiones y accesorios cuya finalidad es evacuar eficiente y rápidamente las áreas de captación de agua proveniente de la lluvia o nieve para evitar inundaciones dentro de las edificaciones.

Las aguas expulsadas por la instalación de evacuación de aguas pluviales son aguas blancas, es decir, son limpias y suelen ser ácidas.

Esta instalación descarga las aguas pluviales por gravedad y el diámetro de los tubos será función del área de captación y de la intensidad de lluvia de diseño.

Los materiales de las tuberías para construir esta instalación tienen por objetivos: no dejar filtrar el agua, resistir la acción corrosiva de las aguas que transportan, ser durables e instalados de tal forma que no sufran alteraciones por el movimiento de los edificios.

En este capítulo se estudiarán las características generales de la instalación de evacuación de aguas pluviales así como la reglamentación vigente en esta materia.

#### **6.1. Colectores y tuberías**

La red de evacuación de aguas pluviales está constituida por dos partes principales, que son:

- a) Instalación de evacuación particular.
- b) Instalación de drenaje municipal, llamada también red de alcantarillado municipal.

Como se mencionó en el Capítulo 1 el drenaje municipal está formado por las conexiones al alcantarillado municipal, las alcantarillas, los pozos de visita y las estructuras complementarias.

Una red de tuberías desaloja el agua pluvial de las áreas de captación de la edificación y la conduce hasta el límite del predio con la calle, donde se une con la red de alcantarillado municipal, a esta unión se le llama conexión al alcantarillado municipal o conexión domiciliaria.

Ya se ha expresado que la conexión al alcantarillado municipal sólo puede ser efectuada por personal del organismo operador del sistema de alcantarillado municipal, previa solicitud y pago de derechos del usuario.

Las tuberías de una red interior de evacuación, mostradas en la Figura 6.1 se clasifican de acuerdo a su función en: desagües, ramales o derivaciones, columnas o bajantes, albañales o colectores y sistema de ventilación.

Los desagües son los tubos que reciben directamente el agua de lluvia de las áreas de captación, su diámetro deberá ser función de la lluvia de diseño y el tamaño del área de captación.

Los ramales o derivaciones son las tuberías horizontales que recogen el agua de lluvia de un mismo nivel de la edificación. Se recomienda que se instalen bajo la losa o bajo el piso o a un nivel inferior para que los desagües tengan pendiente.

Las columnas o bajantes son las tuberías verticales encargadas de transportar las aguas pluviales hasta la planta baja de la edificación. Se instalan en los muros con abrazaderas fijadas a las losas.

Los albañales o colectores son las tuberías horizontales instaladas en la planta baja que reúnen las aguas pluviales de la edificación, hasta un albañal principal que conduce el gasto total hasta el alcantarillado municipal. En los puntos de reunión de dos o más albañales, en los cambios de dirección y a cada diez metros de longitud de albañal deberá construirse un registro, que es una estructura de tapa hermética, mediante la cual se puede revisar y destapar el albañal en caso de ser necesario.

El sistema de ventilación son las tuberías o red de tuberías, que se conectan con el sistema de evacuación para impedir que los malos olores puedan entrar en la edificación y para asegurar que la instalación trabajará a gravedad, evitando los problemas de sifonamiento que se estudiaron en el Capítulo 3, si la edificación cuenta con un sistema de evacuación mixto.

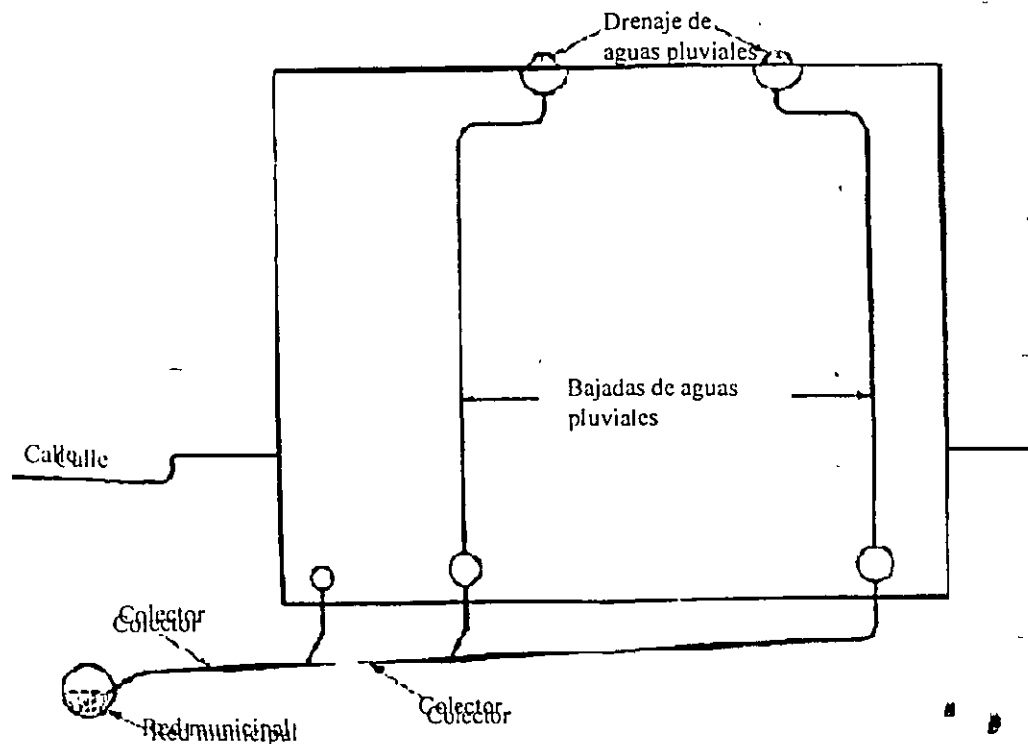


Figura 6.1. Tuberías de una red interior de evacuación de aguas pluviales.

## 6.2. Reglamentación

El Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios (RISRE) contiene las disposiciones técnicas que deben considerarse en el diseño de una instalación de evacuación de agua pluvial.

También debe tenerse presente que, dependiendo de la ubicación del proyecto, deberán consultarse los reglamentos locales vigentes. En el Distrito Federal, existen el Reglamento de Agua y Drenaje para el D.F. (RADDf) y el Reglamento de Construcciones para el D.F. (RCDF), que incluye las Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje<sup>4</sup>.

Además, algunos organismos han elaborado sus propias especificaciones que deben cumplirse en sus proyectos, como las Normas del IMSS<sup>5</sup>.

A continuación se resumen las principales disposiciones de estos reglamentos.

### 6.2.1. Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios

Artículo	Sinopsis
26	Pendiente mínima en las azoteas del 1.5%.
27	Por cada 100 m <sup>2</sup> de azotea o proyección horizontal se instalará un conducto para la recolección y conducción de las aguas pluviales, de 75 mm de diámetro o uno de área equivalente
31	Los patios pavimentados tendrán una pendiente mínima del 1% hacia coladeras con obturador hidráulico.
75	Los tubos utilizados para albañales serán de 15 cm de diámetro interior como mínimo.
81	Los cambios de dirección de albañales y ramales tendrán una deflexión máxima de 45°.
83	Los albañales tendrán una pendiente mínima del 1.5%.
84	Para la limpieza de los albañales se construirán registros a cada 10 m en tramos rectos, así como en el límite del predio y la vía pública.
85	El tamaño de los registros de acuerdo a su profundidad será: Para profundidad hasta un metro      40 x 60 cm Para profundidad hasta dos metros      50 x 70 cm Para profundidad de más de dos metros      60 x 80 cm Las cubiertas no serán menores de      40 x 60 cm
86	En cada cambio de dirección y en cada conexión de los ramales con el albañal principal, se construirá un registro.
88	Las bajadas de agua pluvial serán de lámina galvanizada, fierro fundido o de otros materiales aprobados por la autoridad sanitaria, y se fijarán de manera sólida a los muros.
89	Las bajadas de agua pluvial no podrán utilizarse como tubos ventiladores.
90	Las bajadas pluviales se conectarán al albañal por medio de un sifón o

<sup>4</sup> Publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 27 de Febrero de 1995.

<sup>5</sup> Normas de Proyecto de Ingeniería. IMSS. Tomo II. Instalaciones hidráulica, sanitaria y gases medicinales. Ed. 1993.

	una coladera de obturación hidráulica y tapa a prueba de roedores, colocada abajo del tubo de descarga. La conexión podrá ser directa, sin sifón ni coladera cuando las bocas de entrada de agua o las bajadas, se localicen en azoteas no transitadas y a una distancia no menor de 3m de cualquier vano de ventilación.
91	Queda prohibido el sistema llamado de gárgolas o canales, que descarguen a chorro desde las azoteas.
92	Los desagües pluviales de marquesinas y saledizos, se harán por medio de tuberías empotradas o adheridas a ellos, y su descarga final será en el interior del propio edificio.

### 6.2.2. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal

Artículo	Sinopsis
157	Los desagües tendrán un diámetro no menor de 32 mm, ni inferior al de salida de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima del 2%.
158	Queda prohibido el uso de gárgolas o canales que descarguen agua a chorro fuera de los límites del predio.
159	Los albañales serán de 15 cm de diámetro interior como mínimo y su pendiente mínima será del 2%.
160	Se construirán registros en tramos rectos del albañal a distancias no mayores de 10 m, y también en los cambios de dirección. Los registros serán de 40 x 60 cm, para profundidades hasta un metro; de 50 x 70 cm, entre uno y dos metros de profundidad y de 60 x 80 cm, para profundidades mayores de dos metros.

### 6.2.3. Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje

Inciso	Sinopsis
4.2.1.	Para la determinación del gasto pluvial de diseño se recomienda utilizar el método de la fórmula racional. El diseño de las bajadas, ramales horizontales y redes generales pluviales se realizará con base en la expresión de Manning.
4.2.2.	El cálculo del gasto de diseño se realizará con la siguiente fórmula: $Q_p = 2.778 C I A$ .
4.2.3.	La intensidad de lluvia se calculará con la expresión: $I = 60 h_p / t_c$ Donde: I= intensidad de lluvia en mm/h h <sub>p</sub> = precipitación media para un tiempo de retorno (tr) y una duración t <sub>c</sub> , en mm t <sub>c</sub> = tiempo de concentración en minutos
4.2.7.	Los ramales pueden ser interiores y exteriores.  Para los interiores se recomienda:  1. Para diámetros de 75 mm o menores, S=2%. 2. Para diámetros de 100 mm o mayores, S=1%. Deberá considerarse la localización de tapones registro, a las siguientes



máximas distancias, para facilitar su mantenimiento.

- a. Para diámetros de 200 mm o menores,  $L=15$  m.
- b. Para diámetros de 250 mm o mayores,  $L=30$  m.

Para los exteriores se utilizará la ecuación de continuidad y la fórmula de Manning, teniendo en cuenta:

- a. La pendiente mínima es aquella que produce una velocidad de 60 cm/s a tubo lleno.
- b. La pendiente máxima es aquella que produce una velocidad de 3 m/s a tubo lleno.
- c. El diámetro mínimo entre registros es de 0.15 m y entre pozos de visita de 0.30 m.
- d. Cuando las redes de alcantarillado se ubiquen en una zona de tránsito vehicular pesado, la profundidad mínima entre la rasante de terreno y el lomo de la tubería será de 90 cm, esta profundidad podrá disminuirse, siempre y cuando se garantice, que la tubería quedará protegida o revestida contra los impactos mecánicos, exceptuando a las tuberías metálicas.
- e. Los albañales deberán tener registros a 10 metros de longitud de albañal y en los cambios de dirección. Los registros serán de 40 x 60 cm hasta un metro de profundidad; de 50 x 70 cm para profundidades entre uno y dos metros; y de 60 x 80 para profundidades mayores de dos metros.

## **CAPITULO 7.**

### **FONTANERIA DE LA INSTALACION DE EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES.**

Los diferentes materiales de los tubos, sistemas de unión y características, para la construcción de la instalación de evacuación de aguas pluviales, son los mismos que los utilizados en la instalación de evacuación de aguas residuales.

El ingeniero es el encargado y responsable de seleccionar y especificar la tubería más adecuada, piezas especiales y sistemas de unión para usarse en algún proyecto dado. Para tomar la mejor decisión es importante considerar las siguientes características (descritas en el Capítulo 2) de las tuberías y piezas especiales:

Resistencia a la corrosión de la tubería y piezas especiales.

Costo total instalado.

Resistencia física de la tubería y piezas especiales.

Al escoger el material de la tubería hay que tener en cuenta las condiciones del medio a las que estará sujeta como: clima, tipo de aguas residuales, posibles esfuerzos mecánicos, etcétera.

#### **7.1. Estructuras conexas o especiales.**

Como se mencionó en el Capítulo 6 para evacuar el agua y con fines de mantenimiento deben construirse registros a cada 10 m de longitud de albañal, en los cambios de dirección y previo al límite del predio para realizar la conexión al alcantarillado municipal.

También en caso de ser necesario por el desnivel entre el alcantarillado municipal y la instalación de aguas pluviales se debe implementar un sistema de bombeo de aguas pluviales, que se explicó en el Capítulo 5.

En caso de que la edificación no pueda cumplir con las áreas libres permeables sin construir o se pretenda el aprovechamiento de las aguas pluviales, se recomienda el uso de una cisterna, cuya función será recibir todas las aguas recolectas por la red de aguas pluviales, su capacidad deberá ser tal que almacene el gasto máximo durante un tiempo igual a la duración de la tormenta de diseño. La cisterna debe ser totalmente impermeable, estar bien ventilada y estar equipada con estructuras que permitan la retención y decantación de sólidos sedimentables.

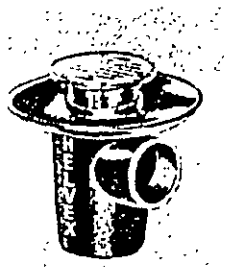
Otra estructura especial es el tanque regulador o de tormentas, que se utiliza cuando el diámetro de descarga del predio es mayor que el diámetro de la red de alcantarillado municipal, su función es retardar la salida de aguas pluviales del predio hacia la red municipal. Se diseñará con base en una tormenta de 5 minutos, del gasto pluvial a captar, el tiempo de concentración y de la capacidad del colector municipal donde se descargarán las aguas del predio. El tanque variará de acuerdo a las características señaladas,

pudiéndose diseñar para un tiempo de llenado máximo de una hora, con tiempos de vaciado continuo de 8, 16 y hasta 24 horas.

Existen las coladeras pluviales que tienen por función retener las materias sólidas que podrían obstruir o tapar la red de evacuación de aguas pluviales, evitando el correcto funcionamiento de esta. Se colocan en los patios, azoteas y lugares donde después de estas el agua pluvial entra a la red de evacuación de aguas pluviales.

En la Figura 7.1, se muestra el catálogo Helvex de coladeras, válvulas para drenaje e interceptor de grasa

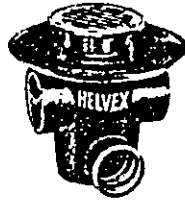
**COLADERAS PARA PISO Nos. 24-25-26-282-H y 282-35-CH**



**NO. 24 APLICACIONES**

Para colocarse en baños, regaderas, vestíbulos y en todos aquellos lugares donde se necesite una coladera con cespól y rejilla, de una sola conexión de rosca standard para tubo de 50 mm. (2").

**ESPECIFICACIONES:** Coladeras para piso, Marca HELVEX, con cuerpo de Hierro Fundido y pintura especial anticorrosiva, plato de doble drenaje con pequeños agujeros conectados al interior y que sirven para recibir el impermeabilizante y para evitar que el agua que penetra por la junta de la rejilla y el piso, produzca humedades en el piso inferior. Rejilla ajustable de bronce cromado con tapa removible de níquel-bronce y casquillo removible.



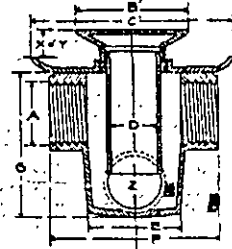
**NO. 25 APLICACIONES**

Coladera similar a la No. 24 pero con tres conexiones con rosca standard, las dos superiores para tubo de 50 mm. (2") y la inferior de 38 mm (1 1/2"), que sirve para recibir el drenaje de la tina haciendo sello hidráulico, y las dos superiores sirven para escoger la que más convenga, y conectar por ella la coladera al drenaje.



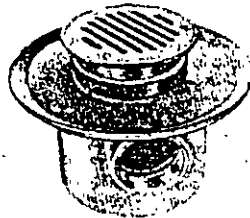
**NO. 26 APLICACIONES**

Igual a la No. 25 pero con tapa ciega, en lugar de rejilla para usarse como trampa únicamente.



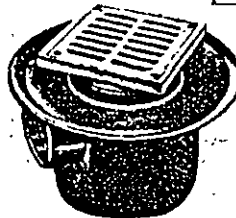
**DIMENSIONES EN CENTIMETROS**

A	B	C	D	E	F	G	X	Y	Z
5.0	9.9	18.1	5.3	10	14.3	12.8	1.6	3.5	3.8



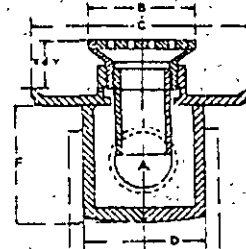
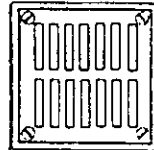
**282-H APLICACIONES**

Para colocarse en baños, regaderas, vestíbulos y en todos aquellos lugares donde se necesite una coladera con cespól y rejilla. Esta coladera tiene una rejilla redonda.



**282-35CH APLICACIONES**

Igual que la anterior pero con rejilla cuadrada, para aquellos acabados donde se prefieren las líneas rectas. El diámetro de la rejilla redonda, es el lado de la rejilla cuadrada.



**DIMENSIONES EN CENTIMETROS**

A	B	C	D	F	X	Y
5.0	12.9	23.3	15.3	12	1.5	4.5

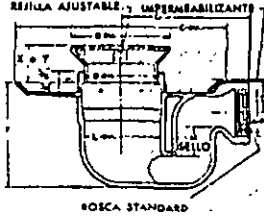
No acepte imitaciones, insista en:

**HELVEX**

garantía de calidad

## COLADERA PARA PISO No. 262-H y 262-35-CH

**ESPECIFICACIONES:** Coladera para piso, marca HELVEX, serie 260, tipo 262-H. Césped integral. Plato especial de doble drenaje con pequeños agujeros conectados al interior del césped para evitar que el agua que penetra por la junta de la rejilla y el piso produzca humedades en el piso inferior. Cuerpo de hierro fundido, con pintura especial anticorrosiva. Rejilla ajustable de bronce cromado. Salida con rosca para tubo de 50 mm (2").



262-H y 262-35CH  
APLICACIONES

Para colocarse en baños, regaderas, vestíbulos y en todos aquellos lugares donde se necesite una coladera con césped integral y rejilla redonda cromada ajustable.

DIMENSIONES EN CENTIMETROS

A	B	C	D	E	F	G	L	M	X	Y
5.0	12.9	17.3	9.5	3.9	14	16.1	9.9	3.8	2.3	4.7



262-35CH

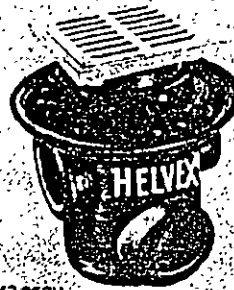
Coladera para piso, marca HELVEX, serie 260, modelo 262-35CH. Idéntica en todo a la coladera 262-H con excepción de la rejilla, que en lugar de ser redonda, es cuadrada, facilitando así la instalación y el buen terminado del piso cuando el material que se vaya a colocar (cerámica, mayólica, cristalita, etc.) tenga la dos rectos.



## COLADERAS PARA PISO Nos. 1342-H y 1342-35-CH

### COLADERA 1342-H

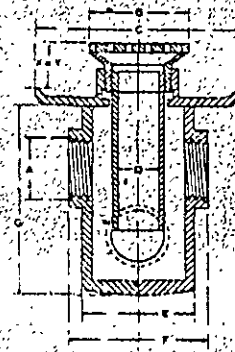
Coladeras para piso, Marca HELVEX, serie 1340, tipo 1342-H con cuerpo de Hierro Fundido y pintura especial anticorrosiva, plato de doble drenaje con pequeños agujeros conectados al interior y que sirven para recibir el impermeabilizante y para evitar que el agua que penetra por la junta de la rejilla y el piso, produzca humedades en el piso inferior. Rejilla de bronce cromado removible de níquel-bronce y casquillo removible. Con tres conexiones con rosca standard para tubo de 50 mm. (2"), de las cuales la inferior sirve para recibir el drenaje de la tina y las dos superiores sirven para escoger la que más convenga, y conectar, por ella, la coladera al drenaje.



1342-35CH

Coladera para piso, marca HELVEX, serie 1340, modelo 1342-35CH. Idéntica en todo a la coladera 1342-H con excepción de la rejilla, que en lugar de ser redonda, es cuadrada.

El diámetro de la rejilla redonda es el lado de la rejilla cuadrada.



DIMENSIONES EN CENTIMETROS

A	B	C	D	E	F	G	X	Y
5.0	12.9	20.0	8.3	14.1	16.9	15.0	1.5	3.5

### Nota Importante

Para aquellas instalaciones que quedan colgadas del techo del piso inferior y ocultas con un plafón falso, podemos suministrar rejillas ajustables de nuestras coladeras 24, 25, 26, 262, 282, 342 y 1342, con una extensión de la longitud necesaria para atravesar el grueso de la losa, con cuerda corrida para su colocación, incluyendo el casquillo correspondiente también más largo. El cargo extra variará de acuerdo con el tamaño del aumento.

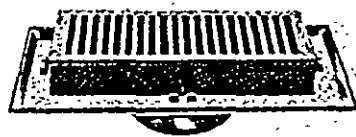
No acepte imitaciones, insista en:

**HELVEX**

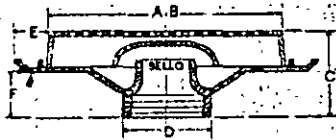
garantía de calidad

## COLADERAS PARA PISO EN EXTERIORES

### COLADERA PARA PISO 2714



2714. Con sello hidráulico de campana.



**ESPECIFICACIONES:** Coladera rectangular de hierro fundido con pintura especial anticorrosiva. Plato especial anticorrosivo. Plato de doble drenaje. Rejilla removible para tránsito pesado. Salida con rosca para tubo de 10 cm. (4").

**APLICACIONES:** Para instalarse en patios, terrazas, fábricas y plantas industriales, garages, cubos de elevador, lavanderías y lugares similares, aún en aquellos de tránsito pesado, y donde se necesite que la coladera tenga cáspol integral.

#### DIMENSIONES EN CENTÍMETROS

A	B	C	D	E	F	G
19.5	38.5	14.5	13.1	5.8	7.3	10.1

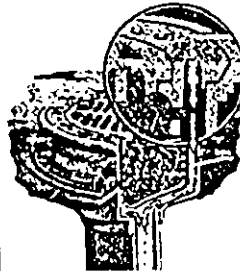
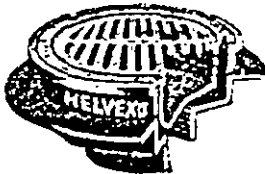
### COLADERA PARA PISO 5424

**ESPECIFICACIONES:** Coladera para piso, marca HELVEX, serie 5420, tipo 5424. De hierro fundido, con pintura especial anticorrosiva. Canastilla de sedimentos removible. Triple drenaje que funciona en la siguiente forma:

- Drenaje por los pequeños agujeros de la canastilla de sedimentos, que impiden el paso de partículas que pudieran obstruir las líneas de drenaje.
- Plato de doble drenaje con pequeños agujeros conectados al interior de la coladera para evitar que el agua que penetre por la junta de la coladera y el piso produzca humedades en el piso inferior.
- Drenaje por una serie de pequeños agujeros situados en la periferia rodeando a la rejilla y que por tener un camino independiente al drenaje, trabajan aún cuando la canastilla esté completamente llena, impidiendo así que el agua se acumule en el área por drenar. El drenaje por estos agujeros es sin embargo, más lento, indicando así que debe limpiarse la canastilla.

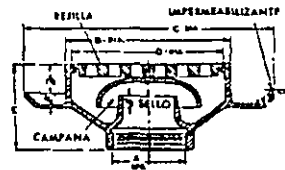
#### DIMENSIONES EN CENTÍMETROS

A	B	C	D	E	M	P	R
10.1	22.9	31.8	16.4	12.6	21.2	14.6	6.3



ESPECIFIQUELAS POR NUMERO

### COLADERA PARA PISO 2514



**ESPECIFICACIONES:** Coladera para piso, marca HELVEX, serie 2510, tipo 2514. De hierro fundido, con pintura especial anticorrosiva. Plato especial de doble drenaje con pequeños agujeros conectados al interior de la coladera para evitar que el agua que penetre por la junta con el piso, produzca humedades en el piso inferior. Rejilla especial para trabajo pesado. Campana integral para producir sello hidráulico y evitar el paso de olores y gases de las líneas de drenaje al lugar donde la coladera se ha colocado. Salida con rosca para tubo de 10 cm. (4").

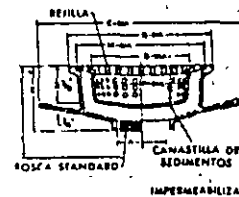
**APLICACIONES:** Para instalarse en patios, terrazas, fábricas y plantas industriales, garages, cubos de elevador, lavanderías y lugares similares, aún en aquellos de tránsito pesado, y donde se necesite que la coladera tenga cáspol integral.

#### DIMENSIONES EN CENTÍMETROS

A	B	C	D	E
10.1	22.4	34.2	20.0	12.1

La rejilla superior no puede colocarse sin la canastilla de sedimentos, evitando que por descuido se use la coladera sin canastilla. Salida con rosca para tubo de 4" (101 mm.).

**APLICACIONES:** Para usarse en fábricas y plantas industriales, terrazas, bajadas pluviales cuando exista tránsito en el piso donde se encuentre la bajada, garages, lavanderías, cocinas, etc., y en todos aquellos lugares en los cuales el agua que va al drenaje arrastre sustancias extrañas que puedan obstruir las líneas de drenaje.

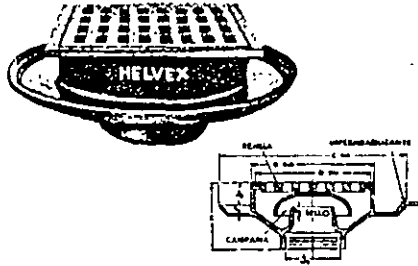


No acepte imitaciones, insista en:

**HELVEX**

garantía de calidad

**COLADERA PARA PISO CON REJILLA CROMADA No. 2584**



**ESPECIFICACIONES:** Coladeras para piso, marca HELVEX, serie 2580, modelo 2584-25. Cuerpo especial de hierro fundido con pintura especial anticorrosiva y plato de doble drenaje y rejilla CUA-DRADA removible de bronce cromado.

La serie 2580 lleva una campana integral, para producir sello hidráulico que evite el paso de malos olores y gases del drenaje al lugar donde se ha colocado la coladera.

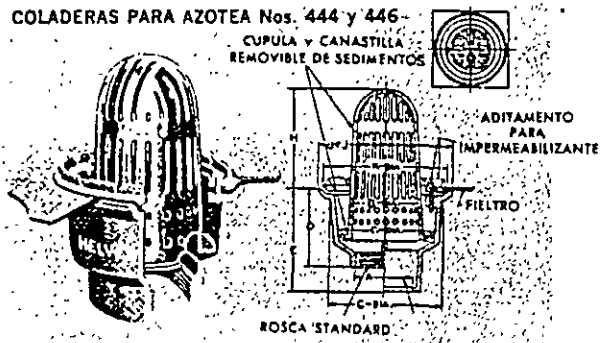
Calida vertical con roscas standard para tubo de 10 cm. (4").

Para instalarse en lugares donde se necesite una coladera de gran capacidad de drenaje con rejilla cromada.

**DIMENSIONES EN CENTIMETROS**

No	A	B	C	D	E
2584-25	10.1	25	34.4	20	13.5

**COLADERAS PARA AZOTEA Nos. 444 y 446**



**ESPECIFICACIONES:** Coladeras para azotea, marca HELVEX, Serie 440 tipos 444 y 446. De hierro fundido, con pintura especial anticorrosiva. Cúpula y canastilla de sedimentos en una sola pieza removible. Anillo especial para la colocación del impermeabilizante. Salida con rosca (coladera 444) o especial para retacar (coladeras 444-X y 446-X) para tubo de 101 mm. (4"), la 444 y de 152 mm. (6") la 446.

**APLICACIONES:** Para colocarse en todas aquellas bajadas pluviales que drenen superficies en donde no exista tránsito sobre la coladera, es decir, que permitan la instalación de cúpula y no requieran una rejilla plana.

**DIMENSIONES EN CENTIMETROS**

No.	A	B	C	D	E	K	G	H	J
444	10.1	9.3	17.1	11.8		19.7	15.2	10.4	20.7
446	14.1	12.3	25.1			21.6	26	22.7	27.5

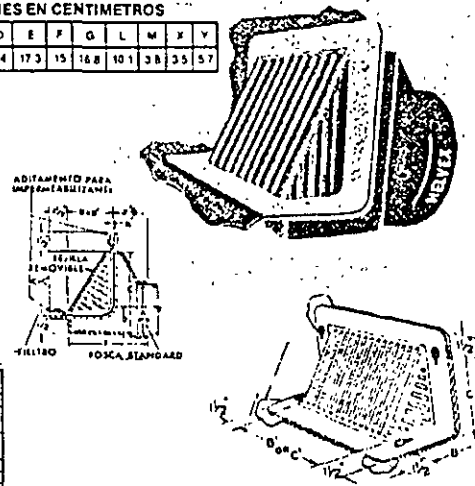
**DIMENSIONES EN CENTIMETROS**

No.	A	B	C	D	E	F	G	L	M	X	Y
4954	10.1	8.3	13.8	8.4	17.3	15	16.8	10.1	3.8	35	57

**COLADERA PARA PRETIL No. 4954**

**ESPECIFICACIONES:** Coladera para pretil marca HELVEX, serie 4950, modelo 4954. De hierro fundido, con pintura especial anticorrosiva. Rejilla removible. Aditamento especial para la colocación del impermeabilizante. Salida lateral con rosca para tubo de 10 cm. (4").

**APLICACIONES:** Para colocarse en todas las bajadas pluviales situadas en el pretil o esquina de las azoteas, terrazas, etc., cuando el tubo de bajada atraviesa la pared para colocarse en el exterior de la fachada con el empleo de un codo de 90°.



**CAPACIDAD DE BAJADAS DE AGUA PLUVIAL EXPRESADA EN METROS CUADRADOS DE AREA DE AZOTEA DRENAJE PLUVIAL**

QUANTO BAJADA EN MM	INTENSIDAD MED A BASTANTE ABUNDANTE PARA AGUACEROS EN 4 MINUTOS EXPRESADA EN MEMORIA				DRENAJE PLUVIAL
	75	100	125	150	
75	51	58	65	72	18
83	51	58	65	72	20
91	58	65	72	79	22
99	65	72	79	86	24
107	72	79	86	93	26
114	79	86	93	100	28
122	86	93	100	107	30
130	93	100	107	114	32
137	100	107	114	121	34
145	107	114	121	128	36

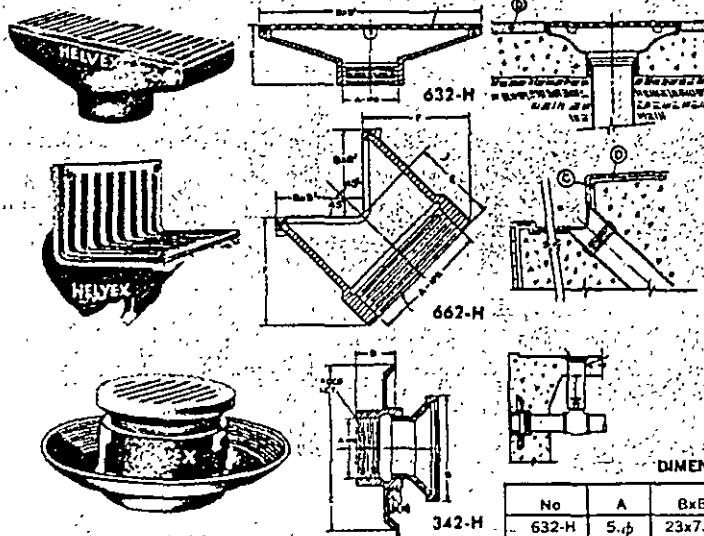
No acepte imitaciones, insista en:



garantía de calidad

## REBOSADEROS HELVEX

garantía de calidad



**ESPECIFICACIONES:** Rebosaderos marca HELVEX, series 630, 660 y 340, modelos 632H, 662H y 342H. Cuerpo de bronce o hierro fundido con cuerda standard para tubo de 50 mm. (2") rejilla removible de bronce cromado sujeta con tornillos.

**APLICACIONES:** Pueden usarse como rebosaderos y como inyectoras de agua, sirviendo también como coladeras de salida, en aquellos lugares que requieren una rejilla cromada con magnífica presentación y gran superficie de drenado.

No. 632H: Cuerpo de bronce y rejilla cromada alargada y angosta con una gran área libre de drenado.

No. 662H: Cuerpo de bronce y rejilla de ángulo cromada y salida a 45° que la hacen ideal para rebosaderos y coladeras de salida en esquina (ver esquema).

No. 342H: Para usarse como inyector y coladera de salida. De esta coladera, podemos surtir también la rejilla suelta con rosca interior de 50 mm. (2").

DIMENSIONES EN CENTIMETROS

No	A	BxB	C	D	E	F	X	Y
632-H	5.φ	23x7.7			6.3			
662-H	5.φ	13.6x5			4	5.6		
342-H	5 φ	9.9	20	6.7	4	0	3.2	5.3

### VALVULA PARA DRENAJE MODELO 1176

EVITE USTED EL REGRESO DE AGUAS NEGRAS EN SUS LINEAS DE DRENAJE

... y los problemas que ocasionan, instalando para ello EN TODAS sus construcciones, una válvula HELVEX para drenaje, con la cual obtendrá una protección positiva contra las inundaciones de aguas negras, ocasionadas por exceso de carga en los colectores municipales, lluvias y aguaceros torrenciales, obstrucción parcial o total de las líneas, capacidad o pendiente inadecuadas y muchas otras causas.

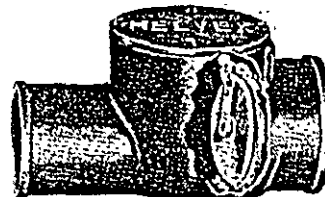
Su diseño especial patentado, la cuidadosa selección de los materiales que intervienen en su fabricación y las técnicas más modernas, le aseguran un funcionamiento perfecto, respaldado por el prestigio y alta calidad, ya tradicional en todos los productos HELVEX.

**ESPECIFICACIONES:** Válvula HELVEX para drenaje modelo 1176.

Cuerpo de hierro fundido con pintura especial anticorrosiva. Tapa de registro fácilmente removible y con apoyos de nivelación para facilitar su correcta instalación. Conexiones de campana y espiga, para que la válvula pueda instalarse en tuberías de drenaje, de cualquier material, con un diámetro interior de 15 cm. (6").

Compuerta y asiento de la misma fabricados en bronce y unidos por una bisagra doble especial, que impiden la corrosión de los mismos y aseguran una posición siempre correcta y permiten una limpieza automática de todas sus piezas.

La compuerta cierra a la menor presión en sentido contrario, impidiendo el regreso de agua negra, pero puede abrirse totalmente, permitiendo así que las líneas de drenaje puedan trabajar a tubo lleno. Su soporte además, le permite girar libremente, lo que asegura un desgaste parejo tanto en la compuerta como en el asiento, lograndose siempre un cierre total.



**POSICION NORMAL**

La compuerta queda un poco abierta, para permitir la circulación de aire por las líneas de drenaje.



**COMPUERTA ABIERTA**

La compuerta puede abrirse lo que sea necesario para permitir la salida del drenaje de la casa o edificio hacia el colector de la calle.

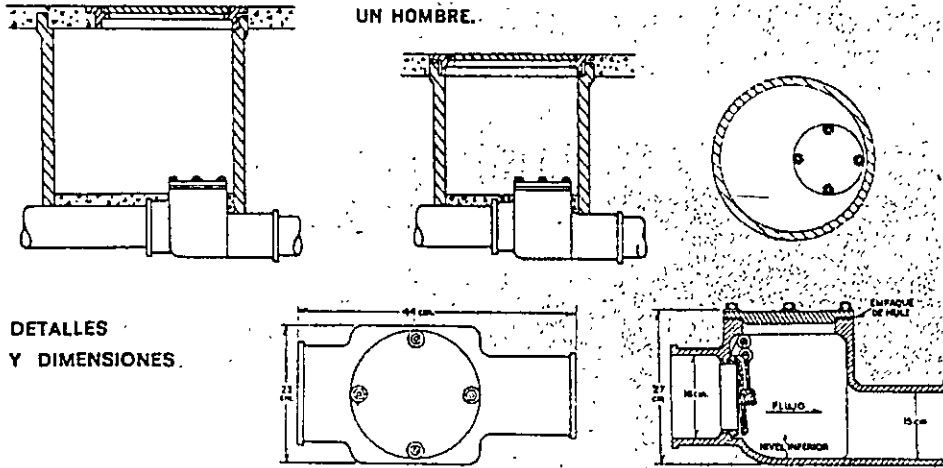


**COMPUERTA CERRADA**

Cierra instantánea y totalmente a la menor presión en sentido contrario, impidiendo el regreso de aguas negras y evitando inundaciones.



DIAGRAMA DE INSTALACION MOSTRANDO LA VALVULA Y EL REGISTRO CORRESPONDIENTE, CUYA TAPA PERMITE EL PASO DE UN HOMBRE.



DETALLES Y DIMENSIONES.

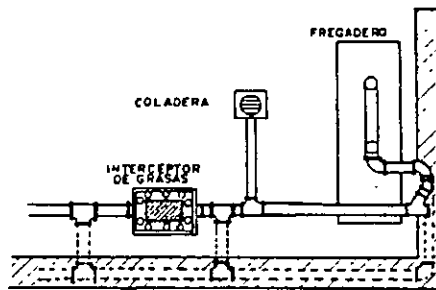
## INTERCEPTOR DE GRASA

**HELVEX**

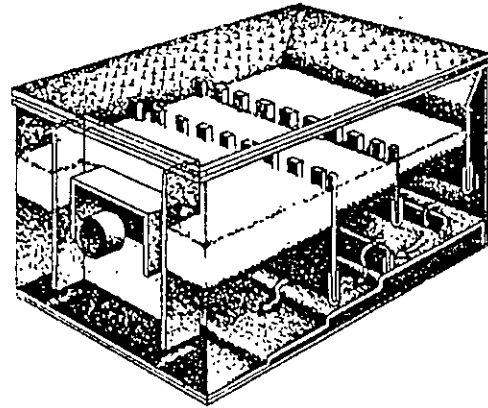
garantía de calidad

Diseñado especialmente para cocinas de hospitales, hoteles, cafeterías, restaurantes, cantinas, torterías, residencias de departamentos multifamiliares, etc., etc. y en general para todos aquellos lugares donde el agua se desbota cargada de grasas y otros desperdicios, que deben ser retirados antes de pasar a los drenajes principales, para evitar así que se obstruyan y causen serios problemas.

Esto se consigue conectando a la caja interceptora de grasa el drenaje de los fregaderos, lavabos de trastes, las coladeras de zona de marmitas y otros muebles con drenaje grasoso.



TUBO DOBLE VENTILACION



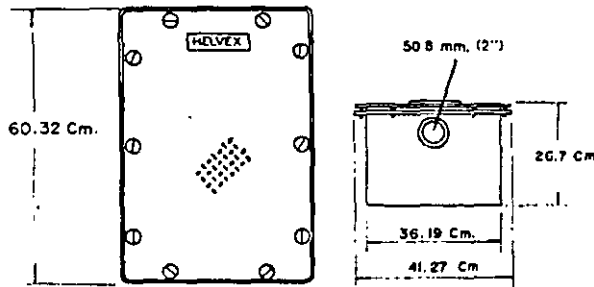
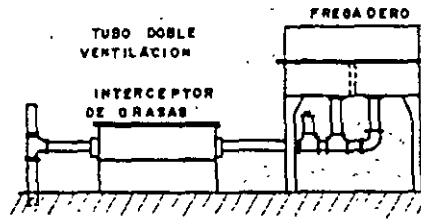
En la caja interceptora queda retenida la grasa y puede ser retirada periódicamente.

En plantas elaboradoras y empaquetadoras de carnes y embutidos, las grasas y mantecas arretradas con el agua de proceso, deben retenerse, no sólo para evitar obstrucciones en los drenajes y preservar la higiene, sino también por su valor de recuperación.

El funcionamiento de nuestro interceptor es muy sencillo, ya que, por simple diferencia de densidad, la grasa que lleva el agua en suspensión, al pasar ésta por su fondo de cascada y chocar contra una serie de mamparas verticales se separa hacia la superficie y se va acumulando en forma de bloques de grasa medio solidificada. El agua, ya limpia, sigue su camino hacia el drenaje y la grasa se acumula en la parte superior del interceptor, de donde se seca periódicamente, quitando para ello los tornillos de la tapa.

La frecuencia de limpieza del interceptor dependerá del uso y de la concentración de grasa en los muebles cuyo drenaje se le conecte, debiendo al principio revisarla frecuentemente hasta determinar la periodicidad recomendada.

El interceptor está construido de lámina cold-rolled con espesor de 6 mm. (1/4"), soldada y probada a presión. Su terminación de una capa de zinc, garantiza su resistencia a la corrosión y oxidación. Se puede instalar sobre el piso o a nivel del mismo y su tapa superior tiene una terminación corrugada, a fin de evitar resbalones y accidentes.



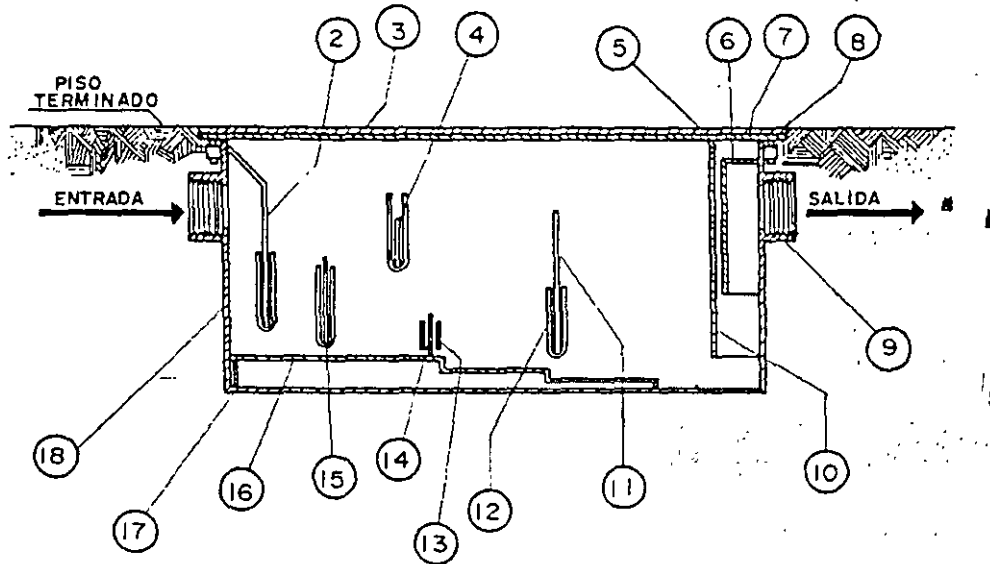
ESTE INTERCEPTOR TIENE UNA CAPACIDAD DE ALMACENAJE DE 18.14 KILOS DE GRASA

LA CAPACIDAD DE FLUJO DEL INTERCEPTOR ES DE 45 LITROS POR MINUTO

TODAS SUS PARTES SE ENCUENTRAN GALVANIZADAS PARA EVITAR LA CORROSION.

LA TAPA DEL INTERCEPTOR DE GRASAS SE ENCUENTRA LABRADA PARA EVITAR RESBALAMIENTOS, YA QUE SU INSTALACION SE RECOMIENDA AL NIVEL DEL PISO.

### INSTALACION Y PARTES DE LA CAJA INTERCEPTORA DE GRASAS



2.- 1-05-158	Placa desviadora primaria.	8.- 2-05-023	Marco sujeción p/emp. y tapa.	14.- 1-05-160	Placa mampara chica.
3.- 2-05-024	Tapa y placa c/remaches.	9.- 1-05-129	Copie.	15.- 1-05-159	Placa mampara grande.
4.- 1-05-162	Rejilla mampara chica.	10.- 1-05-122	Aceleración sifón	16.- 2-05-020	Cascada armada.
5.- 1-05-126	Tornillo cabeza plana de 10 mm. (3/8")	11.- 1-05-161	Rejilla mampara grande.	17.- 2-05-017	Placa fondo y soporte cascada armada.
6.- 1-06-124	"U" para cespól.	12.- 1-05-134	Gula soporte de mampara.	18.- 2-05-015	Sección frontal armada.
7.- 1-05-154	Junta de tapa y caja	13.- 1-05-123	Soporte "U" de mampara.		

Figura 7.1. Catálogo Helvex.

## **CAPITULO 8**

### **DISEÑO DE LA INSTALACION DE EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES**

La instalación de evacuación de aguas pluviales se diseña con base en el área de captación de lluvia y la intensidad de la lluvia de diseño. A diferencia de la instalación de evacuación de aguas residuales, las tuberías pueden trabajar a tubo lleno dependiendo de la cantidad de lluvia.

Cabe mencionar que con el fin de recuperar los mantos acuíferos, se deberá considerar lo dispuesto en el Artículo 77 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, el cual se refiere a la superficie mínima que deberá dejarse sin construir en un predio, la cual deberá ser jardinada y deprimida, o en su caso por necesidades propias de la edificación podrá cubrirse con adopasto, adocreto o con cualquier tipo de material que permita en gran parte la infiltración de las aguas pluviales al subsuelo.

De acuerdo con el artículo 91 del Reglamento del Servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal, publicado el 25 de enero de 1990, para los nuevos desarrollos urbanos los sistemas de evacuación de aguas residuales y pluviales, deben construirse por separado, pudiéndose así aprovechar las aguas pluviales para el riego de áreas verdes, lavado de patios o para que el agua se infiltre al subsuelo, dependiendo de las características de éste.

#### **8.1. Cálculo del gasto de diseño**

El Gobierno del Distrito Federal propone emplear el criterio del método de la fórmula racional. Para el diseño de la bajadas ramales y redes generales pluviales se utilizará la expresión de Chezy, con el coeficiente de rugosidad calculado por Manning.

Se autoriza la aplicación de otro método de diseño diferente al propuesto siempre y cuando el gasto descargado al drenaje municipal por la edificación tenga un caudal máximo de aguas pluviales equivalente al que se obtenga para dicha edificación, mediante el uso de la fórmula racional. Cuando el gasto de aguas pluviales sea mayor a los permitidos, el proyectista quedará obligado a diseñar dentro de la obra estructuras tales como: pozos de absorción, tanques de tormentas, cisternas de almacenamiento de aguas pluviales, campos de oxidación, etc., con la finalidad de retardar la salida de las aguas pluviales hacia la red municipal.

El Instituto de Ingeniería se encargó de adaptar la fórmula racional para la cuenca del Valle de México; mediante su empleo se podrá determinar en forma general el gasto máximo de aguas pluviales que escurren dentro de las edificaciones, para tal efecto la fórmula queda como sigue:

$$Q_p = 2.778 C I A \dots\dots(Ecuación 8.1)$$

Donde:

- Qp gasto pluvial en l/s
- 2.778 coeficiente de conversión de unidades
- C coeficiente de escurrimiento (adimensional)

I intensidad de lluvia en mm/h  
A área de captación en ha

El coeficiente de escurrimiento se obtiene como valor ponderado de los coeficientes específicos de escurrimiento de diversas superficies de contacto del agua de lluvia. Los valores más comunes del coeficiente de escurrimiento se presentan en el Cuadro 8.1.

Cuadro 8.1. Coeficientes de escurrimiento

VALORES TÍPICOS DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO "C" DE ACUERDO CON EL MANUAL DE HIDRAULICA URBANA		
TIPO DEL AREA DRENADA	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	
	MINIMO	MAXIMO
<b>ZONAS COMERCIALES</b>		
Zona comercial	0.75	0.95
Vecindarios	0.50	0.70
<b>ZONAS RESIDENCIALES</b>		
Unifamiliares	0.30	0.50
Multifamiliares espaciados	0.40	0.50
Multifamiliares compactos	0.60	0.75
Semiurbanas	0.25	0.40
Casas habitación	0.50	0.70
<b>ZONAS INDUSTRIALES</b>		
Espaciado	0.50	0.80
Compacto	0.60	0.90
Cementerios y parques	0.10	0.25
Campos de juego	0.20	0.35
Patios de ferrocarril	0.20	0.40
Zonas suburbanas	0.10	0.30
Asfaltadas	0.70	0.95
De concreto hidráulico	0.80	0.95
Adoquinados	0.70	0.85
Estacionamientos	0.75	0.85
Techados	0.75	0.95
<b>PRADERAS</b>		
Suelos arenosos planos (pendientes 0.02)	0.05	0.10
Suelos arenosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.10	0.15
Suelos arenosos escarpados (0.07 o más)	0.15	0.20
Suelos arcillosos planos (0.02 o menos)	0.13	0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.18	0.22
Suelos arcillosos escarpados (0.07 o más)	0.25	0.35

La intensidad de lluvia se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I = 60 \text{ hp} / t_c \dots\dots\dots(\text{Ecuación 8.2})$$

Donde:

I intensidad de precipitación en mm/h

hp(tr,d) precipitación media para un periodo de retorno tr y la duración tc, en mm

tc tiempo de concentración en min

Para fines prácticos el tiempo de concentración, podrá considerarse igual a la duración de la tormenta de diseño. Para determinar el periodo de retorno y la duración de la tormenta, de acuerdo al tipo de obra que se trate y a la zona donde se ubique deberán consultarse los datos climatológicos del lugar.

En obras de gran importancia y magnitud, será necesario obtener la intensidad de lluvia en la estación pluviométrica más próxima a la zona donde se ubique la obra, en base al periodo de retorno y duración establecidas.

El gasto máximo a conducir es el captado por la o las coladeras pluviales que aporten agua a la bajada.

Las tuberías deberán diseñarse para trabajar a ¼ de la superficie que ocuparía la sección transversal total de dicha tubería.

La intensidad de lluvia de diseño para bajadas de aguas pluviales será de 150 mm/h y la duración de tormenta a considerar será de 5 min. En el Cuadró 8.2. se muestran la intensidades de lluvia máximas que han ocurrido en la Ciudad de México.

Cuadro 8.2. Intensidad máxima de lluvia

Intensidad máxima de lluvia en los cinco primeros minutos más intensos en el Valle de México durante los últimos 72 años con datos SARH-UNAM, expresados en mm/h					
1923	103.20	1947	147.60	1971	174.00
1924	117.60	1948	240.00	1972	136.00
1925	108.00	1949	120.00	1973	128.00
1926	121.20	1950	156.00	1974	189.00
1927	117.60	1951	120.00	1975	117.00
1928	204.00	1952	114.00	1976	98.00
1929	126.00	1953	150.00	1977	126.00
1930	96.00	1954	132.00	1978	165.30
1931	128.40	1955	186.00	1979	132.00
1932	132.00	1956	120.00	1980	114.80
1933	122.40	1957	120.00	1981	131.60
1934	100.80	1958	96.00	1982	102.80
1935	120.00	1959	240.00	1983	127.00
1936	120.00	1960	102.00	1984	137.20
1937	169.20	1961	90.00	1985	285.40
1938	126.00	1962	-132.00	1986	128.00
1939	124.80	1963	108.00	1987	260.00
1940	108.00	1964	162.00	1988	132.00
1941	102.00	1965	189.60	1989	257.00
1942	120.00	1966	120.00	1990	163.50
1943	123.60	1967	150.00	1991	189.00
1944	144.00	1968	255.60	1992	234.00
1945	138.00	1969	120.00	1993	166.70
1946	211.20	1970	126.00	1994	165.30

## 8.2. Diseño de tuberías

### Columnas

El diámetro de estas columnas se determina en función de la superficie horizontal de recolección. La distancia máxima entre columnas será de 10 a 20 m. Si una columna se conecta con un colector, de aguas residuales, la conexión debe estar, por lo menos, 1.5 m más abajo que cualquier aparato sanitario para evitar que en una lluvia torrencial el agua pueda pasar al aparato

Cuadro 8.3 Diámetros en columnas de aguas residuales y en columnas de aguas pluviales

Diámetro columna Mm	Columnas de aguas residuales			Columnas aguas lluvia	Diámetro columna Mm
	Máximo número de unidades		Longitud máxima de la columna	Área de recolección m <sup>2</sup>	
	Por planta	En toda la columna			
40	3	8	18	Hasta 8	40
50	8	18	27	De 9 a 25	50
70	20	36	31	De 26 a 75	70
80	45	72	64	De 76 a 170	80
100	190	384	91	De 171 a 335	100
125	350	1020	119	De 336 a 500	125
150	540	2070	153	De 501 a 1000	150
200	1200	5400	225	-	200

El diámetro mínimo de columna donde descarguen WC es 80 mm.

El diámetro mínimo de las columnas pluviales, cuando se piense descarguen impurezas es de 80 mm.

En el cálculo del diámetro de columnas para aguas pluviales, se ha considerado una intensidad de la lluvia de 10 cm/hora máximo. Para otras intensidades bastará multiplicar los valores del área de recolección por la relación  $i/10$ , donde  $i$  es la intensidad máxima en cm/hora.

La tabla supone columnas empotradas. Si van al descubierto, conviene emplear el diámetro superior inmediato.

### Colectores

Los cuadros calculan el diámetro en función de la superficie de recolección y de la pendiente del tubo.

Ningún colector debe tener una pendiente inferior al 1%.

Cuadro 8.4 Diámetros en colectores de aguas residuales y en colectores de aguas pluviales.

Diámetro colector mm	Colectores aguas residuales			Colectores aguas pluviales			Diámetro colector Mm
	Máx. número unidades de descarga			Sup máx. recolección m <sup>2</sup>			
	Pendiente			Pendiente			
	1%	2%	4%	1%	2%	4%	
35	1	1	1	8	12	17	35
40	2	2	3	13	20	27	40
50	7	9	12	28	41	58	50
70	17	21	27	50	74	102	70
80	27	36	48	80	116	163	80
100	114	150	210	173	246	352	100
125	270	370	540	307	437	618	125
150	510	720	1050	488	697	995	150
200	1290	1860	2640	1023	1488	2065	200
250	2520	3600	5250	1814	2557	3720	250
300	4390	6300	9300	3022	4231	6090	300

Diámetro mínimo para colectores.  
Con descarga de 1 WC 80 mm.  
Con descarga de mas de 2 WC 100 mm.

### Ejemplo

Diseñar el drenaje de aguas pluviales, para un edificio con un área de captación de 180 m<sup>2</sup> ubicado en la Ciudad de México y calcular el gasto pluvial.

Cálculo del gasto pluvial.

Para el cálculo del gasto pluvial se utiliza la ecuación 8.1. Dado que se trata de un edificio del cuadro 8.1 podemos considerar que para una zona residencial y una casa habitación el coeficiente de escurrimiento sería del orden de 0.60.

En la Ciudad de México la intensidad de lluvia promedio según datos históricos es aproximadamente de 150 mm/h.

Entonces el gasto de agua pluvial sería

$$Q=2.778CIA$$

$$Q=2.778 (0.60) (150\text{mm/h}) (0.0180\text{ha})$$

$$Q=4.5 \text{ l/s}$$

Cálculo de columnas

Del cuadro 8.3 para un área de recolección de 180 m<sup>2</sup> y una intensidad de lluvia de 150 mm/h, tendremos que multiplicar el diámetro de la tabla por I/10 con I en cm/h es decir multiplicaremos por 1.5, entonces el diámetro sería de 100mm por 1.5 quedando el diámetro de la columna de 150 mm.



## **CAPITULO 9**

### **DISPOSICION INDIVIDUAL DE AGUAS RESIDUALES**

La depuración de aguas residuales de edificaciones localizadas en lugares aislados, donde no exista una red de alcantarillado municipal, se realizará mediante tanques sépticos, filtros biológicos y otros dispositivos. Se caracterizan por su bajo costo, no sufren averías, no requieren gastos de mantenimiento, no necesitan fuerza motriz y se pueden instalar en todos los terrenos.

Entre los sistemas de disposición de aguas residuales están los tanques sépticos y el tanque Imhoff

#### **9.1. Tanques sépticos**

Los tanques o fosas sépticas son depósitos subterráneos herméticos de fermentación, están diseñadas para el tratamiento de aguas fecales debiendo evitarse la introducción en las fosas sépticas de grasas, aguas pluviales, así como productos detergentes procedentes de lavadoras. Dichas aguas se enviarán por conductos separados directamente a una zona de absorción.

Se construyen en lugares donde no existe alcantarillado, pero que cuentan con sistema de agua potable que permite el uso de inodoros

Para obtener un correcto funcionamiento de las fosas sépticas es necesaria la absorción por el terreno de las aguas tratadas que ésta va expulsando de su interior.

#### **Partes que integran un tanque séptico**

Las fosas sépticas están formadas como se muestra en la Figura 9.1, por trampas para grasa que se colocarán cuando se reciban desechos de cocinas colectivas, garajes, y locales de elaboración de alimentos, tanque séptico elemento donde se desarrollan los procesos de sedimentación y séptico, caja distribuidora para mejor funcionamiento de las zanjas de filtración, zanjas o pozo de filtración (debe existir siempre que las condiciones locales lo permitan), pozo de absorción (será necesario en determinados casos en sustitución del campo de oxidación).

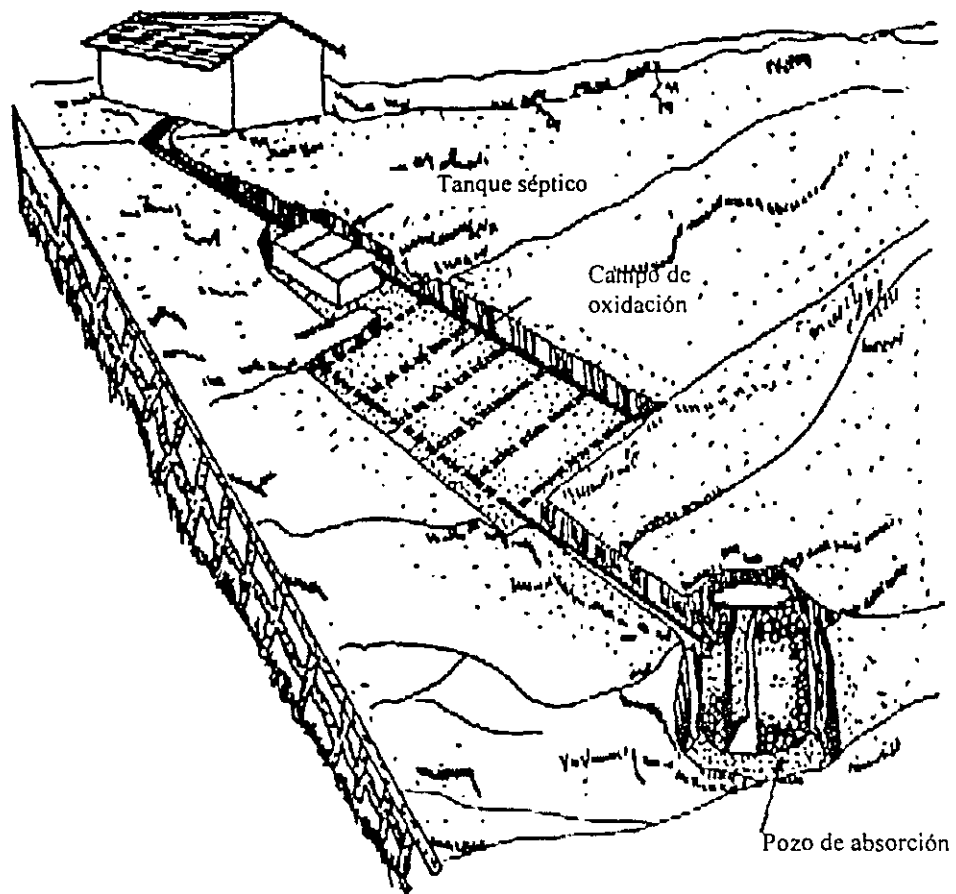


Figura 9.1. Partes que integran un tanque séptico

### Trampa para grasa

Las trampas para grasa son dispositivos que deben instalarse cuando se eliminan desechos grasosos. Deben colocarse antes del tanque séptico y contar con tapa para limpiarlos frecuentemente. Es preferible ubicarlos en lugares sombreados para mantener bajas temperaturas en su interior. La trampa para grasas se muestra en la Figura 9.2.

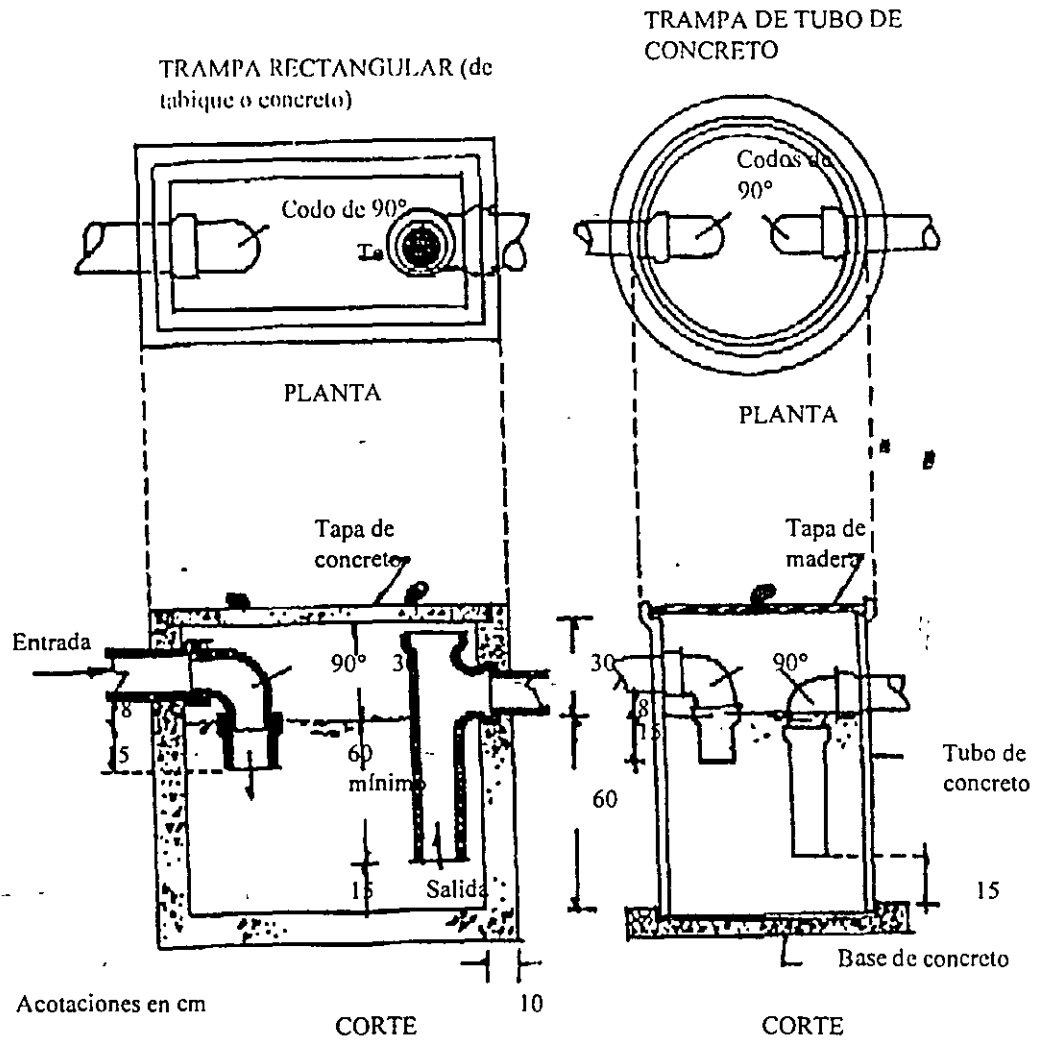


Figura 9.2 Trampa para grasas

### Tanque séptico

El tanque séptico propiamente dicho es un depósito rectangular donde se vierten las aguas residuales y se compone de una hasta tres cámaras usualmente ubicadas bajo el nivel del suelo y de un campo de disposición del agua residual para su filtración.

El objetivo del tanque es recibir tanto las excretas como las aguas grises domésticas, con la finalidad de que los sólidos se sedimenten y sufran digestión anaeróbica en un tiempo de retención de tres días.

La localización del tanque y del campo de absorción o infiltración no debe hacerse cerca de edificios, cuerpos de agua o árboles grandes que por medio de sus raíces puedan dañar las instalaciones.

Los tanques sépticos son viables para una o varias familias, escuelas, edificios, hoteles, etcétera, que cuenten con abastecimiento de agua continua así como con suficiente terreno permeable.

En Cuadro 9.1, se presentan las distancias recomendadas para la ubicación del tanque y las zanjas de filtración.

Cuadro 9.1. Distancias recomendadas para la ubicación del tanque y las zanjas de filtración

Distancia mínima	Tanque séptico	Zanjas de filtración
	Metros	Metros
Edificios	1.5	3.0
P. de la propiedad	1.5	1.5
Pozos	15.0	30.0
Ríos	15.0	30.0
Tanque de agua potable	3.0	3.0
Árboles grandes	3.0	3.0

### Modelos de tanques sépticos

Aunque existen diferentes modelos, los tanques sépticos tradicionales de un solo compartimiento o cámara son los más baratos y los más fáciles de construir.

La CEPIS/OPS/OMS mencionan que en el tanque de dos cámaras se logran mejores rendimientos en lo que se refiere a reducción de patógenos y sólidos en suspensión y recomienda que el primer compartimiento sea el doble del segundo.

El tanque de dos cámaras tiene un costo mayor pero es más viable porque tiene la ventaja de que se limpia con menor frecuencia que el de una cámara y logra un mejor tratamiento del agua residual. Se recomienda para zonas con densidad poblacional media.

Los tanques sépticos de tres cámaras se recomiendan para lugares públicos y donde la extensión del terreno es la principal limitante para disponer el efluente, en este caso el agua de inodoros es descargada al primer compartimiento, mientras que las aguas grises (jabonosas) se envían al tercer compartimiento.

### Procesos internos del tanque séptico

#### Separación de sólidos

La densidad de los sólidos y la reducción de la velocidad del flujo hacen que estos se asienten en el fondo del tanque séptico, por lo que el efluente se clarifica. Cuando no se lleva a cabo un mantenimiento adecuado, los sólidos pueden salir en el efluente y atascar el campo de absorción.

#### Digestión de los lodos.

Los sólidos y líquidos son sometidos a descomposición por la acción de las bacterias anaerobias y por los compuestos que se producen (bióxidos de carbono y metano). Esta descomposición que prospera teóricamente sin oxígeno libre es llamada séptica.

La velocidad del proceso de digestión se incrementa a temperaturas altas, de 30-35°C, el uso de grasas, aceites y desinfectantes disminuyen la rapidez de la digestión de lodos.

#### Estabilización del líquido

Los cambios químicos que sufre el líquido en el tanque séptico no afectan a los patógenos. El efluente que se envía al campo de absorción contiene alto número de bacterias patógenas infecciosas, por lo que no se debe usar en riego, ni descargarse directamente a un cuerpo receptor de agua.

#### Disposición del efluente

La disposición del efluente se efectúa después de la sedimentación del agua residual y de la transformación de la materia orgánica en el tanque séptico.

Antes de diseñar un sistema subterráneo para eliminar aguas negras se determina si el suelo es apropiado para la absorción del efluente del tanque séptico, y el área que se requiere para filtración (Ar).

Es común que el efluente del tanque contenga altas concentraciones de materia orgánica, nutrientes y gran número de patógenos por lo que no debe descargarse directamente a drenaje superficial (suelo) o a cuerpos de agua, por ello se deberá descargar a zanjas de filtración y/o pozos de absorción.

En general deben cumplirse dos condiciones:

1. El tiempo de filtrado (Tf) debe ser de 10-30 litros por día y por metro cuadrado. Comúnmente para un diseño práctico se utiliza un promedio de 20 litros/ metro cuadrado día .
2. El nivel freático debe estar por lo mínimo a 1.5 metros bajo el fondo de la zanja o pozo de absorción.

Cuando se determina que el tanque séptico es aplicable, pueden considerarse dos posibles opciones para filtrar el efluente: zanjas de filtración y pozos de absorción.

#### **Caja de distribución**

Se sitúa inmediatamente después del tanque séptico al que se une por una tubería de junta hermética. Su función es mandar el total del efluente del tanque distribuyéndolo en partes proporcionales al número de salidas previstas para el proceso de oxidación, para ello todas las tuberías deberán colocarse al mismo nivel, garantizando así una distribución uniforme en las zanjas de filtración.

Se recomienda localizar la tubería de entrada a 5 cm y la salida a 2 cm del fondo de la caja. El ancho no debe exceder de 45 cm y el largo estará determinado por el número de orificios de salida considerando un espaciamiento mínimo de 25 cm entre los ejes de los tubos.

Las paredes y el piso deben ser impermeables, deben tener un tapa movable para su limpieza, se muestra una caja de distribución en la Figura 9.3.

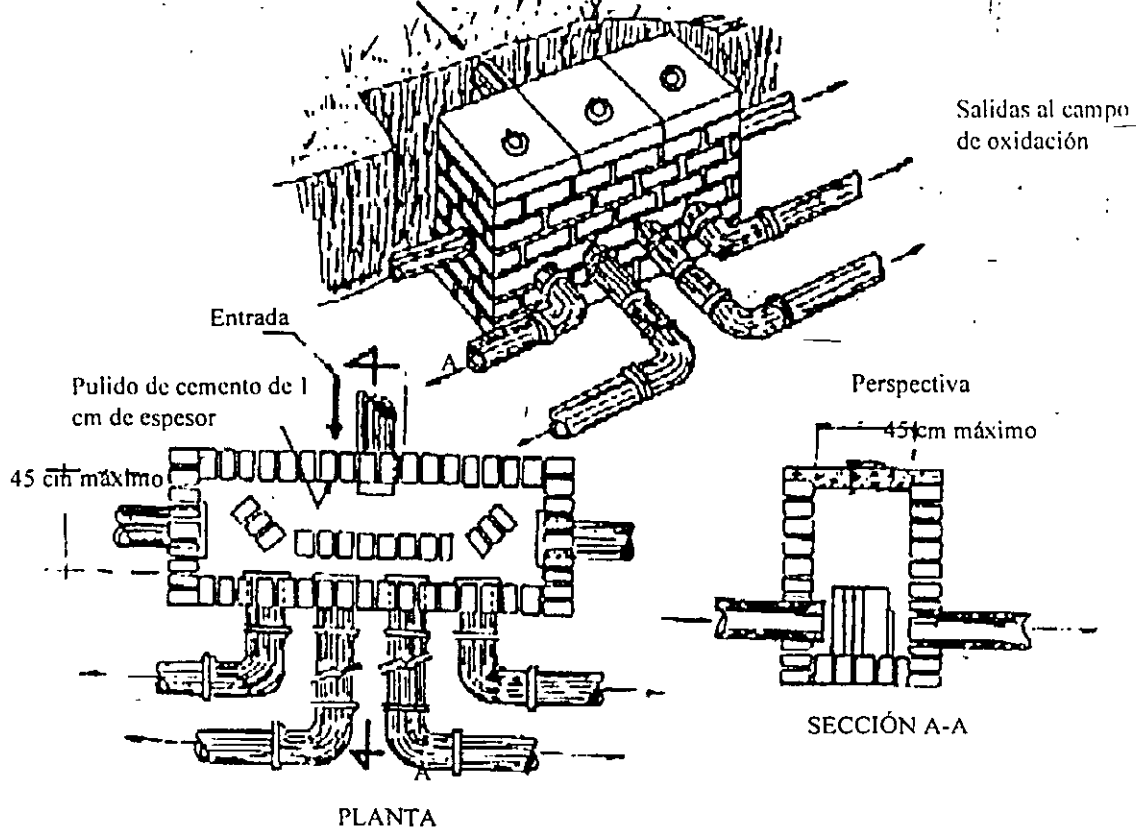


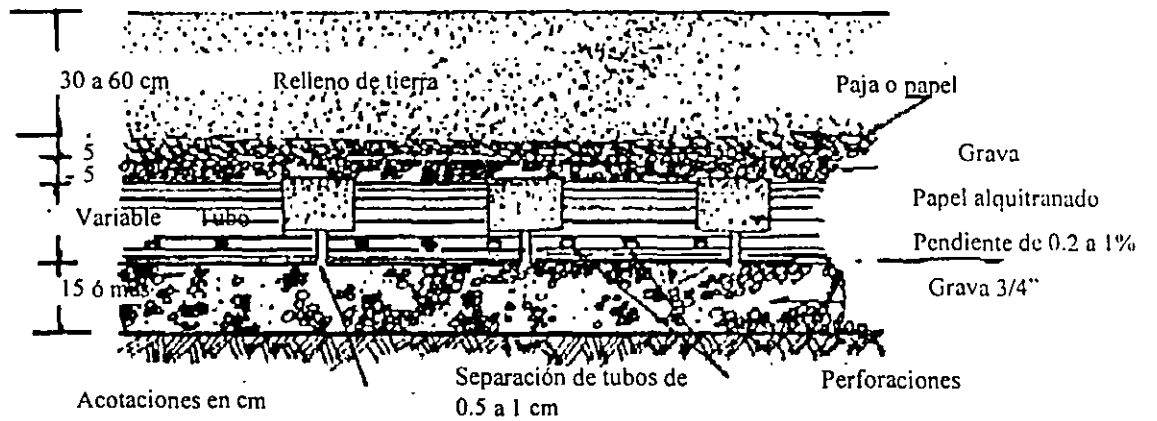
Figura 9.3 Caja de distribución

### Zanjas de filtración

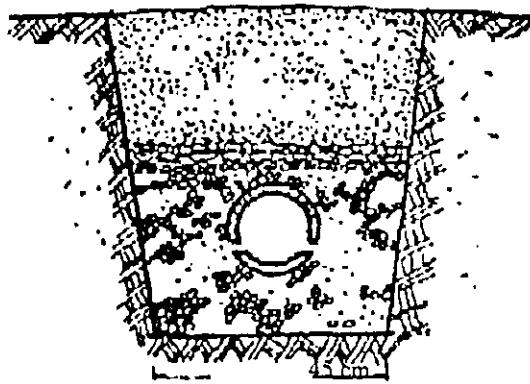
El sistema de zanjas es el método más económico y fácil de construir para mejorar el efluente de un tanque séptico por medio de filtración.

Este sistema no debe proyectarse si el suelo es rocoso, demasiado arcilloso, pantanoso o el nivel freático este a menos de 1.5 metros; además la disposición del efluente por medio de zanjas dependerá del tamaño del predio, ya que es necesario 1 metro cuadrado/ 20 litros de agua residual.

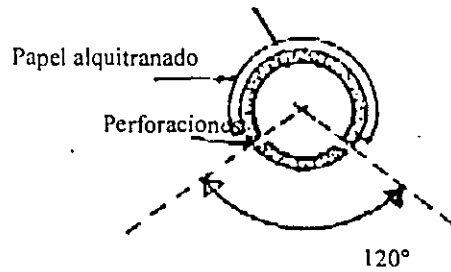
Las zanjas de absorción se excavan de 60 a 100 cm de profundidad, separadas a 1.80 m y a 30 m de largo; las cuales se pueden rellenar con piedra partida, tezontle, gravilla, arena gruesa y tierra, como se ilustra en la Figura 9.4 y 9.5.



CORTE LONGITUDINAL

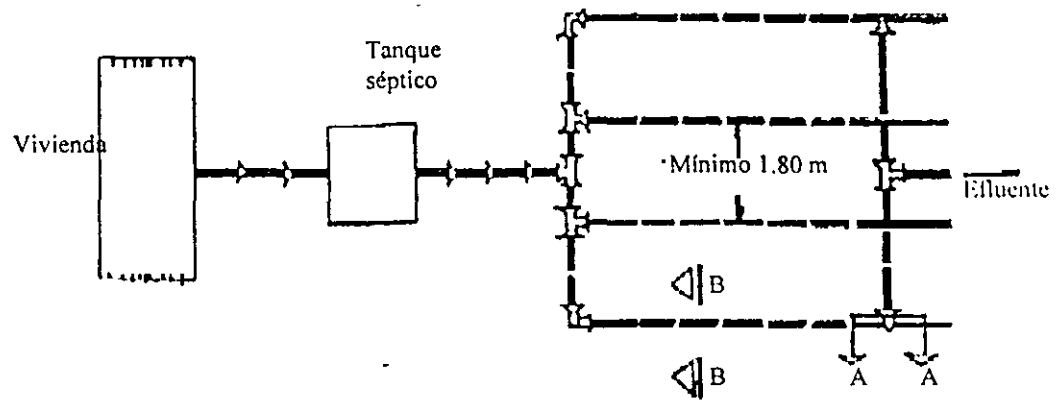


CORTE TRANSVERSAL



Detalle de  
perforación de  
los tubos

Figura 9.4. Zanjas de filtración



PLANTA

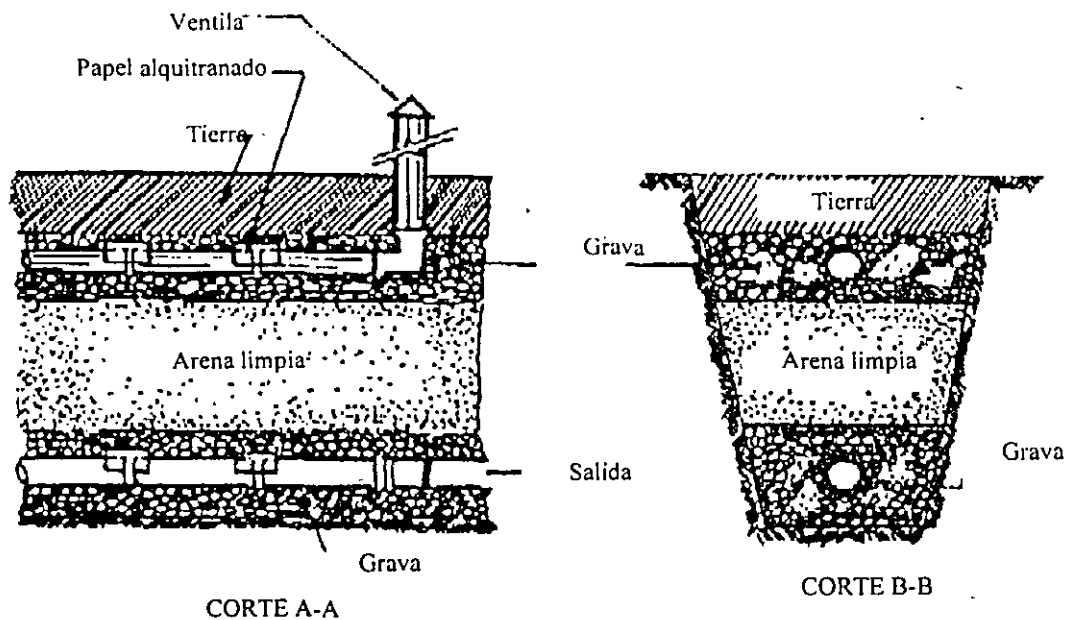


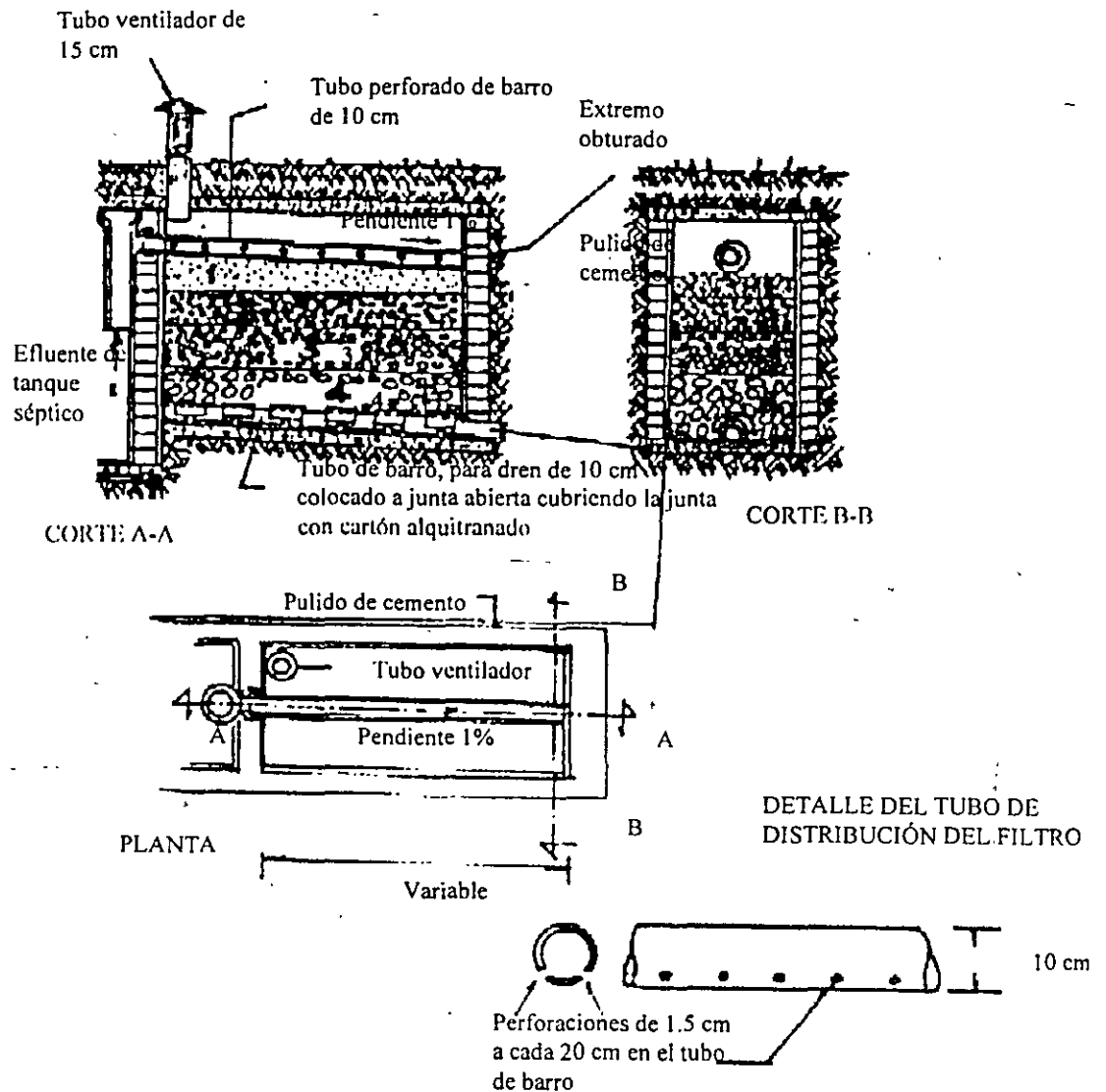
Figura 9.5 Zanjas de filtración

Cámara de oxidación.

Cuando el terreno no es lo suficiente mente grande para construir zanjas de filtración, se recomienda instalar un filtro anexo al tanque séptico fabricado con material impermeable, enterrado y tapado, con ventilación al exterior, relleno con piedra triturada o pedacera de tabique. Sus dimensiones se calculan a razón de 0.1 m<sup>3</sup> de material filtrante por persona y para diez personas como mínimo. No es aconsejable utilizarlo para tanques con un volumen mayor de 3000 litros. El efluente se distribuye por medio de tubos perforados sobre el material filtrante, recolectándose en drenes ubicados en el



fondo, que a su vez se conectan con un pozo de absorción para su disposición final. En la figura 9.6 se muestra una cámara de oxidación.



1. Capa de confitillo de 5mm de diámetro de 10 cm de espesor.
2. Capa de grava de 3 cm de diámetro de 20 cm de espesor.
3. Capa de grava de 3 a 6 cm de diámetro de 20 cm de espesor.
4. Capa de grava o piedra de río de 6 a 10 cm de diámetro de 30 cm de espesor.

Figura 9.6 Cámara de oxidación

#### Pozo de absorción

Las aguas provenientes de las zanjas de filtración o las cámaras de filtración se conducen al pozo de absorción, donde las aguas se filtran al subsuelo a través de paredes y pisos permeables. Las dimensiones y el número de pozos necesarios dependerán de la permeabilidad del terreno y se diseñarán de

acuerdo con las experiencias que se tengan en la región o lugar donde se construyan. En la Figura 9.7 se muestra un pozo de absorción.

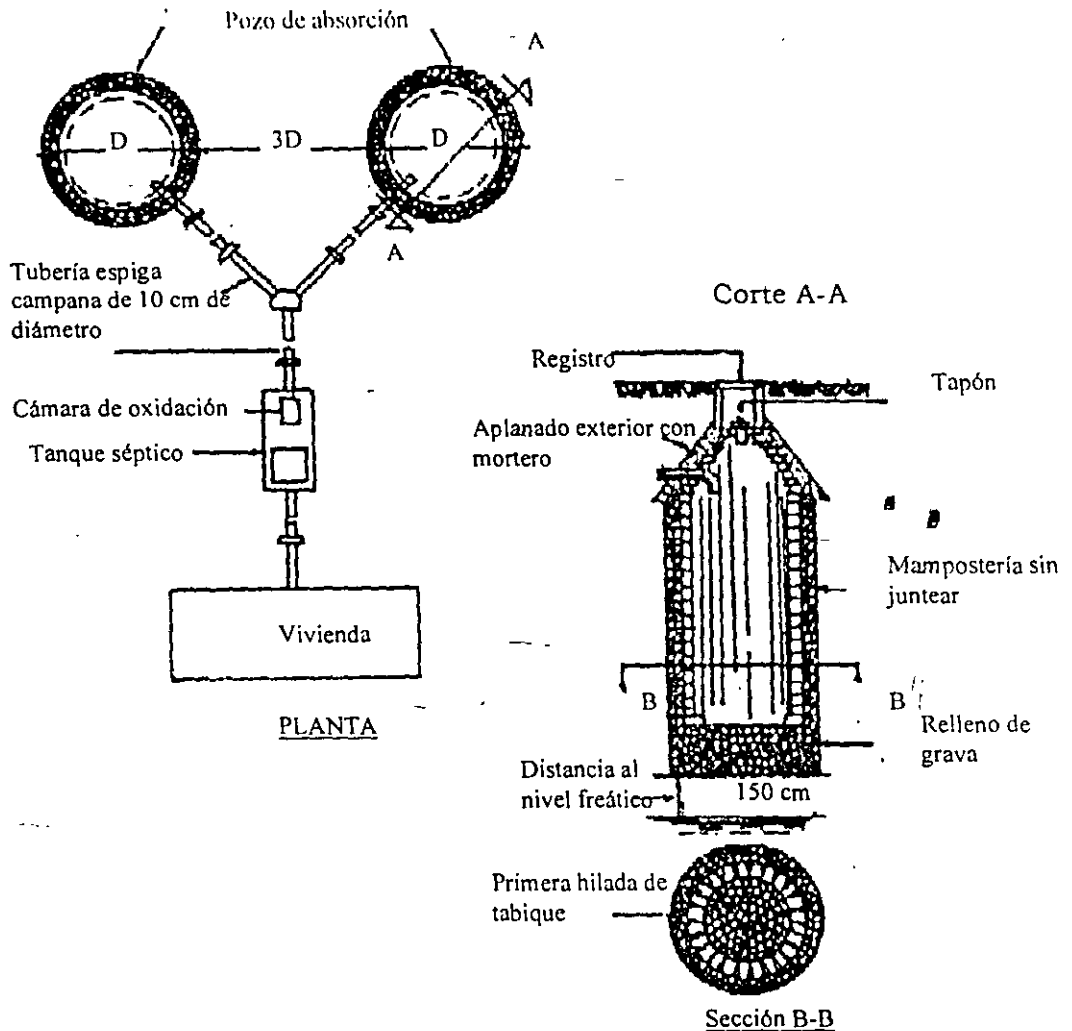


Figura 9.7 Pozo de absorción

### Diseño del tanque séptico

El diseño y construcción de un tanque séptico debe tener la capacidad para remover casi todos los sólidos sedimentables en un tiempo de retención mínimo de 24 a 72 horas.

Normalmente dos tercios del tanque se usan para almacenar los sólidos y la nata cloacal, por lo tanto el tamaño del tanque séptico debe basarse en una retención inicial de tres días, se sugiere la forma rectangular con una longitud igual al doble o triple del ancho.

En el periodo de retención los sólidos ligeros y grasas forman una costra o nata gruesa, la cual puede fluir a través de una salida localizada inmediatamente debajo de la capa de grasas o podrán ser interceptadas mediante una trampa para grasas que se construye antes del tanque séptico.

Las siguientes consideraciones se deben tomar en cuenta en el diseño de un tanque séptico:

El volumen del líquido generado ( $V_g$ )

El  $V_g$  de aguas residuales por persona por día se estima en 70% del consumo por habitante por día (l/hab día).

El 30% restante se considera que se gasta en la preparación de alimentos, consumo directo, aseo de la vivienda y la que absorbe la ropa en el lavado.

Por lo tanto el volumen diario del líquido ( $V_d$ ) que almacena un tanque séptico esta dado por el producto del ( $V_g$ ) por el número de usuarios ( $P$ )

$$V_d = V_g * P \text{ l/día.....(Ecuación 9.1)}$$

La OPS/OMS considera que para garantizar una vida sana en comunidades rurales es necesario una dotación mínima de 45 a 50 litros por habitante por día, mediante hidrantes públicos.

Cuando el suministro se proporciona por medio de tomas domiciliarias se considera un promedio de 90 a 100 litros/hab día.

Aportación de sólidos

Se considera que la aportación de sólidos ( $S$ ) es de 70 gr/día por persona, por lo que podemos estimar que el volumen de sólidos diarios ( $V_{sd}$ ) que se acumularan en el tanque estará dado por el producto de  $S$  por el número de usuarios ( $P$ ).

$$V_{sd} = S * P \text{ kg.....(Ecuación 9.2)}$$

Se considera que el  $V_{sd}$  aportado tiene una densidad de sólidos  $D_s$  de 1200 kg/m<sup>3</sup>

Tiempo de limpieza de sólidos

El tanque séptico debe limpiarse antes de que la acumulación de sólidos lleguen al tubo de salida, si estos alcanzaran la salida el tiempo de retención disminuye y el agua residual arrastrará los sólidos al campo de absorción y atascará al sistema.

Se recomienda que el diseño de un tanque séptico se consideren tiempos de limpieza ( $T_l$ ) de tres a cinco años.

El  $T_l$  está en función del volumen de sólidos anuales ( $V_{sa}$ ) que almacena el tanque el cual puede estimarse como

$$V_{sa} = V_{sd} (365) / D_s.....(Ecuación 9.3)$$

Dimensiones de las cámaras

La experiencia indica que los tanques sépticos poco profundos funcionan también como los más profundos. Sin embargo, se recomienda que la profundidad efectiva (h) del tanque sea de 1 a 1.5m para facilitar su mantenimiento, mientras que la longitud (l) debe ser igual al doble o tripe de ancho (2 a).

La primera cámara se diseña para retener el 75% de los sólidos por lo que el volumen de la cámara es igual al 75% del  $V_{sa}$ .

El diseño de la segunda cámara se calcula para retener el 25% de los sólidos, por lo tanto el volumen de la cámara será igual al 25% del  $V_{sa}$ .

La geometría de las cámaras se calcula considerando que el largo es igual al doble de ancho y la profundidad es igual a 1m.

En la Figura 9.8 se ilustra un tanque séptico tipo que se complementa con el Cuadro 9.2 que muestra las dimensiones del tanque.

Cuadro 9.2 Dimensiones de tanque sépticos

Personas servidas			Dimensiones en metros							
Servicio doméstico	Servicio escolar (externos)	Capacidad del tanque en litros	L	A	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	H	E	
									Tabique	Piedra
Hasta 10	Hasta 30	1500	1.90	0.70	1.10	1.20	0.45	1.68	0.14	0.3
11 a 15	31 a 45	2250	2.00	0.90	1.20	1.30	0.50	1.78	0.14	0.3
16 a 20	56 a 60	3000	2.30	1.00	1.30	1.40	0.55	1.88	0.14	0.3
21 a 30	61 a 90	4500	2.50	1.20	1.40	1.60	0.60	2.08	0.14	0.3
31 a 40	91 a 120	6000	2.90	1.30	1.50	1.70	0.65	2.18	0.28	0.3
41 a 50	121 a 150	7500	3.40	1.40	1.50	1.70	0.65	2.18	0.28	0.3
51 a 60	151 a 180	9000	3.60	1.50	1.60	1.80	0.70	2.28	0.28	0.3
61 a 80	181 a 240	12000	3.90	1.70	1.70	1.90	0.70	2.38	0.28	0.3
81 a 100	241 a 300	15000	4.40	1.80	1.80	2.00	0.75	2.48	0.28	0.3

Para la elaboración del cuadro se considero:

Una dotación de 150 l/hab día y un periodo de retención de 24 horas, para uso domestico

El número de personas para uso escolar se determino para una jornada escolar de 8 horas

Para diferentes periodos de trabajo de uso escolar debe encontrarse la relación entre el periodo de retención y el periodo de la jornada escolar, relacionándola con la capacidad domestica

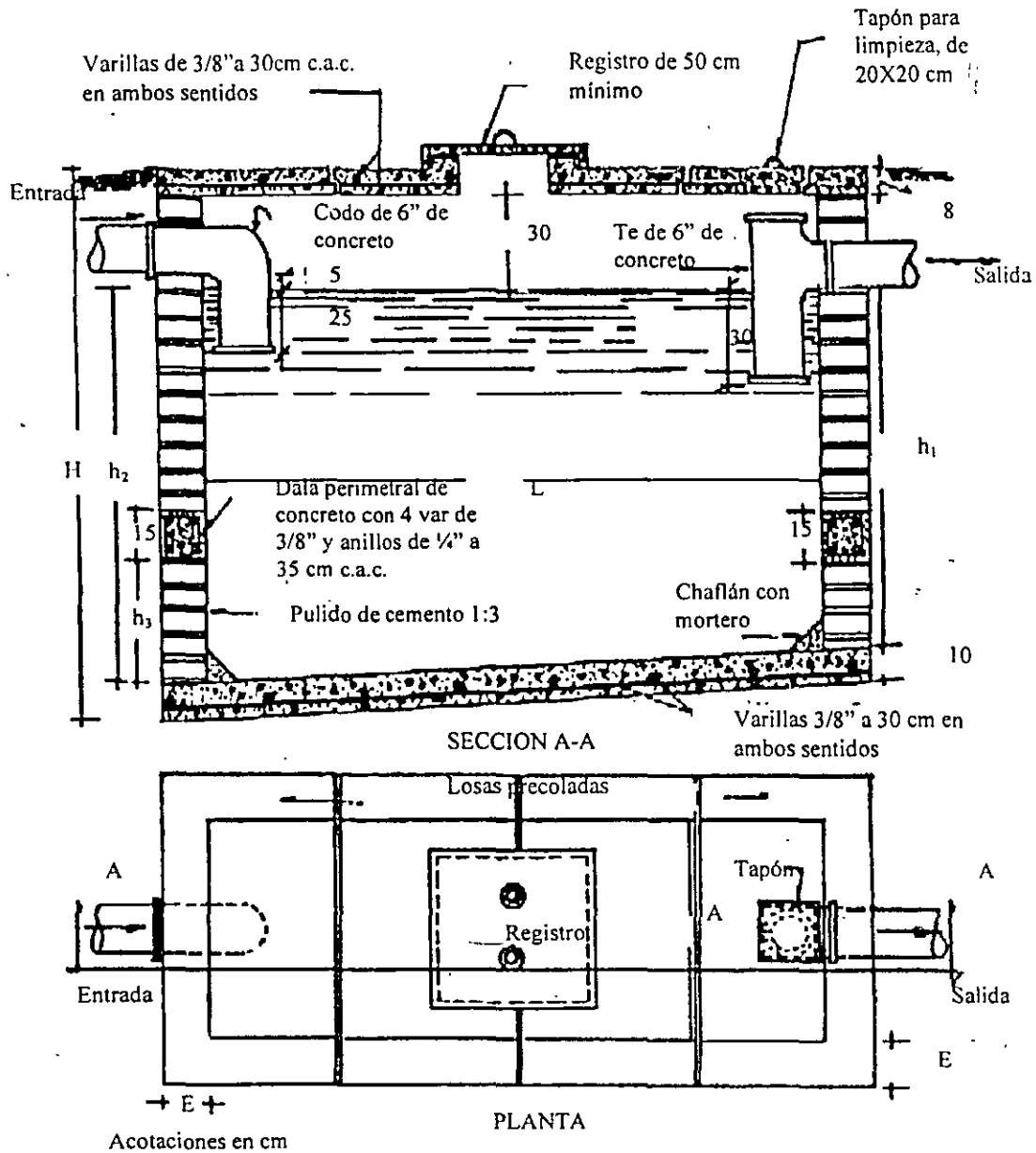


Figura 9.8 Tanque séptico tipo

## 9.2. Tanques Imhoff.

Es un tipo de tanque de sedimentación muy usado en el tratamiento primario en combinación con lagunas de oxidación u otro tratamiento secundario. Esta formado por dos cámaras una superior que es la cámara de sedimentadora por la que pasan las aguas con una velocidad muy reducida lo que permite el asentamiento de la materia en suspensión y una cámara inferior que es la

cámara de digestión, en la cual la materia sedimentada se descompone de manera anaerobia. En el fondo de la cámara de sedimentación. En el fondo de la cámara sedimentadora. Esta formado por dos losas inclinadas que en su parte mas baja se traslapan dejando un espacio o ranura que comunica con la cámara de digestión cuyo piso forma una tolva

El tanque Imhoff tiene como propósito separar una elevada porción de las sustancias orgánicas putrescibles que se encuentran suspendidas en las aguas.

Al pasar las aguas negras por la cámara de sedimentación, se separan los sólidos sedimentables que descienden hacia la tolva y escurren a través de la ranura, hacia la cámara de digestión.

Como resultado de la sedimentación, el agua que se descarga del tanque ha perdido, en promedio, un 55% del los sólidos sedimentables y su demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se reduce en un 35% en promedio.

La digestión de los lodos produce gases combustibles que se desprenden hacia arriba, siendo desviados de la ranuras hacia las ventilas de gas que flanquean la cámara de paso.

Con esta disposición se permite una sedimentación tranquila que no se altera por el desprendimiento de gases y que es mas eficiente que la obtenida por la fosa séptica.

Las aguas negras sedimentadas se descargan del tanque, ya sea para recibir un tratamiento secundario, para utilizarse en riegos o para verterse a las corrientes fluviales. Los lodos digeridos se extraen por gravedad o por bombeo a través de la línea de lodos, desde el fondo de la cámara de digestión para descargarse en los lechos de secado de lodos.

Generalmente lo tanques Imhoff permiten una detención hasta de 2.5 horas en la cámara de paso, para el gasto promedio y una capacidad en la cámara de lodos que se calcula, a partir de la base de un pie cúbico (0.03 m<sup>3</sup>) por persona servida.

Los lechos de secado de lodos son áreas niveladas, recubiertas de arena, la que se soporta en una capa de grava graduada que descansa sobre un sistema de drenaje mas o menos perfeccionado. Su propósito es recibir los lodos digeridos para que se deshidraten o sequen, por percolación del agua a través del lecho de arena y por su evaporación a la atmósfera. Cuando el sistema de drenaje lo permite las aguas que se filtran a través de la arena y grava se incorporan a las aguas negras crudas que alimentan el tanque

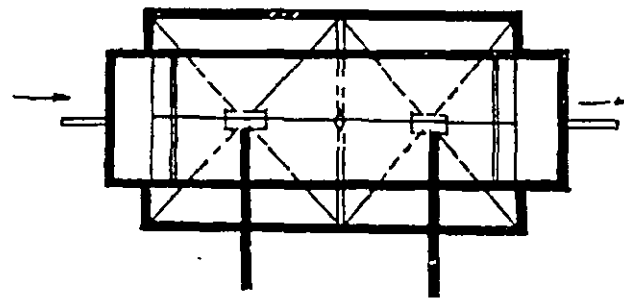
Debe determinarse experimentalmente cual es el espesor conveniente de la capa de lodos en el proceso de secado. En clima seco, es posible que se pueda secar rápidamente una capa de 30 cm de espesor. No deben vaciarse lodos húmedos sobre secos o parcialmente secos. Antes de recibir los lodos húmedos deben limpiarse los lechos para eliminar lo restos de lodos secos, basura, vegetación, etc. Por lo general bastan unas dos semanas de secado. Los lodos digeridos secos constituyen un buen abono o fertilizante que puede utilizarse en prados y jardines municipales o en la agricultura con la

advertencia al público que lo aproveche que no debe emplearlo en hortalizas o legumbres que se consuman crudas.

Para operar con las menores dificultades un tanque nuevo o recién lavado debe tenerse la precaución de llenar con agua limpia el tanque e inocular el contenido del tanque con una porción liberal de buen lodo digerido de otro tanque Imhoff, o bien con suficiente estiércol fermentado.

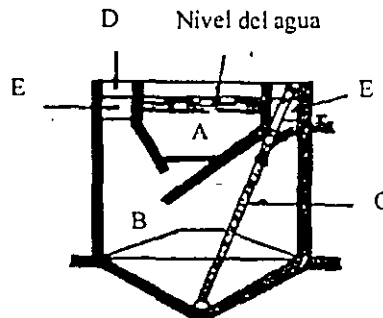
Se recomienda que en cada descarga de lodos, se tome la temperatura del material que está escurriendo, lo mismo que la temperatura ambiente. Con esto se tiene una indicación valiosa de las condiciones en que se está realizando la digestión.

En la Figura 9.9. se presenta un tanque Imhoff

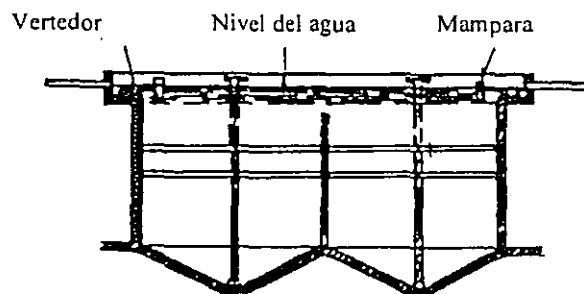


PLANTA

- A Cámara sedimentadora
- B Cámara de digestión
- C Tubería para extracción de lodos
- D Cámara de gases
- E Cámara de natas



SECCION TRANSVERSAL



SECCION LONGITUDINAL

Figura 9.9 Tanque Imhoff



## **CAPITULO 10**

### **CONCLUSIONES**

En la actualidad el rápido crecimiento de las ciudades y la población hace necesario la rápida y eficiente evacuación de los desechos producidos por el hombre, para evitar la aglomeración de estos, los malos olores, la fauna nociva y los probables focos de infección.

Entre los desechos producidos por el hombre se encuentran las aguas residuales, derivadas del uso del agua potable realizado por la población para su consumo, aseo personal y la limpieza de las edificaciones.

La instalación de evacuación de aguas residuales de las casas habitación es la encargada de conducir estos desechos fuera de la edificación, hasta depositarlos en la red de alcantarillado municipal.

Existen diferentes tipos de tubería para construir la instalación, la determinación de la mejor opción se debe realizar mediante un análisis económico y de las condiciones a las que estará sujeta la tubería. Independientemente del material utilizado en la instalación es importante no arrojar sustancias que puedan dañar químicamente a la tubería, ni objetos que puedan tapar parcial o totalmente los tubos evitando así su correcto funcionamiento.

Para evitar el paso de los malos olores al interior de la edificación todos los muebles y aparatos sanitarios cuentan con un sifón (sello hidráulico).

El diseño se realiza utilizando el método unidad mueble de gasto el cual esta sujeto al número de muebles y aparatos sanitarios que puedan descargar al mismo tiempo, así como a su diámetro de salida el cual se encuentra estandarizado por los fabricantes.

Para garantizar el buen funcionamiento de la instalación debe existir una red de ventilación, cuyo objetivo es asegurar que las tuberías trabajen por gravedad, evitando de esta manera sobrepresiones o depresiones que pudieran ocasionar la pérdida del sello hidráulico (sifón) en los muebles y aparatos permitiendo la entrada de los malos olores a la edificación.

En caso de tener una edificación que produzca un caudal de aguas residuales grande o cuando la red de alcantarillado municipal se encuentre por arriba del nivel de la tubería de la edificación, es necesario la construcción de una planta de bombeo de agua residual, que permita almacenar el agua y a su vez ir evacuándola poco a poco.

Las edificaciones además deben contar con una instalación de aguas pluviales que permita evacuar el agua de lluvia de manera rápida para evitar la inundación del interior y el sobrepeso causado por el agua en los elementos estructurales de la edificación.

En sitios donde no se cuente con red de alcantarillado municipal, pero que exista el suministro de agua potable, para la eliminación y disposición de la aguas residuales, es recomendable el uso de la fosa séptica y el tanque Imhoff.

En ambos casos se realiza una descomposición anaerobia de la materia orgánica suspendida y disuelta en el agua, con el fin de darle un tratamiento primario al agua, obteniendo agua libre de materia sólida y lodos ricos en nutrientes aprovechables para el riego y abono respectivamente

## **BIBLIOGRAFIA.**

**1. INSTALACIONES DE EVACUACION EN LOS EDIFICIOS**

Biblioteca Atrium de las instalaciones

**2. DATOS PRACTICOS DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

Ing. Diego Onesimo Becerril L.

7ª edición, 1985

**3. HIDRAULICA DEL ALCANTARILLADO**

Ing. Anastasio Guzmán Mardueño

**4. MANUAL DE INSTALACIONES. HIDRAULICAS, SANITARIAS, AIRE, GAS Y VAPOR**

Ing. Sergio Zepeda C.

Editorial Limusa

2ª Edición 1998

**4. NATIONAL PLUMBING CODES HANDBOOK**

Woodson

**5. REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL**

Editorial Porrúa

22ª edición, 1998

**6. MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRAULICAS**

Claudio Mataix

Editorial Harla

2ª edición, 1982

**7. EL ABC DE LAS INSTALACIONES DE GAS, HIDRÁULICAS Y SANITARIAS.**

Enríquez Harper

Editorial Limusa

1ª edición, 2000

**8. INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS, VOLUMEN 1 CONDICIONES NECESARIAS PARA EL SUMINISTRO DE AGUA**

Enrique César Valdez

Apuntes de la Facultad de Ingeniería

1ª edición, 1997

**9. NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DRENAJE**

Gaceta Oficial del Distrito Federal

27 de Febrero de 1995, No. 300 Tomo X

10. TESIS MANUAL DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS PARA  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CON TUBERIA DE PVC.

Gerardo Aguilar Sánchez  
México, D.F. 1991

11. NORMAS DE PROYECTO PARA OBRAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
EN LOCALIDADES URBANAS DE LA REPUBLICA MEXICANA.

Sergio Martínez Taboada  
Javier Mancebo del Castillo  
Secretaría de Recursos Hidráulicos

12. INSTALACIONES SANITARIAS EN VIVIENDAS.

José Ortega García  
Ediciones CEAC  
España, 1982

13. PLOMERÍA. SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA FRÍA, DESAGÜE E  
INSTALACIONES SANITARIAS.

F. Hall  
Editorial Limusa  
México, 1998

14. FUNDAMENTOS DE PLOMERÍA.

James L. Thiesse  
McGraw Hill  
México, 1981

15. CARTILLA DE SANEAMIENTO DESECHOS.

Secretaría de Salubridad y Asistencia  
México, 1963

16. MANUAL DE DISEÑO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y  
SANEAMIENTO.

Libro II Proyecto, 3ª Sección: Potabilización y Tratamiento  
Tema: Saneamiento Rural  
CNA  
México

17. DISEÑO DE ESTRUCTURAS PARA LAS DISPOSICIÓN DE AGUAS  
RESIDUALES EN SITIOS SIN INFRESTRUCTURA DE ALCANTARILLADO

Criterios y recomendaciones para proyecto de aprovisionamiento de agua y  
alcantarillado, DGCOH AL 400-85  
DDF, Secretaría General de Obras DGCOH  
México

18. ALCANTARILLADO.

Jorge Luis Lara González  
UNAM, Facultad de Ingeniería  
México, 2ª Edición 1991

19. CATÁLOGO HELVEX.

Coladeras, válvulas de drenaje e interceptor de grasa  
México

20. APUNTES TEMA # 9, EVACUACIÓN DE AGUAS.

Facultad de Ingeniería  
División del Doctorado  
Departamento de Ingeniería Sanitaria  
México

21. APUNTES TEMA # 10, CÁLCULO DE TUBERÍAS EN LA RED DE  
EVACUACIÓN.

Facultad de Ingeniería  
División del Doctorado  
Departamento de Ingeniería Sanitaria  
México

22. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN Y ELIMINACIÓN DE  
EXCRETAS.

Pedro López Alegría  
IPN  
México, 1990



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

# **CURSOS ABIERTOS**

## **CA08 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**DEL 17 AL 02 DE OCTUBRE**

**TEMA**

**SISTEMAS CONTRA INCENDIOS**

**EXPOSITOR: ING. CESAR URRUTIA SANCHEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
OCTUBRE DEL 2003**

## **A.     NORMATIVIDAD**

Las normas para que los proyectos de los sistemas de protección contra incendio se desarrollen en forma racional y con criterios uniformes deberán cumplir con la reglamentación vigente para lo cual se apegarán a la siguiente normatividad.

- a)     **AMIS** ( Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros; ramo de incendio ).
  
- b)     **NFPA** ( National Fire Protección Asociación )
  
- c)     Reglamento de Construcciones del Departamento del Distrito Federal y sus Normas Complementarias.
  
- d)     En casos particulares a las Especificaciones GPASI-SI-243101 de PEMEX - Refinación .

Por lo que haremos referencia a la definición de terminos que generalmente son utilizados en los diseños de sistemas de protección contra incendio a base de agua.

- A.1)    HIDRANTE:**    Dispositivo para salida de agua integrado a la red de agua para servicio contra incendio, con una o más tomas para conectar mangueras.
  
- A.2)    MONITOR:**    Se da el nombre de monitor o torrecilla a un dispositivo con una boquilla, de preferencia regulable, para dirigir un chorro de agua compacto o en forma de neblina, con mecanismos que le permitan girar 120° en el plano vertical y 360° en el plano horizontal la posición de la boquilla y a la vez mantenerla estable en la dirección deseada.
  
- A.3)    VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO:**    Es aquella válvula que sirve para aislar una determinada parte de la red contra incendio o una determinada fuente de abastecimiento.
  
- A.4)    TANQUE ELEVADO:**    Es aquel tanque o recipiente que sirve para almacenar el agua que se empleará en el sistema contra incendio y es colocado sobre una estructura de acero o concreto a una altura determinada sobre el nivel del piso.

- A.5) CISTERNA:** Es aquel tanque o recipiente que sirve para almacenar el agua que se empleará en el sistema contra incendio. En este caso el recipiente está colocado sobre o bajo el nivel del piso.
- A.6) RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA O RED DE TUBERÍAS:** Es el conjunto de líneas de tuberías que sirven exclusivamente para conducir el agua contra incendio a los puntos necesarios y a los cuales se conectan los hidrantes o torrecillas y otros dispositivos.
- A.7) TRINCHERA:** Es una excavación efectuada en piso de tierra o concreto, que se ha reforzado su sección por medio de paredes delgadas de ladrillo o concreto y la cual puede cubrirse con rejillas, placas o losas, o pueden quedar al descubierto.
- A.8) CEPA:** Es una excavación que se hace para tender una tubería.
- A.9) ZONA:** Es el conjunto de áreas, o parte de un Edificio que queda protegida por una red de tuberías.
- A.10) AREA:** Es la parte de una zona que será protegida por una parte de un ramal de la red de tuberías.



## **B). GENERALIDADES**

### **DEFINICION**

El fuego es el efecto de la reacción entre un material combustible y uno comburente con desprendimiento de calor y elevación de la temperatura; también puede describirse como una oxidación acelerada con desprendimiento de calor y luz.

### **Elementos Fundamentales Del Fuego**

Los elementos fundamentales para que se produzca fuego son: un material combustible que puede ser sólido, líquido o gaseoso; un comburente, que por lo general es el oxígeno del aire, y la temperatura propicia, que se conoce en este caso como temperatura de ignición. Estos tres elementos deben concurrir, simultáneamente, para que se produzca el fuego.

Es un hecho comprobado que casi todos los materiales combustibles producen vapores o gases inflamables que, son fáciles de incendiarse cuando se presenta el calentamiento y se alcanza la temperatura de ignición.

### **Prevención, Control Y Combate Del Fuego**

La prevención, control y extinción del fuego descansa en un amplio conocimiento de las condiciones que determinan las posibilidades de iniciación y propagación del mismo.

Las instalaciones de protección contra incendio y, en general, todas las medidas de prevención y control del fuego tienen por objeto:

- Proteger las vidas humanas
- Proteger los bienes inmuebles
- Proteger los valores insustituibles,
- Reducir los costos de las primas por conceptos de seguros contra incendio.

### **Formas De Combatir Del Fuego**

Para combatir y eliminar el fuego lo único que se debe hacer es eliminar uno o más de los tres elementos que lo constituyen, y esto se logra por medio de la remoción, demolición, sofocación o enfriamiento.

### **Eliminación Del Material Combustible**

La eliminación del material combustible se hace por medio de remoción o demolición, tratándose de sólidos; tratándose de líquidos y gases es suficiente con cerrar una válvula si se encuentran confinados en sus recipientes, no así se encuentran derramados.

### **Eliminación Del Material Comburente**

La eliminación del comburente, o sea del oxígeno, se hace por medio de sofocación. Para eliminar físicamente el fuego por medio de la sofocación, en áreas pequeñas, el método más efectivo es cubrir el material en combustión con una frazada o una lámina para eliminar el comburente u oxígeno.

Un procedimiento químico de sofocación es el aprovechar la fácil descomposición de un agente extintor cuando entra en contacto con el fuego para reducir o desplazar el medio gaseoso de la combustión.

### **Reducción De La Temperatura**

Para reducir la temperatura y lograr el enfriamiento se utilizan procedimientos físicos aprovechando, como en el caso del agua, que el cambio del estado líquido al vapor trae consigo la absorción de calor del material en combustión.

## **C). CLASIFICACIONES DE LOS INCENDIOS.**

### **Incendios Clase "A"**

Son aquellos en que el combustible deja residuos carbonosos y brasas; esta clase de incendios se caracterizan porque agrieta el material y se propaga de afuera hacia dentro.

Se originan en materiales sólidos tales como madera, papel, lana, cartón, estopa, textiles, trapos, y en general, combustibles ordinarios. Para combatir estos incendios es de suma importancia el uso de grandes cantidades de agua o de soluciones que la contengan en un gran porcentaje.

### **Incendios Clase "B"**

Son incendios producidos en aceites, grasas, pinturas y, en general, en líquidos inflamables.

Esta clase de incendios se caracterizan por producirse en las superficies de los líquidos, por lo que para combatirlos es esencial eliminar el oxígeno por medio de una acción sofocante o aislante, es decir, las sustancias o agentes extintores deben aislar el combustible y el fuego del aire que es el que tiene oxígeno. Para combatir estos incendios deben usarse extintores con polvo ABC, como polvo BC o con bióxido de carbono.

El agua, en forma de chorro directo, puede extender el incendio, ya que dispersa el líquido combustible. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias, la lluvia fina, casi niebla, puede ser efectiva.

### **Incendios Clase "C"**

Son aquellos que tienen su origen en circuitos eléctricos vivos, como interruptores, tableros, motores, aparatos domésticos, etc.

Para la extinción de esta clase de incendios deben emplearse agentes extintores no conductores de electricidad, como el polvo químico seco y el bióxido de carbono, ya que de no ser así se corre el peligro de recibir una descarga eléctrica.

### **Incendios Clase "D"**

Esta clase de incendios tienen su origen en metales ligeros que al estar en ignición desprenden su propio oxígeno; se pueden mencionar magnesio, sodio, potasio, aluminio, etcétera.

Para esta clase de incendios es difícil mencionar un solo tipo de agentes extintor debido a la diferencia estructural que existe entre cada uno de ellos, por tal motivo, los agentes extintores que se usan para combatir el fuego de un metal casi siempre no son útiles para combatir el fuego de otro.

## **r e c o m e n d a c i o n**

Es de gran importancia tomar en cuenta esta clasificación para determinar el equipo correcto al realizarse las instalaciones y señalamiento de las medidas de prevención y extinción que deben tomarse.

### **SUSTANCIAS EMPLEADAS PARA LA EXTINCIÓN DEL FUEGO**

Las sustancias empleadas para la extinción del fuego pueden ser las siguientes:

#### **Agua**

Tiene una gran acción enfriadora. Se usa sola o mezclada con otros agentes humectantes.

#### **Agentes Halogenados**

Los agentes extintores FUEGO halogenados son hidrocarburos en los que uno más átomos de hidrógeno han sido sustituidos por átomos de halógeno, lo cual no solamente les confiere incombustibilidad, sino también propiedades extintoras.

Ninguno de los agentes que se emplean actualmente tienen acción corrosiva importante sobre los materiales de construcción ordinariamente empleados, a no ser que se encuentren en presencia de agua libre o de un líquido.

#### **Bióxido De Carbono**

Tiene acción sofocante, pues desplaza el oxígeno de la combustión. Es un gas inerte pesado que el aire, no es conductor de la electricidad y es totalmente seco, Además es inodoro, incoloro e insípido

#### **Polvo Químico Seco Normal "Bc"**

Tiene acción sofocante, pues desplaza el aire de la combustión mediante la nube que forma al salir del equipo contra incendio, produciendo gran cantidad de bióxido de carbono al entrar en contacto con el fuego. Es un compuesto de bicarbonato de sodio molido y tratado con aditivos antihigroscópicos.

#### **Polvo Químico Seco De Potasio "Bc"**

Este polvo se descompone más rápidamente que el anterior, produciendo bióxido de carbono, por lo cual tiene una acción sofocante. Es un compuesto de bicarbonato de potasio molido y tratado con aditivos antihigroscópicos.

### **Polvo Químico "Abc"**

Es un polvo de acción sofocante y enfriadora producida por los efectos de composición ante la presencia del fuego. Es un compuesto de fosfato monoamónico polivalente molido, tratado con aditivos antihigroscópicos y otros componentes no especificados.

### **CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS CONTRA INCENDIO**

Los equipos contra incendio se clasifican en dos grupos: equipos portátiles y equipos fijos.

#### **Equipos Portátiles.**

Se utilizan para combatir conatos de incendio o fugas incipientes y pueden trasladarse a mano o sobre ruedas. Su nombre está determinado por el agente extintor que utiliza. Para el uso, los clasifican en dos tipos, tomando como punto de referencia la forma en que generan la energía para expulsar el agente extintor del aparato

#### **Equipos Portátiles Tipo 1**

Son aparatos cuyos cuerpos carecen de presión continua, pero que están equipados con cartucho a presión, la cual liberan sólo al momento de dispararlos. Los normalmente usados son los siguientes:

#### **Extintores De Polvo Químicamente Seco.**

Estos extintores constan de dos cuerpos, ambos metálicos. El cuerpo mayor almacena el polvo y el menor es un cilindro con gas a presión, el cual puede estar en el interior o en el exterior del extintor. El alcance del chorro de descarga del polvo es de 5 a 10 metros, dependiendo del tamaño del extintor y de las condiciones atmosféricas.

#### **Equipos Portátiles Tipo 2**

Son aparatos cuyos cuerpos están continuamente bajo presión, siendo los siguientes:

#### **Extintores De Polvo Químico Seco**

Son llamados así porque el polvo se encuentra normalmente bajo la presión del gas de expulsión, almacenados ambos en el recipiente del extintor.

Este equipo cuenta, además con un manómetro que indica si el aparato tiene la presión adecuada para su operación y con válvulas de descarga que se acciona al oprimir las dos secciones. Están provistos de una manguera con su boquilla para dirigir el chorro de descarga, así como de un seguro para evitar que se opere accidentalmente la válvula de descarga. La presión de operación es de 12 kg/cm<sup>2</sup> y el alcance del chorro de descarga varia entre 3 y 5 metros. La aplicación de los extintores de polvo químico seco a base de bicarbonato de sodio está limitada a los incendios de las clases "B" y "C". La aplicación de los extintores de polvo químico seco a base de fosfatos y sulfatos de amonio puede ser para los incendios clase "A", "B" y "C".

### **Extintores Con Bióxido De Carbono ( Co<sub>2</sub> )**

Estos extintores son los únicos en donde tanto el agente extintor como el agente de presión es el mismo. El bióxido de carbono es introducido al aparato en forma líquida a una presión aproximada de 61 kg/cm<sup>2</sup> y es esta presión la que sirve para desalojar el gas del recipiente.

Para seguridad del usuario, el cuerpo del extintor debe ser probado hidrostáticamente a una presión mínima de 130 kg/cm<sup>2</sup> y debe tener una válvula de seguridad que descargue en el momento en que la presión interior ascienda 2/3 de la presión de la prueba hidrostática. Como la presión del gas varía directamente con la temperatura, estos extintores no deben colocarse en lugares de temperaturas elevadas para evitar que pueda subir la presión interior y se rompa el disco de la válvula de seguridad dejando al extintor fuera de servicio. Otra limitación en su uso es que el bióxido de carbono es solamente 1.5 veces más pesado que el aire, por lo que al utilizarse al aire libre el viento desvía fácilmente el chorro de descarga del foco del incendio. Su empleo más indicado es dentro de locales interiores y para combatir incendios de las clases "B" y "C". Su ventaja sobre los otros agentes extintores es que no deja ningún residuo, además de ser incoloro, inodoro e insípido. Es el agente extintor indicado para la protección de aparatos electrónicos como las computadoras.

### **Extintores Con Agentes Halogenados ( Halon ).**

Las propiedades extintores de este tipo de sustancias son las de inhibir, en forma excelente, el proceso de la combustión debido a los radicales libres y su eficacia como sofocantes son muy apropiados para fuegos de tipo eléctrico. No son conductores de la electricidad y no afectan ni perjudican los delicados equipos de precisión; sin embargo, debe tenerse en consideración que algunos de ellos son tóxicos y que, casi todos, como desplazan al oxígeno, provocan atmósferas asfixiantes en locales pequeños. Actualmente el único Halón permitido en estos extintores es el conocido como Halón 1301.

### **Equipos Fijos**

Los equipos fijos son los hidrantes, los rociadores, los sistemas de bióxido de carbono y los sistemas de gas Halón.

### **CLASIFICACIÓN DE RIESGO PARA INCENDIO EN INMUEBLES.**

La base para determinar el riesgo de los locales, según su utilización, se determinó de acuerdo con las materias primas, productos o subproductos que se almacenan o manejen en ellos, los cuales fueron clasificados en alta, medio y bajo.

## **Locales De Riesgo Alto**

Los locales de riesgo alto son aquellos en donde se manejen o almacenen productos o subproductos, ya sean líquidos o gaseosos, con un punto de inflamación igual o menor a 37.8 ° C ( método de copa cerrada ), sólidos altamente combustibles, pirofóricos o explosivos, además de las sustancias que tengan la propiedad de acelerar la velocidad de reacción química que genere calor o aquellas otras que, al combinarse, impliquen riesgo de incendio o explosión, como son, entre otros:

- Área de alcoholes en almacenes
- Área de almacenamiento de reactivos químicos
- Área de almacenamiento de detergentes que reaccionen con otros productos.
- Área de almacenamiento de pinturas.

En todas las áreas, locales y edificios de alto riesgo, por cada 200 m<sup>2</sup> de superficie o fracción, se debe instalar, como mínimo, un extintor de la capacidad y tipo requeridos para los riesgos específicos, además de un sistema de equipo fijo.

## **Locales De Riesgo Medio**

Los locales de riesgo medio son aquellos donde se manejen o almacenen materias primas, productos o subproductos con puntos de inflamación menor de 93 °C ( método de copa cerrada ) y que no estén comprendidos dentro de los de riesgo alto, pudiéndose mencionar, entre otros, los siguientes:

- Talleres de conservación
- Laboratorios
- Subestaciones eléctricas
- Casa de máquinas
- Almacenes no comprendidos en los de riesgo alto
  
- Auditorios y teatros.
- Centros de información ( computadoras ) y conmutadores. En este tipo de locales se deberán usar extintores de gas halón, donde se justifique por la gran cantidad de equipo, se utilizará un equipo fijo de gas halón.

## **Locales De Riesgo Bajo**

Los locales de riesgo bajo son aquellos en donde existen productos con punto de inflamación de más de 93°C ( método de copa cerrada ). Se consideran dentro de este riesgo todos los locales no comprendidos dentro de los de riesgo alto y medio.

## **CARACTERÍSTICAS EN ALMACENES**

- Debe evitarse el paso de instalaciones hidráulicas sobre materiales almacenados que sean susceptibles de provocar siniestros al reaccionar con el agua.
- Todos los almacenes deberán contar con extintores, aun cuando existan otros sistemas de protección.
- En las áreas de productos volátiles, inflamables, o ambos, se deberán instalar los extintores a una distancia no mayor de 10 metros entre ellos.
- Las áreas de guarda de papel, trapo o ropa se protegerán por medio de aspersores de agua de acción automática.

## **SELECCIÓN DEL SISTEMA**

Para seleccionar los sistemas y equipos de protección contra incendio se deben tomar en cuenta las características del riesgo y el equipo disponible en el mercado.

### **Características De Los Riesgos Que Se Deben Tomar En Cuenta.**

- Grado de peligrosidad del riesgo a proteger.
- Clase o clases de fuego que puede originar el contenido del riesgo.
- Velocidad de propagación del fuego.
- Clase y tipo de equipos, maquinarias, instalaciones y contenidos del riesgo a proteger.
- Capacidad física y necesidades de entrenamiento del personal que labora dentro del riesgo.

### **Selección De Sistemas De Equipos**

Para determinar el grado de peligrosidad, la clase de incendio que pueda originarse y su velocidad de propagación, será preciso estudiar cuidadosamente el proyecto arquitectónico así como el programa de distribución de equipo e instalaciones.

- Si dentro del riesgo hay posibilidad de que por la ignición de los materiales contenidos se puedan producir humos o vapores tóxicos, deberá seleccionarse un equipo para extinción rápida.
- En el caso de que el equipo, maquinaria, instalaciones y contenidos sean de tal naturaleza que puedan ser dañados por los agentes extintores, se deberá usar como agente extintor el bióxido de carbono.



- Si el personal que labora habitualmente dentro del riesgo es de poca capacidad física, el equipo que se seleccione debe ser fácil manejo y de poca capacidad para que sea de poco peso, compensando esta poca capacidad con la instalación de un mayor número de unidades.

- Las selección del equipo a instalar será independiente de los equipos con que cuentan los bomberos de la unidad, exceptuando las tomas siamesas.

## **EXTINTORES**

### **Criterios De Localización**

Los extintores deberán localizarse tomando en consideración los criterios que se indican a continuación:

- Si el riesgo es bajo, y va a estar protegido con hidrantes, se debe colocar un extintor por cada 500 m<sup>2</sup> o fracción.

- Si el riesgo es medio, y va a estar protegido con hidrantes, se debe usar un extintor por cada 500 m<sup>2</sup> o fracción.

- Si el riesgo es bajo sin hidrante, se debe colocar un extintor por cada 300 m<sup>2</sup> o fracción.

- Si el riesgo es medio sin hidrantes, se debe colocar un extintor por cada 200 m<sup>2</sup> o fracción.

- Para riesgos altos ver inciso 8.6.1.

- Colocarse a una distancia no mayor de 30 m de separación entre uno y otro.

- Colocarse a una distancia tal que una persona no tenga que caminar más de 15 m.

- Colocar a una altura máxima 1.60 m el soporte del extintor.

- Colocarse en sitios donde la temperatura no exceda de 50°C y no sea menor de 0°C

- Colocarse en sitios visibles, de fácil acceso, cerca de las puertas de entrada y salida, o cerca de los trayectos normalmente recorridos.

- Sujetarse en tal forma que se pueda descolgar fácilmente para ser usado.

- Cuando se coloquen en exteriores se deben instalar en gabinetes.

- En los lugares en que se instalen deberá haber un círculo de 0.60 m a 1.00 m de diámetro o un rectángulo pintado de color rojo, quedando colocado el extintor al centro del mismo.

- Deberá existir un señalamiento que diga " extintor" en la parte superior de cada uno de estos y el tipo de fuego.

- Independientemente de estos criterios de localización, que son propios del IMSS, se recomienda consultar con el Departamento de Bomberos de la localidad para ver si tienen otros criterios.

## **Tipo Y Capacidad De Los Extintores En Función De Área De Instalación**

Dependiendo del área de instalación, los extintores serán del tipo y capacidad que se indican

## **SISTEMA DE PROTECCIÓN CON HIDRANTES**

### **Edificios Que Requieren De Protección Con Hidrantes.**

Los edificios con más de 15 metros de altura o con una superficie construida de más de 2500 metros cuadrados serán protegidos con hidrantes, independientemente de alguna otra protección requerida.

### **Sistema de hidrantes**

Los sistemas de hidrantes son un conjunto de equipos y accesorios fijos con gran capacidad de extinción, de los cuales debe disponerse cuando hayan sido insuficientes los equipos portátiles, o extintores, para combatir un conato de incendio. Consisten en el equipo de bombeo y la red de tuberías necesarias para alimentar, con el gasto y la presión requerida, a los hidrantes de la Unidad que se puedan considerar en uso simultáneo.

### **Hidrantes**

Se conoce con el nombre de hidrantes a las salidas de descarga de estos sistemas, las cuales deben de estar conectadas, mediante una válvula de descarga, estando contenidos estos elementos de un gabinete metálico.

### **Gabinete De Protección Contra Incendio**

Se denomina gabinete de protección contra incendio al conjunto formado por el gabinete metálico, la válvula angular de seccionamiento, el portamanguera, la manguera con su chiflón y un extintor.

### **Gabinete Metálico**

Debe ser fabricado con lámina de calibre No. 20 de una sola pieza, sin uniones en el fondo, diseñado para sobreponer o empotrar en el muro, con una puerta con bisagra de plan no continua, manija tipo de tiro y pestillo de leva, con mirilla de vidrio transparente en la parte superior y de 20 cm de ancho como mínimo. las dimensiones de estos gabinetes serán . 33.2 cm de ancho, 88.3 cm de alto y 21.6 cm de fondo. En ambos casos habrán de tener una abertura circular, en la parte de arriba del costado, tanto en el lado izquierdo como en el lado derecho, para introducir el tubo de alimentación. Deberá tener un acabado con una mano de pintura anticorrosiva y el marco del gabinete debe pintarse de color rojo para facilitar su localización en casos de emergencia.

### **Válvula De Seccionamiento**

La válvula de seccionamiento será de globo, del tipo angular, de 50 mm de diámetro, construida de bronce, con asiento intercambiable de neopreno y probada al doble de la presión de trabajo del sistema, como mínimo.

### **Manguera**

La manguera debe ser de material 100% sintético con recubrimiento interior de neopreno a prueba de ácidos, álcalis, gasolina, hongos, etc. También deberá ser a prueba de torceduras y con expansión longitudinal y secciona mínima. El diámetro será de 38 mm y una longitud de 30 metros. Esta manguera debe plegarse sobre un soporte metálico dentro del gabinete. Las especificaciones de estas mangueras son las siguientes:

Clase de tejido	Tubular
Tipo de Tejido	Sarga o lona
Material del tejido	Fino, continuo, de poliéster
Material del tubo interior	Sintético, de neopreno
Presión de trabajo	14 kg/cm <sup>2</sup>
Presión de prueba	28 kg/cm <sup>2</sup>
Presión de ruptura	50 kg/cm <sup>2</sup>
Diámetro	38 mm.

### **Soporte De La Manguera**

Deberá ser giratorio, construido en lámina, para suspender la manguera, a fin de facilitar el tendido de la misma y la operación del hidrante por una sola persona, en caso de ser necesario.

### **Chiflones**

Deben tener un chiflón tipo niebla de 3 pasos, de 38 mm de diámetro. Estos chiflones son eficientes y prácticos en su operación, ya que evitan destrozos por la forma en que distribuyen el agua; además evitan que la persona que lo opera sufra lesiones originadas por las radiaciones del fuego, ya que forman una cortina de agua que las absorbe. Deben estar contruidos de bronce o plástico con rosca hembra en la entrada.

### **Extintor**

Este será del tipo ABC con capacidad de 6 kg.

### **Tamaño De Los Hidrantes**

Todos los hidrantes que se coloquen en las Unidades serán de los denominados "chicos" para que puedan ser manejados por hombres y mujeres no capacitados para manejar mangueras de mayor rendimiento. Solamente en casos especiales y previa autorización se considerarán hidrantes mayores.

## **Localización De Los Hidrantes**

Los hidrantes podrán estar localizados en el interior o en el exterior de los edificios. La localización se debe hacer de tal manera que entre uno y otros cubran perfectamente la superficie del riesgo a proteger, para lo cual se deberán considerar trayectorias posibles, sobre planos a escala, de una manguera de 30 metros de longitud.

## **Los Hidrantes Exteriores**

Dentro del predio del riesgo protegido deberán estar colocados a una distancia no menor de 5 metros de los parámetros exteriores de los edificios más próximos a los cuales protegen.

## **Los Hidrantes Interiores**

Deben estar en lugares visibles y de fácil acceso, debiéndose tener, siempre, un hidrante cerca de las escaleras y de las puertas de salida del edificio. El volante de la válvula angular no deberá estar a más de 1.60 m. sobre el nivel del piso.

## **Colocación De Las Mangueras**

Las mangueras deberán estar permanentemente acopladas a los hidrantes ( una en cada hidrante ), salvo las que correspondan a hidrantes colocados en la vía pública, que estarán colocadas en un sitio adecuado y próximo al hidrante, dentro del predio protegido.

Las mangueras que pertenezcan a hidrantes exteriores deberán estar acomodadas en casetas a prueba de interperie, dotadas de un soporte para las mangueras y válvulas.

Las casetas deben estar cerradas con llave por medio de una chapa que se abra por dentro sin necesidad de llave, introduciendo una mano por amplia ventana protegida con vidrio, el cual deberá romperse para abrir la puerta.

## **Suministro Y Distribución De Agua A Los Hidrantes.**

### **Materiales**

#### **Tuberías**

Las de 50 mm de diámetro o menores serán de cobre tipo "M"

Las de 64 mm de diámetro o mayores serán de acero sin costura, con extremos lisos para soldar, cédula 40.

## **Conexiones**

En las tuberías de cobre serán de bronce fundido o de cobre forjado para uso en agua.

En las tuberías de acero serán de acero soldable, sin costura, cédula 40.

Las bridas serán de acero forjado para una presión de trabajo de 10.5 kg/cm<sup>2</sup> con cabeza y tuerca hexagonal, y junta de hule rojo con espesor de 3.175 mm.

## **Materiales De Unión**

Para tuberías y conexiones de cobre se usará soldadura de baja temperatura de fusión, con aleación de plomo 50% y estaño 50% utilizando para aplicación fundente no corrosivo.

Para tuberías y conexiones de acero soldable utilizar soldadura eléctrica empleando electrodos de calibre adecuado al espesor de las tuberías, clasificación AWS E 6010.

Para unir bridas, conexiones bridadas o válvulas bridadas, utilizar tornillos maquinados de acero al carbón.

## **Válvulas**

Las válvulas angulares, de compuerta y de retención serán clase 8.8 kg/cm<sup>2</sup>. Serán roscadas hasta 50 mm de diámetro y bridadas de 64 mm o mayores.

## **Aislamiento Térmico**

En las localidades de clima extremo se aislarán térmicamente las tuberías localizadas a la intemperie, para lo cual se usarán tubos preformados en dos medias cañas, de fibra de vidrio, con espesor de 25 mm.

El acabado deberá hacerse con una capa de manta y dos flejes de aluminio por cada tramo de 91 cm. y se recubrirán con una capa protectora de lámina de aluminio lisa de 0.718 mm de espesor, traslapada 5 centímetros, tanto longitudinalmente como transversalmente, sujeta remaches "pop" de 2.4 mm de diámetro, a cada 30 centímetros.

### **Juntas Flexibles**

Para absorber movimientos diferenciales entre juntas de construcción en zonas sísmicas o terrenos de baja capacidad de carga, se instalarán mangueras metálicas con interiores y entramado exterior de acero inoxidable.

### **Soportes**

Todas las tuberías que no estén enterradas deberán estar sostenidas con soportes aprobados.

### **Pintura**

#### **Para Identificación**

Todas las tuberías se pintarán según el Código de Colores . En las tuberías que no van forradas la pintura se aplicará directamente sobre la tubería, y en las tuberías forradas la pintura se aplicará sobre la capa protectora del aislamiento..

#### **Para Protección**

Las tuberías de acero localizadas a la intemperie y que van forradas, además de pintarse para su identificación, deberán pintarse con pintura anticorrosiva aplicada directamente sobre la tubería.

### **Gasto Por Hidrante**

Se considerará de 2.820 litros por segundo, que es el gasto que proporcionan las mangueras con el chiflón tipo niebla cuando se tienen 25.5 cm. de carga neta a la entrada de la válvula angular.

### **Hidrantes En Uso Simultáneo**

El número de hidrantes que se consideren en uso simultáneo se basará en el área construida de acuerdo con lo siguiente:

<b>ÁREA CONSTRUIDA M2</b>	<b>HIDRANTES EN USO SIMULTÁNEO</b>
2500 - 5000	2
5000 - 7500	3
Más de 7500	4

### **Diámetros De Las Tuberías De Distribución.**

- Las tuberías que alimenten a un hidrante serán de 50 mm de diámetro.
- Las tuberías que alimenten a 2 hidrantes serán de 64 mm. de diámetro.
- Las tuberías que alimenten a 3 hidrantes serán de 75 mm . de diámetro.
- Las tuberías que alimenten a 4 hidrantes serán de 75 mm de diámetro hasta 100 m de longitud y de 100 mm de diámetro en longitudes mayores.
- Las tuberías que alimenten a las tomas siamesas serán del diámetro mayor de la red.

### **Determinación De La Carga Total De Bombeo**

Para determinar la carga total de bombeo tome en consideración las cargas siguientes:

Carga estática (  $h_e$  )

Es la distancia vertical, expresada en metros, entre el origen de la succión y la válvula angular del hidrate considerado como el más desfavorable por su altura. Esta carga está formada por la suma algebraica de la carga estática de descarga (  $h_{ed}$  ) más la carga, o altura estática de succión (  $h_{es}$  ) o sea:

$$h_e = h_{ed} + h_{es}$$

### **Carga Estática De Descarga**

Es la distancia entre el eje de la bomba y el punto de conexión con la válvula angular.

### **Carga O Altura Estática De Succión**

Para propósitos prácticos, a la distancia vertical, expresada en metros, entre el fondo de la cisterna y el eje de bomba, se le denomina "Carga estática de succión" si el fondo está arriba del eje dela bomba, y "Altura estática de succión" si el fondo está abajo del eje de la bomba.

### **Carga Total De Fricción ( $H_f$ )**

Es la suma de las pérdidas por fricción en la línea de succión (  $h_{fs}$  ) más las perdidas por fricción en la línea de descarga desde la bomba hasta la válvula angular considerada como más desfavorable (  $h_{fd}$  ) o sea:

$$h_f = h_s + h_{fd}$$

### Carga De Trabajo

Es la carga requerida para la correcta operación de la manguera, expresada en metros de columna de agua. La carga de trabajo que se debe considerar es de 25.5 metros de columna de agua en la válvula angular.

### Carga Total De Bombeo ( H )

La carga total de bombeo será la correspondiente a la válvula angular que proporcione el valor máximo a la suma algebraica de las cargas antes mencionadas, es decir, que sea máxima la suma, expresada en metros.

$$H = h_{es} = h_{fs} + h_{ed} + h_{fd} + 25.5$$

### Carga Máxima Permisible En Las Válvulas Angulares.

La carga máxima permisible en las válvulas angulares, en el lado de la manguera, es de 42 metros de columna de agua, por lo que si se tiene una carga mayor habrá que reducirla por medio de un orificio calibrado. Para el gasto de 2.82 L.P.S. el diámetro del orificio calibrado es:

$$d = \frac{36.155}{(C - 42)^{0.25}}$$

en la que:

d = Diámetro del orificio calibrado, en milímetros y

C = Carga disponible en la válvula angular, en metros de columna de agua

En general, para cualquier gasto el área requerida del orificio calibrado para reducir presión es:

$$A = \frac{364.2 q}{(C_1 - C_2)^{0.5}}$$

en la que:

A = Área del orificio, en milímetros cuadrados.

q = Gasto de hidrante, en litros por segundo



C1 = Carga piezométrica en la válvula angular, en metros de columna de agua, y

C2 = Carga máxima de trabajo requerida en la válvula angular e igual a la carga máxima permisible en el chiflón más la pérdida de carga por fricción en la manguera, en metros de columna de agua.

### **PRESION MAXIMA**

La presión máxima de descarga de la bomba será de 8 kg/cm<sup>2</sup> ( 80 metros de columna de agua ). Si con una sola red se tiene una presión mayor, el proyectista propondrá al IMSS, para su aprobación, sistemas de alta y de baja presión.

### **EQUIPO DE BOMBEO**

Se deberán tener dos bombas, una con motor eléctrico y otra con motor de combustión interna, cada una con las características siguientes:

- Ser siempre cebadas o autocebantes.
- Poder rendir el 150% de su capacidad normal con el 65% de su presión normal.
- El gasto de la bomba será el gasto requerido para el servicio de hidrantes más el gasto requerido por rociador, en caso de que los hubiere.

Si la bomba está a un nivel superior al del origen de la succión, la bomba seleccionada deberá cumplir con la expresión.

$$CNPSR < PAT - PV - h_{es} - h_{fs}$$

En la que:

CNPSR = Carga Neta Positiva de Succión requerida por la bomba para el gasto de bombero considerado, expresada en metros.

Pat = Presión atmosférica promedio de la localidad, transformada a metros de c. De a.

Pv = Presión de saturación de vapor del agua a la temperatura de operación, transformada a metros de c de a.

Hes = Altura estática de succión e igual a la distancia vertical entre el eje de la bomba y el fondo de la cisterna, en metros.

Hfs = Pérdida de carga por fricción en la succión de la bomba con el gasto considerado de bombeo, en metros.

## **TOMAS SIAMESAS**

Todos los riesgos protegidos con sistema de hidrantes o de rociadores de agua deberán contar con tomas siamesas, localizadas en el exterior de los edificios, y para su localización se seguirán las indicaciones siguientes:

- Se pondrá una toma siamesa por cada 90 metros o fracción de muro exterior que vea a cada calle o espacio público.
- Cuando se tengan construcciones que den a dos calles paralelas o espacios públicos, se pondrá una toma siamesa por cada 90 metros o fracción de muro exterior en cada una de esas calles paralelas.
- Cuando la construcción esté en una esquina y la longitud total de muros exteriores no exceda de 90 metros, basta con poner una sola toma siamesa, siempre y cuando ésta se coloque a no más de 4.5 metros de la esquina, y sobre el muro más largo.
- Cuando la construcción vea a tres calles se pondrá una toma siamesa por cada 90 metros o fracción de muro exterior que vea a esas calles, siempre y cuando se ponga una toma siamesa en cada calle paralela y la separación entre tomas no exceda de los 90 metros.
- Cuando la construcción abarca una manzana y da a cuatro calles, se pondrá una toma siamesa por calle, sin embargo, se puede poner una sola toma en una esquina, localizada sobre la calle más larga y a menos de 4.5 metros de la esquina, si las tomas no quedan separadas más de 90 metros entre sí.

## **ALMACENAMIENTO DE AGUA REQUERIDO**

Se deberá contar con un almacenamiento de agua, exclusivo para protección contra incendio, en proporción de 5 litros por metro cuadrado construido. La capacidad mínima para este efecto será de 90 000 litros y la máxima de 100 000 litros. Cuando por el cálculo se requieran más de 100 000 litros, se consultará con el IMSS.

## **SISTEMA DE PROTECCION CON ROCIADORES DE AGUA ( SPRINKLERS')**

Este sistema consiste, básicamente en una red de tuberías colocadas inmediatamente abajo del techo, expuestas o cubiertas por falso plafón, alimentadas a presión y en la que se instalan, a intervalos regulares, una serie de rociadores diseñados para abrirse por la acción de la temperatura circundante. Al abrirse el rociador produce una descarga de agua en forma de rocío, muy abundante, sobre el material que produce el calor.

### **TIPOS DE SISTEMAS**

#### **SISTEMA HUMEDO**

En este tipo de sistema toda la tubería se mantiene llena de agua a presión y se usa, normalmente, en localidades en donde la temperatura del aire nunca llega a ser tan baja que pueda congelar el agua de la tubería.

#### **SISTEMA SECO**

En estos sistemas la tubería se mantiene llena de aire comprimido hasta una válvula de retención especial, cuya función es dejar pasar el agua en el momento en que baje la presión del aire dentro de la tubería al abrirse cualquier rociador del sistema por efecto del calor. Este tipo de sistema se utiliza en aquellos lugares en donde, por el clima frío, puede congelarse el agua dentro de la tubería, y debe tenerse cuidado especial en proteger de la congelación a la válvula de retención especial.

### **TIPOS DE ROCIADORES**

Se tomó en cuenta la posición de la instalación del rociador para clasificarlos en cuatro tipos:

#### **ASCENDENTE.**

El deflector se encuentra en la parte superior de la tubería.

#### **DESCENDENTE.**

El deflector esta debajo de la tubería.

#### **DE TECHO**

Con el deflector abajo del falso plafón que cubre la tubería.

## **DE PARED**

El deflector está diseñado para emitir el rocío hacia el lado contrario a la pared más cercana a su colocación.

## **RED DE DISTRIBUCION DE AGUA A LOS ROCIADORES**

### **CONFIGURACION GEOMETRICA DE LA RED Y LOCALIZACION DE ROCIADORES**

Para el trazo de la configuración geométrica de la red y distribución de los rociadores se deberán tomar en cuenta las recomendaciones siguientes:

a) **DISTANCIA ENTRE RAMALES DE ROCIADORES Y ENTRE LOS ROCIADORES INSTALADOS EN CADA RAMAL.**

- En zonas de riesgo bajo la máxima distancia permisible entre los ramales y entre los rociadores de cada ramal será de 4.5 metros.
- En zonas de riesgo medio la máxima distancia permisible entre los ramales y entre los rociadores de cada ramal será de 4.5 metros, excepto en zonas de estibas altas, en que la separación máxima entre los ramales y entre los rociadores de cada ramal será de 3.6 metros.
- En zonas de riesgo alto la máxima distancia permisible entre los ramales y entre los rociadores de cada ramal será de 3.6 metros.

b) **AREA DE PROTECCION POR ROCIADOR**

- En zonas de riesgo bajo el área de protección por rociador no deberá exceder de 15 metros cuadrados.
- En zonas de riesgo medio el área de protección por rociador no deberá exceder de 12 metros cuadrados, excepto en áreas de estibas altas, en las que el área de protección por rociador no deberá exceder de 9 metros cuadrados.
- En zonas de riesgo alto el área de protección por rociador no deberá exceder de 8 metros cuadrados.

## **MATERIALES**

Serán iguales a los indicados

## **CARGAS MINIMA Y MAXIMA DE TRABAJO DE LOS ROCIADORES**

- La carga mínima de trabajo en la base del rociador será de 7.0 metros de c. De a.
- La carga máxima de trabajo en la base del rociador será de 35.0 metros de c. De a

## **DIAMETRO MINIMO**

El diámetro mínimo en cualquier tramo de la red será de 25 mm.

## **“DENSIDAD” DE PRECIPITACION**

La “densidad” de precipitación son los lts/seg/m<sup>2</sup> que con cierto grado de uniformidad se deben aplicar sobre el área por proteger. En la tabla 8.2 se indican las densidades que se deben considerar de acuerdo con el tipo de riesgo y del área por proteger.

## **GASTOS POR ROCIADOR**

Depende del tipo, marca, diámetro del orificio y presión ( o carga ) neta disponible en la base del rociador.

### **a) GASTO MINIMO TEORICO**

Gasto máximo teórico por rociador que se debe considerar es igual a la densidad multiplicada por el área de protección del rociador.

### **b) GASTO EFECTIVO**

Es el rociador seleccionado para que, con la carga neta disponible , le proporcione un gasto igual o ligeramente mayor que el del gasto mínimo teórico, se indican los gastos aproximados de rociadores de acuerdo con su diámetro de orificio y de la carga neta disponible.

## **CALCULOS DE LA RED.**

Para el cálculo de la red deberán hacerse las consideraciones indicadas a continuación.

- El área de diseño será la hidráulica más desfavorable y deberán incluirse todos sus rociadores.

- Cuando no sea obvio que esa área considerada sea la más desfavorable en cuanto a gasto y carga, se deberán analizar otras zonas.
- Cada rociador en el área de diseño deberá descargar con un gasto por lo menos igual al gasto mínimo.
- Los diámetros de los diferentes tramos se seleccionarán considerando que el gasto de cada uno de los rociadores en el área de diseño debe ser razonable el mismo, por lo que las pérdidas de presión deben ser mínimas en el área.
- El diámetro mínimo debe ser de 25 mm.
- En caso de que se tengan hidrantes y rociadores conectados a una misma red, se deberán tomar en cuenta los que se supongan en uso simultáneo, tanto rociadores como hidrantes.

#### **ALMACENAMIENTO DE AGUA REQUERIDO**

El volumen requerido de almacenamiento de agua, de acuerdo con el número de rociadores, se indica en la tabla 8.4.

#### **SISTEMAS DE BIOXIDO DE CARBONO**

##### **USOS Y LIMITACIONES.**

Estos sistemas se utilizan para extinguir fuegos en riesgo o equipos específicos, así como en aquellos lugares en lo que es esencial o deseable utilizar un medio extinguidor no conductor de electricidad, donde la limpieza de otro medio extinguidor presente problemas, o donde su instalación sea más económica que la de otro tipo de sistema.

- 1) Todas las áreas o partes de un riesgo que pueda ser incendiado deben protegerse simultáneamente.
- 2) Algunos de los más importantes tipos de riesgo y equipos que pueden proteger satisfactoriamente con los sistemas de bióxido de carbono son:
  - Materiales inflamables líquidos o gaseosos.

- Riesgos eléctricos tales como transformadores, interruptores en aceite, generadores eléctricos, interruptores de circuitos eléctricos y equipos rotatorios.
  - Motores que utilicen gasolina y otros combustibles inflamables.
  - Combustibles ordinarios tales como papel, madera y textiles.
  - Riesgo sólido
- 3) El bióxido de carbono no debe usarse para extinguir fuego s de los siguientes materiales:
- Sustancias químicas que contengan su propio contenido de oxígeno, como en el nitrato de celulosa.
  - En metales con los que pueda reaccionar, como el sodio, potasio, magnesio, titanio y zirconio.

Por la forma de aplicarlos al riesgo, los sistemas de bióxido de carbono pueden ser:

- Sistemas de inundación total.
- Sistemas de líneas de mangueras de mano.
- Sistemas de tuberías con abastecimiento móvil

#### **SISTEMAS DE INUNDACION TOTAL**

Consisten en un abastecimiento fijo de bióxido de carbono normalmente conectado a tuberías fijas con chiflones que descargan bióxido de carbono en un espacio cerrado o en un espacio que circunda al riesgo.

#### **SISTEMAS DE APLICACIÓN LOCAL**

Consisten de un abastecimiento fijo de bióxido de carbono normalmente conectado a tuberías fijas con chiflones dirigidos para descargar el bióxido de carbono directamente al material incendiado.

## **SISTEMAS DE LINEAS DE MANGUERAS DE MANO**

Consisten de un abastecimiento fijo de bióxido de carbono que alimenta a mangueras manuales.

## **SISTEMAS DE TUBERIAS CON ABASTECIMIENTO MOVIL**

Consisten de un abastecimiento móvil de bióxido de carbono capaz de ser trasladado rápidamente al lugar requerido y conectase a un sistema de tuberías fijas que pueden ser usadas ya sea para inundación total o para aplicación localizada.

## **REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD.**

En cualquier sistema propuesto de uso de bióxido de carbono en donde exista la posibilidad de que personas se queden atrapadas o entre atmósferas que se hicieron peligrosas por la cantidad de bióxido de carbono descargadas en ellas, se deberán prever medidas adecuadas de seguridad para asegurar una rápida evacuación y para evitar la entrada a tales atmósferas, así como disponer de medios para un rápido rescate de personal que pudieran quedar atrapado, ya que la dilución del oxígeno en el aire por las altas concentraciones de bióxido de carbono para extinguir el fuego pueden crear atmósferas impropias para mantener la vida.

## **SISTEMAS DE DISTRIBUCION.**

### **TUBERIAS**

Las tuberías deberán resistir sin deformación las temperaturas esperadas. Las tuberías de fierro y de acero deberán estar, de preferencia, galvanizadas por dentro y por fuera. Las tuberías de cobre o bronce pueden usarse sin protección adicional contra la corrosión. La tubería de fierro negro puede usarse en atmósferas no corrosivas. Materiales o recubrimientos especiales resistentes a la corrosión pueden requerirse en atmósferas muy corrosivas. Debido a las bajas temperaturas que se tienen durante la descarga, las tuberías y conexiones que se usen deben tener características apropiadas para uso en bajas temperaturas.

- En el caso de las tuberías de cobre, la soldadura deberá tener una temperatura de fusión de 540°C. O mayor.
- El sistema de alimentación a alta presión, la tubería y conexiones deben tener una presión de ruptura mínima de 352 kg/cm<sup>2</sup>. En el caso de tuberías de acero, las de cédula 40 pueden usarse para 19 mm de diámetro de 25 mm o mayores. Se pueden usar conexiones roscadas extrarreforzadas hasta 50 mm de diámetro y las de 64 mm o mayores deben ser conexiones de acero forjado.
- En sistemas de alimentación a baja presión, la tubería y conexiones deben tener una ruptura mínima de 127 kg/cm<sup>2</sup>. En el caso de tuberías de acero se recomienda que para tuberías bajo presión continua se use cédula 80 con conexiones de acero forjado. La tubería entre la válvula maestra y las válvulas selectoras debe ser cédula 80 usando conexiones roscadas de hierro maleable, para una presión de trabajo de 21.1 kg/cm<sup>2</sup> ( 300 lbs/pulg<sup>2</sup> ), o bien tubería y conexiones de acero soldable cédula 40. Los tramos de tubería que descarguen libremente a la atmósfera pueden ser de cédula 40 con conexiones roscadas extrarreforzadas de hierro maleable.



## **VALVULAS DE ALIVIO DE PRESION**

En los sistemas en donde por la localización de las válvulas de seccionamiento se tengan tramos de tubería que estén "cerrados", deberán equiparse con dispositivos de alivio de presión, o las válvulas de seccionamiento deberán estar diseñadas para evitar que se quede atrapado bióxido de carbono líquido. Los dispositivos de alivio de presión deben operar entre 169 y 211 kg/cm<sup>2</sup> en los sistemas alimentados a alta presión, y a 31.6 kg/cm<sup>2</sup> en los sistemas alimentados a baja presión. Los dispositivos de alivio de presión deben localizarse de tal forma que la descarga de CO<sub>2</sub> no dañe al personal.

## **VALVULAS**

Todas las válvulas deberán ser las indicadas para el uso propuesto, especialmente en lo que respecta a su capacidad de flujo de operación. Deberán usarse solamente para las temperaturas y otras condiciones para las que fueron aprobadas.

- Las válvulas usadas en los sistemas con almacenamiento a alta presión y que están bajo presión constantes deberán tener una presión de ruptura de 422 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto que las que no están bajo presión constante deberán tener una presión mínima de ruptura de 352 kg/cm<sup>2</sup>.
- Las válvulas usadas en sistemas que usen almacenamiento a baja presión deberán resistir una presión de prueba hidrostática de 126.6 kg/cm<sup>2</sup>. Sin deformación permanente.
- En el cálculo de la longitud equivalente de las válvulas de cilindro se deberá considerar el tubo del sifón, la válvula, la carga de descarga y el conector flexible.

## **CHIFONES DE DESCARGA**

Los chiflones de descarga deberán ser los indicados para el uso propuesto y deberán estar aprobados para sus características de descarga. Los chiflones consisten de un orificio en conjunción con alguna corneta, pantalla o deflector.

- Los chiflones de descarga deberán tener la resistencia adecuada para las presiones de trabajo esperadas, resistir daños mecánicos normales y resistir sin deformación las probables temperaturas.
- Los orificios de descarga deberán estar contruidos de metal resistente a la corrosión.
- \* Los chiflones de descarga que se usen en sistemas de aplicación local deben conectarse y sujetarse de manera que no se desajusten fácilmente.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

# **CURSOS ABIERTOS**

## **CA08 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**DEL 17 SEPTIEMBRE AL 03 DE OCTUBRE**

**TEMA**

### **INSTALACIONES DE GAS PARA EDIFICIOS**

**EXPOSITOR: ING. ERNESTO ACOSTA ORTIZ  
PALACIO DE MINERÍA  
SEPTIEMBRE DEL 2003**

## **XXIV.- PROYECTO, DISEÑO, EJECUCION Y MODIFICACION DE INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO PARA GAS L.P. Y NATURAL**

UN PROYECTO ADECUADO, EN EL CUAL SE TOMARON EN CUENTA LOS INSTRUCTIVOS PARA EL DISEÑO Y EJECUCION DE INSTALACIONES, DEBE SER REVISADO Y AUTORIZADO POR EL DEPTO. DE REGULACION DE GAS, DE LA SUB-DIRECCION DE GAS DE SECOFI, ANTES DE EJECUTAR CORRECTAMENTE Y CON TODO DETALLE LAS INSTALACIONES, TOMANDO EN CUENTA TODOS LOS PUNTOS DE SEGURIDAD PREVISTOS EN EL PROYECTO.

UNA VEZ TERMINADA LA INSTALACION DE ACUERDO AL PROYECTO APROBADO, DEBERA SER REPORTADA PARA QUE SE LE PRACTIQUEN LAS INSPECCIONES REGLAMENTARIAS Y SI ESTA IGUAL AL PROYECTO, OBTENER LA AUTORIZACION DE USO Y FUNCIONAMIENTO CORRESPONDIENTE, EL REPORTE SE ACOMPAÑA DEL PLANO ISOMETRICO, MISMA COPIA QUE DEBE TENER EL USUARIO.

AL PASO DEL TIEMPO, ESTA INSTALACION REQUIERE DE UN MANTENIMIENTO ADECUADO, HECHO POR PERSONAL CALIFICADO QUE VIGILARA CONSTANTEMENTE EL BUEN ESTADO DE LA INSTALACION PARA SEGURIDAD DEL USUARIO, EFECTUANDO PRUEBAS DE HERMETICIDAD CON JABONADURA REGULARMENTE.

LA SUB-DIRECCION DE GAS POR MEDIO DE INSPECCIONES PERIODICAS A DIFERENTES TIPOS DE INSTALACIONES, CERTIFICA EL ESTADO CORRECTO DE ELLAS Y YA SEA ORDENADO EL MANTENIMIENTO NO REALIZADO O DANDO OPORTUNIDAD DE REGULARIZAR TRAMITES NO HECHOS DE ACUERDO A LA LEY REGLAMENTARIA, ANALIZARA EL ESTADO EN QUE SE ENCUENTRAN LOS RECIPIENTES, REGULADORES, TUBERIAS Y APARATOS DE CONSUMO, PARA BENEFICIO DEL MISMO USUARIO, QUE FINALMENTE OBTENDRA COMO RESULTADO, LA SEGURIDAD EN EL MANEJO Y USO DEL GAS.

### **BASES PARA EL PROCEDIMIENTO - TRAMITE Y REQUISITOS - RELACIONADOS CON LAS AUTORIZACIONES DE PROYECTOS.**

Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 1º, 4º, 9º, 22, 36, 53, 55, 100, 101 y demás relativos del Reglamento de la Distribución de Gas en vigor, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de marzo de 1960 y el artículo 21 fracción XII, del Reglamento Interior de esta Secretaría, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 16 de Marzo de 1989, y con apoyo en el Instructivo para el Diseño y Ejecución de Instalaciones de Aprovechamiento de Gas Licuado de Petróleo, publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 30 de julio de 1970.

Requieren autorización de uso y funcionamiento las instalaciones clase:

A DOMESTICA	BD DOMESTICA MULTIPLE (EDIFICIOS)	C COMERCIAL
E CARBURACION PARA MOTORES DE COMBUSTION INTERNA		F INDUSTRIAL

### **DE LAS INSTALACIONES DE LA CLASE A, BD Y C**

1.- El otorgamiento de las autorizaciones de uso y funcionamiento para las instalaciones de la clase, A, BD Y C requerirá la aprobación previa de SECOFI del proyecto correspondiente; será presentado a la Dirección General de Normas, Dirección de Electricidad y Gas, Sub-Dirección de Gas o a la Delegación Federal que corresponde, debiendo contener los siguientes datos:

- a) Nombre del propietario de la casa, edificio o comercio.
- b) Domicilio calle, Nº., colonia, zona postal, población y entidad federativa donde estará ubicada la instalación.

- c) Nombre y número del registro del Perito Responsable encargado del diseño de la instalación.
- 2.- Las solicitudes para obtener la aprobación previa del proyecto, deberán ser suscritas por el Perito Responsable que lo haya formulado y la del Usuario o su Representante Legal.
- 3.- Con las solicitudes que se presentarán por triplicado, se acompañará el plano isométrico de la instalación proyectada, que deberá contener los siguientes datos:
  - a) Localización del recipiente, o caseta de distribución de gas natural.
  - b) Capacidad del recipiente que se proyecta instalar o capacidad de caseta.
  - c) Capacidad y presión de salida del o los reguladores que se intente usar.
  - d) Explicación Técnica del sistema de alta presión regulada, si se usa ésta.
  - e) Datos sobre los aditamentos de medición, control y seguridad de la instalación.
  - f) Datos sobre las tuberías: De llenado, de vapor y de servicio. Con indicación de tipos, diámetros y longitudes de tuberías.
  - g) Datos sobre el tendido de las tuberías: Visibles, ocultas en muros o subterráneas.
  - h) Cuando requieran protección especial, indicar como estarán sujetas y protegidas las tuberías.
  - i) Datos sobre los aparatos de consumo, tipo, gasto y localización.
  - j) Resultado del cálculo por tramos, de la línea de máxima caída de presión.
  - k) Formar una CEDULA para la ELABORACION Y REVISION DE PROYECTOS.

- 4.- Sólo podrá llevarse a cabo la ejecución del proyecto una vez que lo haya aprobado la SECOFI a través de la Sub-Dirección de Gas.

Los trabajos se efectuarán por instaladores registrados en la propia Secretaría, bajo la supervisión de un Perito Responsable.

- 5.- Una vez terminada la instalación y efectuada la prueba de hermeticidad, todas las terminales para conexión de aparatos de consumo deberán quedar herméticamente taponadas usando para ello tapones roscados o soldados, conforme lo requiera la tubería de que se trate.

El retiro de estos tapones y la conexión de los aparatos de consumo, solo podrá realizarlo personal de la empresa abastecedora de gas, bajo la responsabilidad de ésta.

A tal efecto, en cada uno de los tanques mencionados, o en sitios bien visibles inmediato a ellos, se colocará etiqueta roja metálica o de otro material que garantice permanencia con la siguiente leyenda:

"Se prohíbe retirar este tapón a persona ajena a la empresa que abastece de gas, esta instalación. Quien contravenga esta prevención se hará acreedor a las responsabilidades penales que origine cualquier accidente que se cause".

- 6.- En edificios cada medidor utilizado en las instalaciones se colocará empaque ciego que impida el paso del gas, en lugar del empaque propio del aparato. La sustitución de empaques, para poner en servicio, la instalación, solo la podrá realizar personal de la empresa abastecedora, bajo la responsabilidad de ésta.

- 7.- Una vez efectuada la prueba de hermeticidad y la colocación de las etiquetas, tapones y empaques ciegos a que se refieren los puntos anteriores, se formulará constancia de todo ello y de la entrega de la instalación por el Perito Responsable a quien corresponda.

Dicha constancia deberá ser firmada por el Perito Responsable, por la persona que haya presenciado las pruebas de hermeticidad (que podrá ser el constructor del edificio, o el propietario o su representante), por la persona que reciba la instalación (que podrá ser el propietario o su representante), y dos testigos.

En dicha constancia se incluirá, en todos los casos cláusulas que diga lo siguiente:

- “Esta instalación ha quedado debidamente probada y sin fugas; todas las terminales para conexión de aparatos de consumo han quedado debidamente taponada herméticamente; el tanque se encuentra conectado a la instalación y su válvula de servicio está cerrada y las llaves que controlan los ramales están cerradas también. La conexión de las terminales a los aparatos de consumo, solo podrá ser realizado por personal de la empresa abastecedora; y también únicamente personal de dicha empresa abastecedora, podrá abrir la llave de servicio del tanque y de cada uno de los ramales y poner en servicio las instalaciones. Queda bajo la responsabilidad del propietario del inmueble y de la persona que en su nombre firme ésta constancia el cumplimiento estricto de éstas prevenciones”.
- 8.- Cumplido lo anterior el Perito Responsable presentará la solicitud de autorización de uso y funcionamiento del propietario y el reporte correspondiente a las autoridades acompañando la constancia mencionada en el punto anterior y el plano definitivo correspondiente en el cual constarán todos los datos específicos de la instalación con justificación de los cambios fundamentales que presente la misma en relación con el plano aprobado del proyecto.
- 9.- La SECOFI comisionará a un inspector para que verifique que la instalación se ejecutó conforme a las disposiciones reglamentarias y según el reporte del Perito. Si hay variaciones deberá anotarlas. Si la inspección resultara satisfactoria, así lo hará constar en el acta.
- Cumpliendo estos requisitos la SECOFI, si así procede extenderá de inmediato la autorización de uso y funcionamiento correspondiente.
- 10.- Sólo que se cumplan los requisitos anteriores, la empresa abastecedora de gas L.P. podrá llenar con gas el tanque estacionario, cerciorándose de que la válvula de servicio permanezca cerrada.
- 11.- La Sub-Dirección de Gas o Delegado Federal correspondiente, autorizará provisionalmente a la empresa abastecedora de gas para que proporcione servicio al usuario, tanto de casas particulares como de departamento, bajo la responsabilidad de la empresa y solamente para la primera entrega de Gas L.P. siempre y cuando ésta tenga presente y exhiba en un plazo no mayor de ocho días de haber iniciado el servicio, la copia sellada por Oficialía de Partes de la solicitud firmada por el usuario y el reporte del Perito Responsable correspondiente. Tendrá obligación de verificar que el gasto de los aparatos sea el adecuado.
- 12.- La vigilancia sobre el estado de las instalaciones y el mantenimiento de éstas, quedará a cargo del propietario o administrador del inmueble, por lo que se refiere a los elementos de las mismas que se encuentren fuera de los departamentos o casas, así como los que se encuentren en el interior de dichas viviendas, cuando estén desocupadas.
- 13.- La parte correspondiente a los elementos que se encuentran en el interior de los departamentos o casas al ser ocupados estos, quedarán a cargo del inquilino que los habite.

- 14.- Asimismo será obligatorio para el dueño o administrador del edificio, notificar con toda oportunidad a la empresa abastecedora de gas, de la desocupación de un departamento o casa por un usuario, para que la empresa cancele el servicio y tome las medidas de seguridad que correspondan. De originarse un accidente por la omisión o inoportunidad en efectuar esta notificación, podrá atribuirse a dichas personas las responsabilidades que corresponda.

Una vez que se ponga en servicio un departamento o casa, deberá entregarse a la SECOFI el reporte del Perito Responsable, correspondiente a la instalación Clase "B" de que se trate, en el que se señale el nombre del usuario. Esto se hará en plazo que no excederá en 8 días contados a partir de la fecha en que se inició el servicio al departamento o casa de que se trate. El mismo trámite se requerirá cada vez que un departamento o casa sean ocupadas por un nuevo inquilino.

## DE LAS INSTALACIONES CLASE "E"

Las personas físicas o morales interesadas en obtener de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, autorización para el uso del gas L.P. como carburante en motores de combustión interna, deberán solicitar en original y 2 copias, incluir la siguiente información.

SOLICITUD: Justificar el uso del gas L.P. como carburante de conformidad con la resolución del D.O. del 27 de julio de 1990.

ETAPA 1.- Para justificar: en resolución del Artículo 24 del Reglamento de la distribución de Gas SECOFI podrá autorizar el uso del gas L.P. en motores de combustión interna en los siguientes casos:

- I.- Operación de maquinaria y equipo utilizados en producción agropecuaria.
- II.- Transporte para comercializar producción agropecuaria.
- III.- Servicio público de transporte de personas urbano y suburbano.
- IV.- Servicios públicos municipales.
- V.- Operación de montacargas utilizados en actividades industriales, comerciales y de servicios.
- VI.- Autoabasto de los distribuidores de gas L.P. en autos-tanque para el suministro de combustible a domicilio en recipientes estacionarios.
- VII.- Transporte de turistas extranjeros en vehículos de su propiedad, tipo remolque, que utilicen gas L.P. en forma exclusiva e integral, con la condición de que este combustible no se les suministre dentro de una franja de 50 km. de ancho, a partir de la frontera y hacia el interior del país, y
- VIII.- Transporte de personas y efectos cuando resulte propicio para el cumplimiento de programas específicos en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección del ambiente, que dicten las autoridades federales y locales de acuerdo a sus atribuciones.

- Nombre y domicilio del solicitante, giro o actividad principal.
- El objeto de la autorización.
- Ubicación de la instalación de aprovechamiento.
- Monto aproximado mensual de requerimiento de gas L.P.

## ANEXOS A LA SOLICITUD

- Del inciso VIII, presentar autorización de la Direcc. Gral. de Ecología del Depto. del D.F.
- Presentar la autorización de uso y funcionamiento de la instalación de aprovechamiento expedida por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
- Contrato de suministro celebrado con la empresa distribuidora.
- Relación de vehículos; incluyendo marca, modelo, placas, R.F.A.
- Probar mediante carta responsiva de Perito responsable, que la instalación del sistema de carburación, se llevo a cabo de conformidad con el Cap. II del inciso H del instructivo para el diseño y ejecución de instalaciones de aprovechamiento.
- Programa de mantenimiento a que estarán sujetos los vehículos, señalando el nombre del perito responsable, que estará a cargo del mismo, así como el programa de mantenimiento del sistema de carburación.
- Reporte de la instalación en cada uno de los vehículos, de acuerdo a formato del perito responsable, para el uso del gas L.P. como carburante.

## **DE LAS INSTALACIONES CLASE "F"**

- 1.- El otorgamiento de las autorizaciones de uso y funcionamiento para las instalaciones de la clase "F" (para servicio industrial), requerirán aprobación previa de la SECOFI, del proyecto correspondiente.
- 2.- La solicitud para obtener la aprobación previa del proyecto deberán ser suscritas por el Perito Responsable que lo haya formulado, y presentadas a la Sub-Dirección de Gas debiendo proporcionar los datos siguientes:
  - a) Nombre del usuario.
  - b) Domicilio (calle, número, colonia, zona postal, población y entidad federativa), de la fabrica o taller.
  - c) Tipo de la industria.
  - d) Nombre y número de registro del Perito Responsable encargado de diseño de la instalación.
- 3.- Con las solicitudes a que se refiere el punto anterior, se presentarán tres tantos de planos y memorias técnicas descriptivas de la instalación de aprovechamiento de gas, que deberán contener los datos y requisitos que se señalen en los siguientes puntos.
- 4.- Las memorias técnico-descriptivas, contendrán los datos siguientes:
  - a) Ubicación de la industria.
  - b) Uso de gas L.P. o Natural
  - c) Especificaciones de diseño de la instalación y resultado del cálculo del diámetro de las tuberías en alta presión.
  - d) Localización y capacidad del o de los tanques que se proyecte instalar indicando sus accesorios, zona de protección, distancias, capacidad de vaporización, etc. Iguales datos del vaporizador si se proyecta su uso o caseta de distribución de Gas Natural.
  - e) Cálculo de la vaponzación que proporcione él o los recipientes.

- f) Descripción de la trayectoria de la tubería, a partir del tanque de almacenamiento indicando si estará enterrada o suspendida, clase y dimensiones, protección con que se cuenta y color de pintura, justificando éste en caso de ser diferentes al reglamentario.
- g) Presión de salida y capacidad de los reguladores y presiones a las que deberán funcionar los aparatos de consumo.
- h) Descripción de los aparatos de consumo, tipo y gasto.
- i) Descripción de los aparatos y accesorios de control y seguridad para los aparatos de consumo.
- j) Descripción del sistema empleado para desalojar los gases de la combustión de gas L.P. o Natural.
- k) Descripción de equipo contra incendio proyectado.
- l) Si se emplea combustible sustituto, mencionar el tipo y depósitos del mismo y la localización de éstos.
- m) Existencia o no de fluidos que puedan reaccionar peligrosamente con el gas L.P.

5.- En los planos se representará:

- a) La localización de la industria en un croquis pequeño.
- b) Un plano en planta, a escala indicando la localización de los recipientes, vaporizador, aparatos de consumo, equipo contra incendio, tendido de tuberías; y depósitos de combustible sustituto, en su caso y depósitos de otras materias inflamables o explosivas que se encuentren a distancia menor de 15.0 m. de recipiente estacionario.
- c) Diagrama isométrico de la instalación; recipientes, tuberías, accesorios y aparatos de consumo.

6.- Si estudiados los documentos (memoria y planos), la SECOFI a través de su Dirección Gral. de Gas, determina que cumplen con los requisitos técnicos señalados, los aprobará y devolverá copia con la anotación correspondiente al Perito Responsable.

7.- Al terminar la construcción de la instalación el Perito Responsable avisará a la Sub-Dirección de Gas mediante reporte responsiva técnica a fin de que proceda a la inspección reglamentaria, acompañando acta de recepción de trabajo y la solicitud del usuario para que se le otorgue la autorización de uso y funcionamiento. En la solicitud deberá indicarse el programa de mantenimiento a que estará sujeta la instalación y señalarse el nombre de la persona encargada del mismo.

El acta contendrá en todos los casos cláusulas en los siguientes términos:

“Esta instalación ha quedado debidamente probada y sin fugas; los aparatos de uso inmediato han quedado debidamente conectados y sus válvulas cerradas; todas las terminales para conexión de aparatos de consumo no disponibles de inmediato han quedado taponadas herméticamente; el tanque se encuentra conectado a la instalación y su válvula de servicio está cerrada y las llaves que controlan los ramales están cerradas también. La conexión de los aparatos pendientes sólo podrá ser realizada por personal de la empresa abastecedora de Gas; y también únicamente personal de dicha empresa abastecedora podrá abrir la llave de servicio al tanque y cada uno de los ramales y poner en servicio las instalaciones.



Queda bajo la responsabilidad del propietario de la industria y de la persona que en su nombre firme ésta constancia, el cumplimiento estricto de éstas prevenciones”.

- 8.- Si lo amerita el resultado de la inspección que se practicará por la Sub-Dirección de Gas otorgará la autorización de uso y funcionamiento de la instalación.
- 9.- Cuando se requiera modificar o ampliar la instalación en cualquier forma, es obligación del usuario contar previamente con un proyecto formulado por un Perito Responsable, quien deberá supervisar la ejecución del trabajo y de reportarlo con los detalles necesarios.

Se prohíbe que personal no autorizado por la Sub-Dirección de Gas lleve a cabo los trabajos.

- 10.- Dentro del área marcada en los planos como zona de seguridad para los tanques estacionarios y vaporizadores o caseta de Gas Natural, no se podrán instalar depósitos de combustible, ni de materias inflamables o explosivas; ni tampoco se podrán establecer fuentes de combustión, ni crear riesgo alguno que afecte la seguridad de la instalación en cualquiera de sus componentes.

## **REQUISITOS Y REGLAS PARA EL PROYECTO DE UNA INSTALACION**

Se entiende por instalación de aprovechamiento para gas L.P. o Natural, la que conste de recipientes para almacenar gas licuado de petróleo portátiles o fijos, artefactos de control y seguridad y redes de tuberías apropiadas para conducir gas a los aparatos de consumo. En el caso de Gas Natural, los recipientes se sustituyen por una caseta de control y abastecimiento, proporcionada por PEMEX.

En la ejecución de instalaciones de aprovechamiento de gas L.P. sólo se utilizarán recipientes, tuberías, conexiones y artefactos de control y seguridad que cumplan los requisitos señalados por la Norma de Calidad que corresponda; tratándose de equipo extranjero, se requerirá que sus especificaciones y características de construcción hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría. Si el equipo o artefactos es de fabricación nacional y no ha sido expedida la Norma correspondiente, la Dirección General de Gas autorizará su uso, si a su juicio guarda condiciones de seguridad aceptables.

Para proyectar o diseñar una instalación con recipientes portátiles, es necesario tomar en cuenta el riesgo que representa en los recipientes en su maniobra de colocación, ya que de preferencia al localizarlos en azoteas, éstas no deben estar con más de dos niveles; si se encuentran en planta baja deben estar localizados en áreas suficientemente amplias con ventilación al exterior.

La mayoría de los edificios, se proyectan con recipientes fijos y medidores.

Se prohíbe a los usuarios y personas que no cuenten con autorización como Perito Responsable ejecutar, sustituir, o modificar instalaciones de gas.

La ejecución material, sustitución o modificación de las instalaciones así como el retiro y conexión de los aparatos de consumo, deberán efectuarlas instaladores registrados bajo la supervisión del Perito Responsable.

Para proyectar adecuadamente una instalación debemos tomar en cuenta las siguientes reglas.

## A.- REGLAS GENERALES PARA LOCALIZACION DE RECIPIENTES

- 1.- Los recipientes deberán estar a salvo de golpes, mal trato por el movimiento de vehículos, paso de animales, utilizándose para el caso medio de protección adecuados tales como topes o defensas firmes.
- 2.- Los recipientes se colocarán a la intemperie, a salvo de riesgos que puedan provocarse por concentración de basura, combustibles u otros materiales inflamables.
- 3.- El sitio de ubicación tendrá ventilación conveniente. Queda prohibido colocarlos en el interior de cuartos, recámaras, descansos de escaleras, construcciones o áreas que carezcan de ventilación natural.
- 4.- Ningún recipiente se instalará a menos de 20 cm. de distancia de paredes o divisiones construidas con materiales combustibles (madera, cartón, etc), y la pared o división estará cubierta en el doble de la altura y longitud que ocupe el recipiente o recipientes, con materiales no combustibles, tales como láminas metálicas o de asbesto.
- 5.- Los recipientes se colocarán sobre piso firme y nivelado.
- 6.- El sitio para localizar los recipientes será tal que haya espacio suficiente que permita el movimiento fácil de los operarios para que efectuen las reparaciones que sean necesarias.
- 7.- Cuando existan dos o más equipos portátiles para gas L.P. en sitios tales como azoteas o patios, la distancia mínima entre un equipo y otro será de 50 cm. para permitir el cambio de los recipientes vacíos (por llenos) y el libre acceso a cualesquiera de los equipos para su reparación.

La distancia entre un recipiente portátil y un fijo será como mínimo de 5 metros; si existe muro de por medio, de altura mayor a la de la válvula del recipiente portátil, esa distancia podrá reducirse a un metro.

- 8.- La localización de recipientes deberá permitir su cambio con la mayor seguridad y evitar maniobras peligrosas.
- 9.- Se prohíbe instalar recipientes sobre ménsulas o repisas, en fachadas, exteriores o interiores de los edificios.
- 10.- Distancia. Los recipientes se colocarán a una distancia mínima de tres metros: a) de flama; b) de boca de salida de chimeneas de combustibles diferentes a gas L.P. c) de motores eléctricos o de combustión interna; d) anuncios luminosos; e) de ventanas de sótanos; f) de interruptores y conductos eléctricos y g) de puertas o ventilas de casetas de elevador.

En caso de que existan puertas o divisiones de por medio, la distancia se medirá, a través de la abertura, ventila, ventana o puerta por la cual el gas pudiera llegar a la fuente de combustión.

En el caso de vivienda de personas de escasos recursos económicos cuyas dimensiones o tipo no permitan el cumplimiento estricto de estas disposiciones, el Perito Responsable propondrá la solución conveniente a la Autoridad competente y ésta resolverá sobre la manera de ejecutar las instalaciones.

- 11.- La capacidad de cada recipiente portátil localizado a un nivel superior de la planta baja, no excederá de 30 kilogramos o de su equivalente en litros.

La capacidad del recipiente fijo debe estar relacionada al consumo que abastezca. Para usos industriales, comerciales y domésticos

debe calcularse esa capacidad para llenarse con la menor frecuencia posible en función del consumo del usuario por una parte y de la capacidad de vaporización del tanque en las condiciones más desfavorables previsibles.

- 12.- Se podrán colocar recipientes portátiles en recintos cerrados, bajo la responsabilidad del usuario, en los siguientes casos:
- a) Cuando estén destinados a uso temporal para fines de demostración y siempre que la capacidad del recipiente no sea mayor de 5 kg. por aparato.
  - b) Se podrán usar para estufas económicas, siempre y cuando se cumplan los siguientes requisitos:
    - 1o.- Que la capacidad máxima de los recipientes sea de 10 kg.
    - 2o.- Que los recipientes queden instalados dentro de un gabinete adecuado.
    - 3o.- Que se use el Regulador de Baja Presión con válvulas de acoplamiento integral para uso de gas L.P. según Norma NOM-X-026-1973.
  - c) Cuando la capacidad del recipiente no sea mayor de 10 kilogramos y constituya con el aparato de consumo (lámpara, soplete, radiador, o artefacto similar), un sistema unitario y siempre que la estabilidad de los recipientes quede debidamente asegurada, colocando los recipientes adosados a los muros y abrazados con flejes fijos en el mismo muro.
- 13.- Se podrán ubicar recipientes portátiles dentro de recintos cerrados para realizar trabajos industriales temporales, bajo la responsabilidad y vigilancia del Jefe de los operarios que los realicen, si se cumplen los siguientes requisitos:
- a) Que dentro del recinto cerrado estén protegidos, alejados de temperaturas elevadas y de sitios en que puedan sufrir golpes, maltrato o estén expuestos a otros riesgos probables.
  - b) Que cuando no estén en uso se coloquen a la intemperie, con válvula cerrada y protegidos conforme al criterio establecido en este Instructivo.
- 14.- Cuando los recipientes fijos se instalen en azotea, éste deberá ser plana y previamente se determinará su resistencia, reforzándola en caso necesario.

#### **B.- Localización de recipientes de las instalaciones Domésticas con recipiente portátil.**

Se tomarán en cuenta las reglas generales de localización de recipientes y además las siguientes:

- 1.- En edificios de departamentos los recipientes deberán instalarse en azoteas, junto a muros o bien, junto a pretilas de una altura no menor de 60 cm. La limitación es de 2 pisos de altura, a fin de evitar riesgos por maniobras.
- 2.- En casas habitación se instalarán en el sitio que ofrezca las mejores condiciones de ventilación y se escogerá ese sitio precisamente en el siguiente orden de preferencia.
  - a) Azoteas planas que tengan acceso cómodo y seguro mediante escalera inclinada permanente (no de caracol ni marina).
  - b) Patios o jardines que den a la calle.

.. c) Otros patios o jardines.

d) Terrazas y otros sitios similares.

3.- Se prohíbe colocar recipientes en cubos de luz y azotehuelas cuya área esté o pueda quedar circundada por construcciones de altura mayor de 5 m. y/o con superficie menor de 9.0 m<sup>2</sup>, y sitios similares en que puedan acumularse escapes de gas.

4.- Cuando estén localizados en patios, jardines o sitios similares, que den a la calle deberán contar con puertas o ventilas que permitan ventilación permanente y protección contra vehículos que se muevan en áreas próximas a los recipientes.

Se requerirá un área de 9.0 m<sup>2</sup> como mínimo para cada equipo.

5.- El sitio escogido contará con ventilación permanente, que permita la mayor rapidez con dilución del escape de gas.

6.- Los recipientes portátiles se podrán instalar debajo de escaleras cuando éstas sean exteriores.

#### C.- Localización de recipientes de las instalaciones Domésticas con recipiente fijo.

Se tomará en cuenta lo indicado en las reglas generales, puntos números 1,2,3,4,5,6,9,10 y además las siguientes:

1.- En los edificios de departamentos se colocarán en las azoteas preferentemente en caso contrario el Perito Responsable justificará su ubicación.

2.- En las casas habitación se instalarán en el sitio que ofrezca las mejores condiciones de ventilación y se escogerá ese sitio precisamente en el siguiente orden de preferencia.

a) Azoteas planas con una inclinación no mayor de cinco grados, que tengan escalera permanente.

b) Patios o jardines que den a la calle.

c) Otros patios o jardines.

d) Terrazas y otros sitios similares.

3.- Si se instalan en jardines o patios que den a la calle, deberá contarse con puertas o ventilas que permitan la ventilación permanente y con protección contra vehículos que se muevan en áreas próximas al tanque.

4.- Se prohíbe colocar recipientes en cubos de luz y azotehuelas, cuya área este o pueda quedar circundada por construcciones de altura mayor de 5 metros y/o con superficie menor de 25 m<sup>2</sup>, y sitios similares en que puedan acumularse escapes de gas.

Si todas las construcciones que circundan el área son de altura menor de 5 metros y/o si su superficie es mayor de 25 m<sup>2</sup>, se podrá instalar un recipiente cuya capacidad no exceda 340 litros.

5.- No se permitirá la colocación de recipientes fijos en marquesinas.

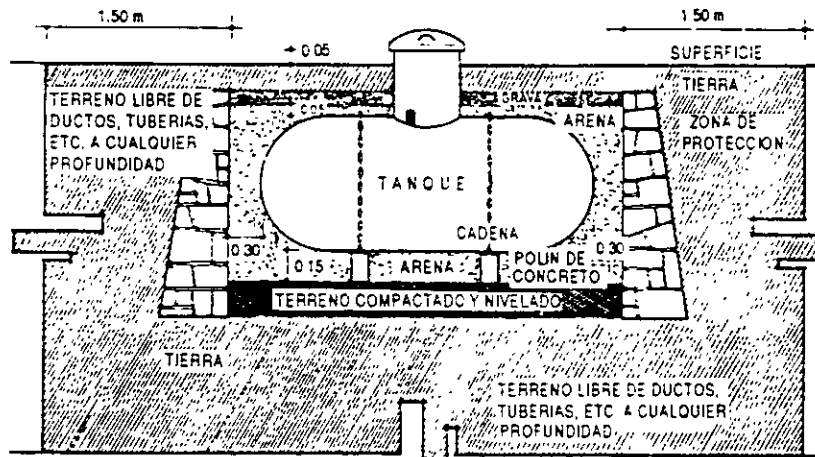
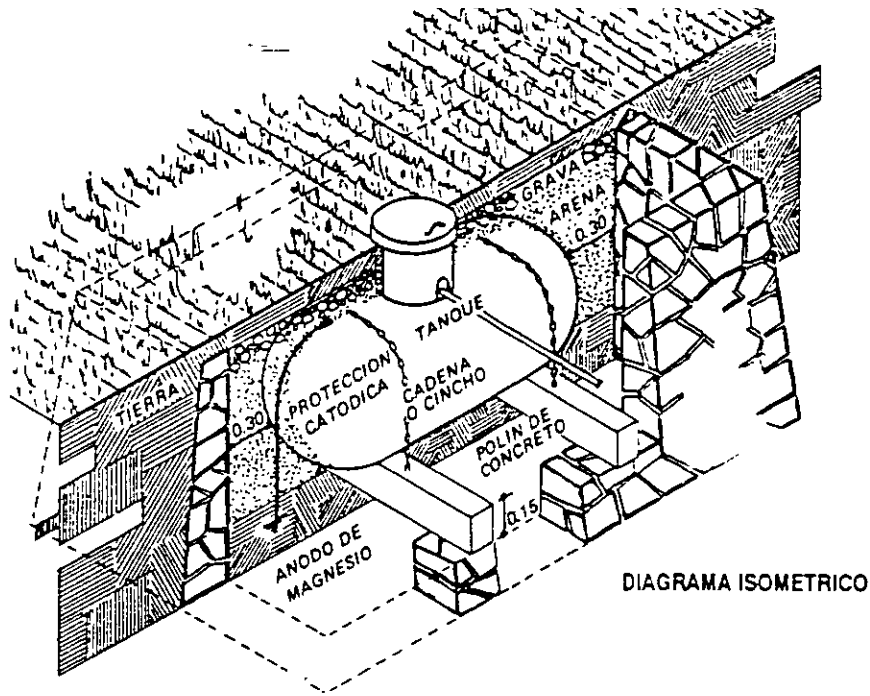
6.- La localización de los recipientes fijos de tipo intemperie colocados en azoteas deberá permitir el acceso libre y permanente entre ellos, sin que impliquen maniobras arriesgadas para llegar al sitio de su empla-

zamiento. Se prohíbe circundar el recipiente por muretes macizos, los muros que se usen por razones estéticas como los recipientes tipo intemperie se podrán colocar sobre estructuras o plataformas hechas expresamente, debidamente sustentados y sujetos.

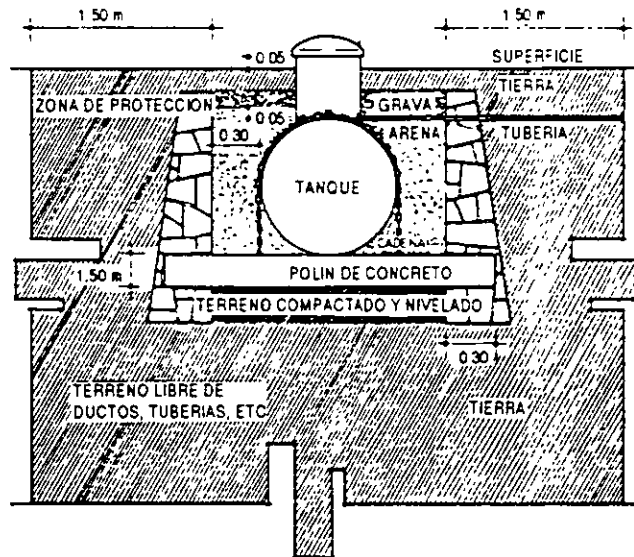
- 8.- Los recipientes tipo intemperie no podrán instalarse en forma subterránea.
- 9.- La instalación que conste de varios recipientes fijos deberá tener espacios libres y seguros para su operación; una distancia mínima de un metro entre tanques con capacidad hasta de 5,000 litros y 1.5 m. entre los de capacidades mayores.

**D.- Localización e instalación de recipientes subterráneos.**

- 1.- Será necesaria la aprobación previa por parte de la SECOFI del proyecto de una instalación con tanque subterráneo. Sólo se autorizará el proyecto, si como resultado de una inspección se determina que no existe un lugar adecuado para instalar tanque tipo intemperie.
- 2.- La colocación de tanques subterráneos en casas particulares, se limitará a jardines o patios con amplia ventilación hacia el exterior de la construcción.
- 3.- En conjuntos habitacionales se instalarán fuera de las construcciones, en espacios ventilados o áreas verdes, en sitio que represente la mayor accesibilidad desde la vía pública.
- 4.- Para la localización de la fosa se escogerá terreno firme y no de relleno.
- 5.- El sitio que se elija para la fosa deberá estar fuera del paso de vehículos; para evitar el tránsito de éstos desde caminos colindantes, se colocarán defensas adecuadas tales como postes, topes o bordos, con altura no menor de 0.30 m.
- 6.- La profundidad de la excavación deberá ser la necesaria para que la tapa de la cubierta protectora de los artefactos quede situada a 5 cm. sobre el nivel de suelo.
- 7.- El fondo de la fosa deberá apisonarse, nivelarse y cubrirse con una capa de arena de espesor mínimo de 15 cm.
- 8.- El relleno de la fosa se hará con arena libre de sales corrosivas (arena de río, arena para construcción) hasta 15 cm. arriba del cuerpo cilíndrico y con grava desde ahí hasta 20 cm. abajo del nivel del suelo.
- 9.- El tanque se fijará sobre un anclaje del tipo denominado "de dos muertos", a los cuales se sujetará mediante cinchos adecuados, para evitar movimientos de flotación. El sitio en que cada cincho abrace al tanque será protegido adecuadamente mediante una placa metálica acojinada en cartón enchapopotado, hule o asbestos, para evitar que se perjudique o dañe en alguna forma el recubrimiento protector del tanque.
- 10.- Las cuatro caras laterales de la fosa se cubrirán con muros que se desplantarán desde un nivel inferior de la capa de arena del fondo de la fosa y terminaran a un de 20 centímetros abajo del nivel del suelo. Habrá una distancia mínima de 30 cms. entre el muro y el tanque.
- 11.- En un área alrededor de la fosa, de 1.5 m. de ancho medidos desde los muros, no existirán drenajes o ductos ajenos al sistema de gas, cualquiera que sea la profundidad a que se encuentren.
- 12.- Cuando exista probabilidad de que la cubierta protectora de artefactos se inunde con agua, se proveerá a la ventila del regulador con un tubo que descargue arriba del más alto nivel probable de agua.



**TANQUE SUBTERRANEO**  
 CORTE LONGITUDINAL



**CORTE TRANSVERSAL**

- 13.- El cierre de la tapa será a base de perno fácilmente removible, de modo que siempre haya rápido acceso a los artefactos del tanque.
- 14.- Se instalará conexión flexible (no manguera), para que la tubería que parta del recipiente tenga protección contra asentamientos; esta protección podrá proveerse conectando, mediante pictel, el regulador de presión y la válvula de servicio.
- 15.- Antes de cubrir la fosa y la ranura que recibe la tubería, deben llevarse a cabo pruebas de hermeticidad de tanque, tubería y conexiones.
- 16.- Para evitar daños a la protección anticorrosiva del recipiente, éste se manejará cuidadosamente durante la maniobra de su colocación, y si se causara daño a dicha protección, deberá reconstruirse antes de cubrir el tanque.
- 17.- Deberá existir aislamiento eléctrico mediante coples aislantes entre recipiente y tubería, en la unión de ésta con el regulador de presión y además en el sitio en que la tubería aflore.
- 18.- Se protegerá catódicamente al recipiente con uno o más ánodos de magnesio, según la resistividad eléctrica del subsuelo, debiendo quedar marcada su localización.
- 19.- Al término de cinco años de instalado en tanque subterráneo, será materia de inspección su localización, como resultado se determinará si cumple aún las reglas que anteceden, o si se debe cambiar su localización.  
  
La inspección mencionada tendrá como propósito, además, determinar el estado de conservación del recipiente. Si lo amerita, se le reacondicionará mediante cambio de accesorios y nueva capa protectora.  
  
Si así corresponde por especificación de la Norma a que se sujetó su fabricación, se le practicará prueba hidrostática o de ultrasonido a los 10 años.  
  
La reinstalación del propio tanque se sujetará a las reglas que contiene este Capítulo.
- 20.- Toda autorización que expida la SECOFI para instalación de tanque subterráneo, tendrá validez por cinco años. Transcurrido este plazo podrá ser revalidada después de cumplirse el contenido de la regla que antecede.

#### **E.- Localización de recipientes de las instalaciones Comerciales con tanque portátil.**

Se tomarán en cuenta las reglas generales, así como las aplicables del inciso "B" y además las siguientes:

- 1.- No se colocarán recipientes en lugares de tránsito de personas, que sean el único acceso o desalojo del local comercial.
- 2.- El sitio de localización estará libre de objetos que impidan el acceso directo, fácil y permanente hasta los recipientes.
- 3.- Para el cambio de recipientes no deberá pasarse con ellos por lugares destinados al público o por aquellos en que se encuentren instalados aparatos de consumo de gas L.P.

#### **F.- Localización de recipientes de las instalaciones comerciales con tanque fijo.**

Se tendrán en cuenta las reglas generales aplicables, las específicas del inciso "C" y además las siguientes:

- 1.- Cuando la capacidad total de los recipientes fijos concentrados en un sitio, exceda de 5,000 lts. y ese sitio esté localizado en un área densamente poblada o concurrida, la SECOFI tomando en consideración la

opinión del Perito Responsable, señalará las medidas adicionales de protección que deban adoptarse, tales como hidrantes, extintores, equipos de rocío o alambrado circundante, etc.

- 2.- Cuando por la localización del recipiente se manifieste un riesgo probable en determinada dirección, se construirán bardas u otros medios efectivos para encauzar la ventilación hacia zonas no peligrosas.

#### **G.- Localización de recipientes en las instalaciones industriales**

Se tomarán en cuenta las reglas generales aplicables, las específicas de los incisos "B", "C", "D" y "F" y además las siguientes:

- 1.- Las distancias horizontales entre los recipientes serán por lo menos de un metro, para capacidades hasta de 5.000 lts y de 1.5 m. como mínimo para capacidades mayores. Las distancias con relación a construcciones y linderos del terreno, se determinarán tomando en cuenta los riesgos probables de vecindad y sirviendo sólo como base el criterio que se expresa en la siguiente tabla.

Hasta	500 litros de agua	0.10 m.
de 501 a	2,000 litros de agua	3.00 m.
de 2,001 a	5,000 litros de agua	7.00 m.
de 5,001	litros de agua en adelante	15.00 m.

Se podrán reducir las distancias señaladas, cuando las condiciones de seguridad sean satisfactorias por la localización, colindancias, ausencia de riesgos o facilidad de acceso, previa autorización de la Secretaría.

- 2.- Cuando los recipientes o la estructura que los soporte se encuentren en lugares de tránsito de vehículos o de personas, deberán contar con zona circundada por defensas firmes, tales como topes, postes, bordos, con altura no menor de 0.30 m.

Dichas defensas deberán ser resistentes, adecuadas al tipo de vehículos que pueden circular cerca de los recipientes y con alambrado o rejillas similares que circunden la zona de protección dejando paso libre y permanente para personas, cuando menos en dos lados cerca de los accesorios de control. Se instalarán letreros alusivos que señalen los riesgos. Es obligatoria la existencia de un sistema de extinción de fuego, localizado fuera de la zona de protección de los recipientes.

#### **H.- Reglas para la localización de los recipientes de las instalaciones de motores de combustión interna.**

- 1.- Para vehículos autopropulsados:
  - a) Deberán estar permanente fijos en el vehículo que los utilice. Se exceptúan de esta regla los tractores utilizados en usos agrícolas y los montacargas; en estos vehículos se podrán utilizar recipientes desmontables, diseñados y construidos específicamente para este propósito.
  - b) Se prohíbe la instalación de recipientes para carburación en remolque o semi-remolques, salvo que la localización del motor que abastezca esté en la misma unidad.
  - c) Se instalarán en sitios de fácil acceso y en forma tal que los operarios puedan llegar a ellos y a sus accesorios sin dificultad. El lugar que se escoja para instalarlos debe reducir al mínimo la posibilidad de que estos recipientes sufran daños.
  - d) La ubicación del recipiente será tal que el propio vehículo le represente protección substancial contra riesgos por colisión.



- e) Los recipientes se instalarán tan lejos del motor y del sistema de escape como sea práctico. Los espacios destinados a pasajeros, a carga o equipo de radio, deberán estar aislados herméticamente del espacio destinado al recipiente.
- f) El compartimento para el recipiente deberá tener ventilación hacia el exterior en todos los casos. Tratándose de cajas o cajuelas, la ventilación se obtendrá mediante abertura practicadas en la parte más baja de la misma.
- g) Cuando el recipiente se instale cerca del motor o del sistema de escape (silenciador, tubo, etc.), el recipiente deberá ser protegido contra la radiación del calor, mediante aislante apropiado.
- h) Los recipientes localizados en la parte trasera de camiones de carga o de pasajeros, deberán quedar protegidos por defensas substanciales.
- i) Los recipientes deberán estar cuidadosamente instalados, asegurándolos firmemente para evitar que la vibración los afloje, los haga deslizarse o los haga rotar. Se sujetarán a la carrocería o al chasis en forma adecuada, cuando menos con 2 soportes hechos de solera de fierro de 51 mm. de ancho y 6.3 mm. de espesor para tener un factor de seguridad adecuado para soportar esfuerzo en cualquier dirección.
- j) Deberá existir una distancia vertical mínima de 10 centímetros entre el nivel superior de los ejes del vehículo y la parte inferior del recipiente.
- k) Sólo podrán llevarse a cabo trabajos de soldadura en el tanque, si se hacen en las placas destinadas a montarlo, orejas, abrazaderas u otros medios para soporte, originalmente colocados en el recipiente por el fabricante.
- l) Todas las válvulas y conexiones de los recipientes deberán protegerse en forma adecuada, para evitarles daños; ya sea por golpes contra objetos estacionarios o causados por piedras y objetos similares lanzados del camino por el propio vehículo, u otro en movimiento, debiéndose prever lo necesario para proteger las válvulas contra daños por colisión, volcaduras u otro accidente similar.
- m) Si se utiliza tubería de desfogue desde la válvula de relevo de presión, deberá ser metálica (no de aluminio) y tener el diámetro, la localización y el mantenimiento adecuado para que no se restrinja el flujo de gas requerido por la válvula de relevo de presión. La tubería de desfogue deberá soportar la presión resultante de la descarga de vapor, cuando la válvula de relevo de presión esté totalmente abierta. Si se requiere que la tubería sea flexible, se deberá usar manguera metálica flexible o tubo flexible de cobre o de acero.
- n) El extremo del tubo para desfogue de las válvulas de relevo de presión deberá ser localizado en el exterior de espacios cerrados, y tan lejos como sea práctico de posibles fuentes de ignición, con su salida hacia arriba en tal forma que evite que el gas que escape llegue al propio recipiente, o a las diversas partes del vehículo, o a otros vehículos que transiten en los carriles adyacentes. Deberá utilizarse un capuchón contra lluvia u otro protector adecuado, para evitar que la válvula de relevo de presión se llene de agua o de basura.
- o) Los recipientes destinados a abastecer exclusivamente tractores agrícolas o montacargas, y similares, deben equiparse con conexiones adecuadas para reducir al mínimo la fuga del líquido al hacer cambio de recipientes.

- p) Cuando se prevea que el intercambio de recipientes se vaya a efectuar en el interior de locales, se instalará en la tubería de combustible un cople automático de cierre rápido, de un tipo que cierre en ambas direcciones al desconectar el recipiente.
- q) El medidor del nivel de líquido de los recipientes para montacarga o vehículos destinados a efectuar servicios similares en el interior de las industrias, deberá ser precisamente del tipo magnético.
- r) El llenado máximo de los recipientes destinados a carburación será al 85% de su capacidad con Propano y al 90% con mezcla de baja presión.

2.- Para motores estacionarios:

Si se instalan tanques del tipo fijo, para su localización se tomarán en cuenta las reglas generales aplicables, las específicas de los incisos C, F, y G, y además las siguientes:

- a) El tanque deberá quedar separado del motor al que abastezca y fuera del límite de cualquier zona de trabajo, a una distancia mínima horizontal de 3 metros.
- b) El llenado máximo permisible para estos tanques será el señalado en el inciso r), del punto anterior.

Si las necesidades del servicio lo requieren, porque la alimentación al motor se haga exclusivamente con vapor de gas, se podrán utilizar recipientes portátiles, para cuya localización se tomarán en cuenta las reglas generales aplicables, las específicas del inciso E y además las siguientes:

- c) La mencionada en el inciso a) de este punto.
- d) Se prohíbe utilizar estos recipientes portátiles para abastecer una instalación con gas L.P. en fase líquida.

## **REGLAS GENERALES PARA LA INSTALACION DE TUBERIAS DE SERVICIO.**

- 1.- Solamente se utilizarán tuberías y conexiones fabricadas con materiales autorizados por la Dirección General de Normas para el uso de gas L.P. tratándose de tuberías de cobre se utilizarán exclusivamente las de tipo "L" y "K".
- 2.- Para la conexión de aparatos de consumo, se podrán usar mangueras que se utilizarán exclusivamente cuando el tipo especial del servicio lo requiera (planchas, aparatos y quemadores móviles, criadoras, mecheros, aparatos sujetos a vibración, etc.), su longitud no excederá de 1.5 metros por aparato, ni pasará a través de paredes, divisiones, puertas, ventanas o pisos, ni quedarán ocultas o expuestas a deterioro de cualquier naturaleza. Estas mangueras obedecerán a la Norma Oficial correspondientes que permita su uso para conducir gas L.P.
- 3.- En los sitios donde sean previsibles esfuerzos o vibraciones por asentamientos o movimientos desiguales, se dotará de flexibilidad a la tuberías mediante, rizados, curvas omega, conexiones o tramos de materiales adecuados.

- 4.- Las tuberías adosadas a la construcción, se deberán sujetar con abrazaderas, soportes o grapas adecuadas, que impidan movimientos accidentales.
- 5.- Las tuberías que atraviesen claros o queden separadas de la construcción por condiciones especiales de ésta, deberán estar sujetas con soportes adecuados.
- 6.- Deberán quedar a salvo de daños mecánicos cuando crucen azoteas, pasillos o lugares de tránsito de personas y se deberán proteger de manera que se impida su uso como apoyo al transitar.
- 7.- Queda prohibida la instalación de tuberías que atraviesen sótanos, huecos formados por plafones, cajas de cimentación, cisternas, entre-suelos, por abajo de cimientos o cimentaciones y de pisos de madera o losas; en cubos o casetas de elevadores, tiros de chimeneas, conductos de ventilación o detrás de zoclos, lambri-nes de madera y de recubrimientos aparentes decorativos.
- 8.- Se permitirá la instalación de tuberías en sótanos exclusivamente para abastecer los aparatos de consumo que en ellos se encuentren. Será obligatorio instalar en tubería una válvula de cierre a mano en un punto de fácil acceso fuera del sótano y otra antes de cada aparato, así como un manómetro permanente entre ellas. Estas tuberías deberán ser visibles. El sótano deberá contar con ventilación natural o forzada.
- 9.- Cuando recorran ductos, estos deberán ser adecuados para el propósito y quedar ventilados permanentemente al exterior cuando menos en ambos extremos.
- 10.- Salvo que se les aisle apropiadamente quedarán separados 20 centímetros como mínimo, de conductores eléctricos cuyo voltaje sea de 110 voltios o superior y de tuberías para usos industriales que conduzcan fluidos corrosivos o de alta temperatura, y no cruzarán ambientes corrosivos.

En las instalaciones que utilicen tuberías para conducir fluidos que combinados con el gas L.P. pudiera representar un riesgo previsible, el Perito Responsable adoptará las medidas apropiadas de seguridad que a su juicio estime pertinente.

- 11.- Se dejará taponado todo extremo de tubería destinada a conectar aparatos si éstos no quedan conectados, aún cuando antes de tal extremo se cuente con llave de cierre de cualquier tipo. Los tapones serán los adecuados para el propósito y no se admitirán tapones improvisados.
- 12.- En tubos rígidos no se permitirán dobleces que tengan como propósito el evitar el uso de las conexiones correspondientes. Sólo se permitirán curvas suaves que no debiliten las paredes del tubo, por lo que éstas curvas deberán ser hechas con herramienta especial, sin calentamiento previo y con la curva adecuada al diámetro del tubo.
- 13.- Toda tubería, exceptuando la de cobre flexible que conduzca gas L.P. en estado de vapor para servicio industrial, comercial y para uso doméstico en edificios de departamentos, deberá pintarse con pintura amarilla. Tratándose de instalaciones industriales se permitirá el uso de pintura de otro color si el Código interno de la industria lo hace necesario. Por razones de estética se permitirán otros colores para las tuberías instaladas en fachadas; pero en este caso se identificarán con los colores reglamentarios en el lugar más visible, en longitud mínima de 10 cms. Tratándose de instalaciones para uso doméstico individual, en las cuales la tubería que parta de él o los recipientes que sólo abastezca una vivienda, podrá omitirse el requisito

de pintarla, si por ser fácil y claramente distinguible dicha tubería de las que conduzcan otros fluidos se hace innecesario tal requisito a juicio del Perito Responsable.

- 14.- La unión de tubería de fierro se hará por medio de roscas, bridas, juntas deslizables o soldadura de fusión de arco eléctrico. Todas las conexiones soldadas deberán ser de Norma. si la unión o conexión de tuberías es por medio de rosca, se deberá emplear un material sellante adecuado que permita su hermeticidad, tal como litargirio con glicerina o sellantes a base de suspensión de plomo. Las tuberías de cobre rígido se unirán mediante conexiones adecuadas de Norma, soldadas con soldadura de estaño. Las de cobre flexible mediante conexiones roscadas y avellanadas.
- 15.- Todas las tuberías que se localizan enterradas en patios o jardines, deberán estar a una profundidad de 60 cms. como mínimo. Las de fierro negro o galvanizado se protegerán contra corrosión con el medio adecuado, tomando en cuenta la naturaleza química del subsuelo, o resistividad eléctrica del subsuelo. La longitud de dichas tuberías y la importancia de la instalación según su clasificación. Podrá utilizarse materiales bituminosos, fibra de vidrio, felpa, cinta plástica, protección catódica. La tubería deberá contar con coples aislantes en los puntos donde aflore. La entrada de la tubería a la construcción deberá ser visible.
- 16.- Si requieren protección especial, indicar como se sujetan y protegen con detalle adjunto.

## **TUBERIAS OCULTAS EN BAJA PRESION (.028 kg/cm<sup>2</sup>) GAS L.P. (.018 kg/cm<sup>2</sup>) GAS NATURAL**

- 1.- Únicamente las tuberías de fierro galvanizado o cobre rígido tipo "L" o superiores, podrán instalarse ocultas. Se prohíbe el uso de tuberías flexibles.
- 2.- Se prohíbe el uso de uniones intermedias en tramos rectos menores de 6 metros no tengan desviaciones.
- 3.- No se considera oculto el tramo que se utilice para atravesar muros macizos siempre que su entrada y salida sean visibles.
- 4.- En casos especiales y justificando su uso, se considerarán correctas las que recorran muros en cualquier dirección, y las instaladas en ranuras hechas en tabique macizo o tendidas en tabique hueco sin ranurar, pero ahogadas en concreto. Se dibujará croquis de detalle.

Cuando la trayectoria sea horizontal en muro, la ranura deberá hacerse como mínimo a 10 centímetros sobre el nivel del piso terminado. Estas tuberías de preferencia deben ser visibles.

- 5.- Cuando se localicen sobre losas, se permitirá la instalación de tuberías en el firme, o bien, ahogadas en la parte superior de la losa, siempre que no sea planta baja de edificios de departamentos. En casas particulares, cuando los aparatos de consumo se encuentren alejados de los muros se permitirán si el piso de la planta baja es firme sin celdas, cajas de cimentación o sótanos, se dibujará croquis con detalle.
- 6.- Cuando sea imprescindible instalarlas en muros de recámaras, deberán quedar enfundadas y sus extremos darán al exterior de la recámara.

## TUBERIAS DE SERVICIO EN ALTA PRESION REGULADA

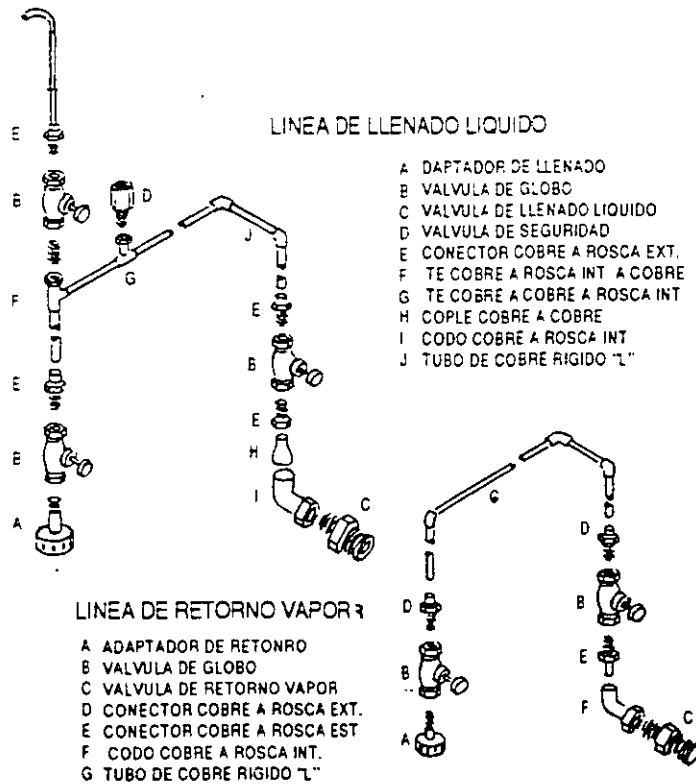
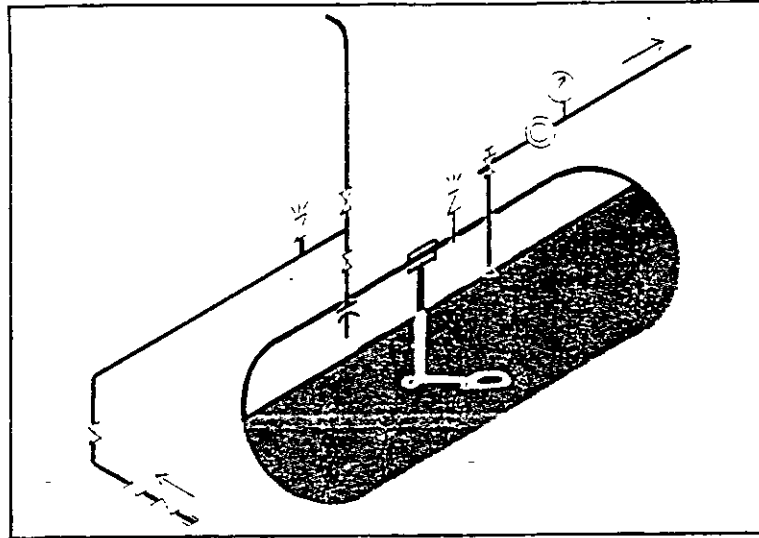
- 1.- Se prohíbe la instalación en el interior de recintos, de tuberías de alta presión regulada, para usos comerciales o domésticos, si no están destinadas a abastecer aparato de consumo que trabaje a dicha presión.
- 2.- Tratándose de instalaciones destinadas a usos industriales, se autorizará el uso de alta presión regulada, en el interior de recintos, si el usuario cuenta con personal encargado de la vigilancia y mantenimiento permanente de tales instalaciones que garantice su buena conservación.
- 3.- Las tuberías de alta presión regulada, en interiores o en exteriores, estarán localizadas en forma tal que se reduzcan al mínimo los riesgos siguiendo las reglas generales aplicables. Se les protegerá adecuadamente contra daños mecánicos y tratándose de las tendidas al exterior, se escogerán los sitios que ofrezcan las mejores condiciones de ventilación.
- 4.- Las tuberías visibles que conduzcan el gas a alta presión regulada deberán ser de cobre rígido "L" o de fierro galvanizado cédula 40, o superiores. En las ocultas o subterráneas podrá utilizarse, también las de fierro negro cédula 40 o superior. Para la protección de estas tuberías se aplicará la Regla 15 de las generales.
- 5.- Toda tubería que conduzca el gas a alta presión regulada, deberá estar alejada a la distancia apropiada, que no deberá ser menor de 20 centímetros, de las de otros servicios tales como: ductos, de líneas de corriente eléctrica o de teléfonos, tuberías que conduzcan fluidos corrosivos o a alta temperatura, etc.
- 6.- Tratándose de instalaciones domésticas, incluyendo edificios y de instalaciones comerciales, estas tuberías podrán ser subterráneas en patios y jardines; pero serán visibles al exterior en todo su recorrido por la construcción.

## TUBERIAS DE LLENADO Y DE RETORNO DE VAPORES.

Las tuberías de llenado y de retorno de vapores para recipientes fijos, deberán ser de fierro negro cédula 40 soldada, o superior roscada, o de cobre rígido de Norma para las presiones de trabajo correspondientes, cuando no estén expuestas a daños mecánicos.

- 1.- Tendido y localización:
  - a) Deberán instalarse por el exterior de las construcciones y ser visibles en todo su recorrido. No se considera oculto el tramo que sólo atravesase muro macizo. Si es hueco deberá ahogarse con concreto la tubería de la parte que se aloje en el muro o enfundarse.
  - b) Salvo que se les aisle apropiadamente, quedarán separadas 20 centímetros como mínimo de conductores eléctricos y de tuberías para usos industriales que conduzcan fluidos corrosivos o de alta temperatura y no cruzarán ambientes corrosivos.
  - c) Las bocas de toma se situarán al exterior de las construcciones a una altura no menor de 2.50 metros de piso terminado para evitar su manejo por personas extrañas al servicio. Se prohíbe localizarlas al nivel de la banqueta o a uno inferior. La distancia mínima de la boca de toma a flama deberá ser de 3 metros.

- d) Siempre se preferirá, para el tendido de la tubería de llenado en su bajada desde las azoteas, las fachadas de la construcción o las paredes laterales que no sean colindantes con otra propiedad. En los casos especiales que esto no sea practicable, el Perito Responsable proyectará la solución y pedirá la aprobación de las Autoridades correspondientes.



Si la solución implica el tender la bajada por cubos de luz y/o el recorrido por pasillos, se cumplirán los siguientes requisitos:

- I.- Se utilizará tubo de fierro, cédula 80 en toda su longitud desde el tanque, con conexiones para alta presión o bien cédula 40 soldada. Podrá usarse tubo de cobre rígido de norma para las presiones de trabajo correspondientes.
- II.- La boca de toma se situará al exterior de las construcciones en las condiciones del punto c). También podrá localizarse en cubo de luz si éste tiene comunicación, permanente a la calle y siguiendo el criterio expresado en el inciso b) de la regla 2 de este capítulo.
  - e) La instalación de tubería de retorno de vapor será optativa a juicio del Perito Responsable.
- 2.- Se omitirán las tuberías de llenado, siempre que la manguera, en toda su extensión quede a la vista de las dos personas que lleven a cabo la maniobra del llenado, en los siguientes casos:
  - a) Cuando el recipiente a llenar esté localizado en sitio de acceso directo para el vehículo suministrador.
  - b) Cuando el recipiente no esté en sitio de acceso directo para el vehículo suministrador, pero se puede llegar a este con la manguera sin añadirle tramos adicionales, siempre que todo el tendido de la manguera se haga a la intemperie.
  - c) Que estando el recipiente localizado en azotea se cumplan las siguientes condiciones:
    - I.- Que la azotea tenga una altura no mayor de 7 metros sobre el nivel del piso.
    - II.- Que el sitio de ubicación del tanque sea accesible y alejado del paño frontal de la construcción no más de 10 metros.
    - III.- Que el lugar de paso de la manguera esté libre de obstáculos y que de existir cables de alta tensión, anuncios eléctricos o flamas de cualquier naturaleza, la distancia a que se encuentren elimine la posibilidad de riesgo anormal.
    - IV.- Que el tendido de la manguera desde el auto-tanque hasta el piso de la construcción se haga sobre el piso.
- 3.- Las tuberías de llenado de líquido deberán contar con los siguientes accesorios:
  - a) Válvula de control manual para una presión de trabajo de 28 kg/cm<sup>2</sup>, inmediatamente después del acoplador con cuerda ACME al recipiente.
  - b) En la boca de toma una válvula de acción manual para una presión de trabajo de 28 kg/cm<sup>2</sup> y una válvula automática de no retroceso, sencilla o doble, con cuerda ACME para recibir acoplador.
  - c) Válvula de seguridad localizada entre las dos válvulas de cierre manual, en la zona más alta de esta tubería, cuyo ajuste de apertura deberá ser de 17.58 kg/cm<sup>2</sup>, prohibido el uso de válvulas de servicio.
  - d) Tubería de purga, controlada con válvula de control manual, que terminará hasta sobresalir en lugar

bien ventilado y orientada en forma tal que sean mínimos los riesgos por el gas purgado.

- 4.- Las tuberías de llenado deberán ostentar el color rojo cuando estén destinadas a conducir gas L.P. en estado líquido y amarillo las que se utilicen para el retorno de vapores. Las Autoridades podrán autorizar el uso de otros colores, si lo justifican razones de estética y no hay posibilidad de confusiones.
- 5.- Las tuberías de retorno de vapor deberán estar dotadas de los siguientes accesorios:
  - a) Inmediatamente después del acoplador, dotado de opresor con cuerda ACME al recipiente, una válvula de cierre mano de presión de trabajo de 28 kg/cm<sup>2</sup>.
  - b) En la boca de la toma una válvula de cierre a mano para una presión de trabajo de 28 kg/cm<sup>2</sup>, y una válvula automática combinada de exceso de flujo y de no retroceso.

#### 6.- LINEAS DE LLENADO MULTIPLE

- a) Las líneas de llenado múltiples deberán cumplir con los requisitos señalados para las líneas de llenado sencillas, en cuanto a su tendido y localización.
- b) Las líneas de llenado múltiples no podrán atravesar juntas constructivas.
- c) Todos los recipientes que abastezcan una línea de llenado múltiple deberán encontrarse en una misma construcción.
- d) Una línea de llenado múltiple no podrá abastecer a dos o más grupos de recipientes.
- e) Los recipientes que abastezca una línea de llenado múltiple deberán encontrarse juntos, colocados en batería, representando las distancias mínimas que para ello se señalen en las reglas específicas del grupo al cual pertenezca la instalación.
- f) Los tanques abastecidos por una línea de llenado múltiple deberán ser todos de la misma capacidad, excepto los instalados en las instalaciones clase "F", o red de distribución de gas L.P. en cuyo caso el Perito Responsable justificará su empleo.
- g) No podrá instalarse líneas de llenado múltiple para abastecer instalaciones clase A.
- h) No podrá instalarse líneas de llenado múltiple en instalaciones de clases diferentes mezcladas, excepto en las clases B-D.
- i) La tubería que conecta con la boca de llenado de una línea de llenado múltiple, deberá marcarse, explicando su uso, con rótulos visibles que permitan identificar el sistema.
- j) Las líneas de llenado múltiple deberán construirse con tubería de Normas, de fierro negro o de cobre rígido. Las de fierro negro deberán ser de cuando menos cédula 40 si son soldadas, o superior si son roscadas. Para las de cobre rígido podrán utilizarse tuberías tipo K o tipo L, según se encuentre disponible, sin preferencia por ninguna.
- k) Deberá existir una válvula de corte de cierre a mano, para una presión de trabajo de 28 kg/cm<sup>2</sup>, precediendo inmediatamente a cada uno de los acopladores de llenado.



- l) Deberá de existir una válvula de relevo hidrostático, calibrado para abrir a una presión de 17.58 kg/cm<sup>2</sup>, colocada en la parte más alta de la línea de llenado múltiple.
- m) Queda expresamente prohibido el uso de válvulas de servicio para el cumplimiento del inciso anterior.

## **TUBERIAS, MOTORES DE COMBUSTION INTERNA**

- 1.- La tubería de alimentación en instalaciones de aprovechamiento de gas L.P. en motores de combustión interna deberá ser:
  - a) Para vehículos, de cobre flexible del tipo "L" protegida con material de color vivo, de hule o plástico resistentes al calor y a la combustión.
  - b) Para motores estacionarios, de cobre flexible "L" o rígido de norma para la presión de trabajo correspondiente, o acero negro o galvanizado, cédula 80.
- 2.- Deberá localizarse alejado al máximo posible del escape del vehículo o lugares de calentamiento directo o por radiación.
- 3.- Deberán localizarse a una distancia mínima de 15 centímetros del acumulador, para evitar que los ácidos la dañen.
- 4.- Deberá estar bien sujeta con grapas o protegida contra golpes.
- 5.- Deberá estar libre de estrangulamiento o deformaciones.
- 6.- En el extremo inicial de la tubería se instalará una interconexión que haga posible el uso de vapor cuando sea necesario.

## **PRUEBA DE HERMETICIDAD**

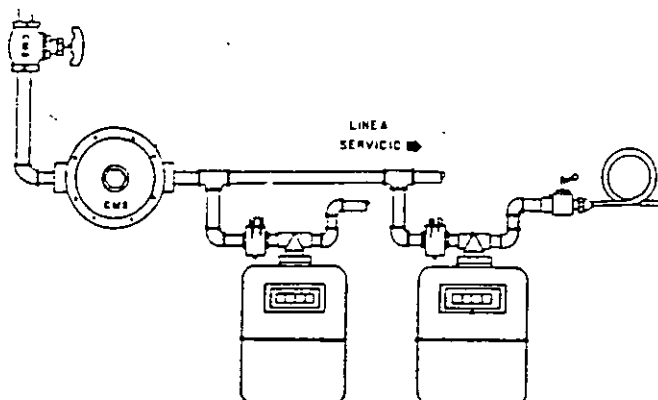
- 1.- Toda tubería que conduzca gas deberá ser objeto de prueba de hermeticidad antes de ponerla en servicio.
- 2.- Las tuberías ocultas o subterráneas deberán probarse antes de cubrirlas.
- 3.- Para efectuar las pruebas a baja presión, se utilizarán exclusivamente gas L.P., aire o gas inerte. Para las pruebas a mayores presiones se usarán sólo aire y gas inerte, tales como anhídrido carbónico y nitrógeno. No se permitirá ningún otro fluido; jamás se utilizará oxígeno en cualquiera de estas pruebas.
- 4.- Las tuberías que conduzcan gas a baja presión se probarán como sigue:
  - a) Antes de conectar los aparatos de consumo, las tuberías deberán soportar una presión manométrica de 500 gr/cm<sup>2</sup>, registrada por manómetro adecuado, durante un período no menor de 10 minutos, sin que el manómetro registre caída de presión alguna.
  - b) Se efectuará una segunda prueba, con los aparatos de consumo conectados a las tuberías, en la que tuberías y accesorios de control de los aparatos de consumo, deberán soportar una presión

manométrica de 28.0 gr/cm<sup>2</sup>, durante un período no menor de 10 minutos, sin registrarse caída de presión alguna.

- 5.- La tuberías que conduzcan gas en alta presión regulada, en la prueba deberán soportar una presión manométrica no menor de dos veces la presión de trabajo, durante un período mínimo de 24 horas, sin mostrarse caída de presión alguna. Se utilizará manómetro adecuado.
- 6.- Pruebas de hermeticidad en tuberías de llenado (líquido y vapor) y de vaporizadores (alta presión no regulada):
  - a) Esta prueba se efectuará en la tubería con todos sus accesorios instalados, con excepción de la válvula de seguridad de la tubería de llenado, en cuyo lugar se pondrá el manómetro adecuado, debiendo soportar una presión de 21 kg/cm<sup>2</sup>, durante un período no menor de 24 horas, sin acusar caída de presión alguna.
  - b) La válvula de seguridad para la tubería de líquido tendrá un ajuste de 17.58 kg/cm<sup>2</sup>.
- 7.- En todos los casos, una vez que el manómetro registre la presión requerida, la fuente de presión deberá desconectarse del sistema, antes de llevar a cabo las pruebas.
- 8.- Después de haber efectuado las pruebas de hermeticidad, cuando se haya utilizado aire y gas inerte, se purgaran adecuadamente las tuberías antes de ponerlas en servicio. Una vez hecho lo anterior se hará el encendido de pilotos y quemadores, asegurándose de que éstos y los aparatos funcionen correctamente, y se verificará mediante jabonadura que no haya fugas en parte alguna de los aparatos estando el funcionamiento, es decir, encendidos.
- 9.- El Perito Responsable informará a la SECOFI sobre la prueba de hermeticidad, en escrito que contenga la firma del constructor, dueño o usuario con las especificaciones completas de presión, tiempo y resultado, adjuntando por triplicado el documento a la solicitud de autorización de uso y funcionamiento.

## LOCALIZACION MEDIDORES VOLUMETRICOS DE VAPOR

- 1.- Se instalarán en lugares bien ventilados, de manera que los trabajos de mantenimiento se puedan hacer con facilidad.
- 2.- Se instalarán precedidos por una válvula de control con orejas para candado. Se instalará una tuerca unión tanto en la entrada como a la salida o una sola si la entrada y salida están combinadas.

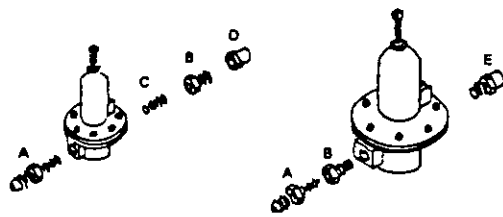


- 3.- Se instalarán fuera de los departamentos agrupados en sitios de libre acceso (azoteas, patios bien ventilados o lugares similares), y deberá marcarse cada uno con el número del departamento correspondiente.
- 4.- Para compensar la pérdida de presión que sufre el gas a su paso por medidores, cuando se utilicen tales artefactos se autoriza elevar la presión de ajuste del regulador de baja presión de 1.3 gr/cm<sup>2</sup>.

## LOCALIZACION Y SELECCION DE REGULADORES

- 1.- Toda instalación de aprovechamiento deberá contar con regulador de presión.
- 2.- Cuando se utilice vaporizador, el regulador de presión deberá estar instalado tan cerca de éste como lo permita la colocación de accesorios adicionales de control.
- 3.- Cuando se use regulador de una sola entrada, en instalaciones de aprovechamiento que desde el tanque sean abastecidas con vapor, dicho regulador podrá conectarse a la válvula de servicio mediante punta pol o pigtel.

### CONEXION REGULADOR PRIMARIO



- A PUNTA POL (CONEXION DIRECTA)
- B REDUCCION BUSHING GALV.
- C NIPLE GALVANIZADO
- D CONECTOR COBRE A ROSCA INT.
- E CONECTOR A ROSCA EXT.

- 4.- En tanque estacionario el tubo de cobre flexible a que se refiere el inciso anterior deberá ser tipo "L", con longitud no mayor de 50 centímetros; en los tanques portátiles sus características se ajustarán a la Norma vigente (pigtel).NOM-X-001-1983.
- 5.- Si se utilizan dos recipientes portátiles, la conexión de sus respectivas válvulas a regulador doble deberá hacerse mediante conexión flexible (pigtel), con las características que señale la Norma vigente.  
  
Si se utiliza sólo un recipiente portátil conectado a regulador doble, la abertura no utilizada de éste deberá obturarse con tapón roscado apropiado.
- 6.- Si se utiliza más de un recipiente portátil a cada lado del regulador de presión, la conexión deberá hacerse mediante múltiple de hierro negro o galvanizado, que será cédula 80 si las conexiones son roscadas o soldadas y cédula 40 si son soldadas o cobre rígido K, firmemente sujeto a la pared o con el soporte que garantice su estabilidad; dicho múltiple recibirá en válvulas de servicio las conexiones flexibles (pigtel de doble punta pol) de Norma que partan de las válvulas de los tanques. A su vez el extremo del múltiple estará dotado de válvulas de servicio para conectar el regulador, mediante conexión flexible (pigtel) de Norma o punta pol.
- 7.- Los reguladores de presión de segunda etapa o secundarios en instalaciones industriales y comerciales se localizarán de manera preferente a la intemperie; pero cuando sea indispensable en recintos cerrados, deberán estar dotados de un tubo que conecte el escape de seguridad con el exterior ventilado. En todos los casos el regulador se instalará precedido de una válvula de cierre de acción manual.

- 8.- La capacidad y ajuste de los reguladores serán los apropiados al servicio que vaya a suministrar.
- 9.- La presión máxima de salida de los reguladores de primera etapa o primarios, será de 1.5 kg/cm<sup>2</sup>, para instalaciones domésticos y comerciales. Deberán estar provistos de manómetro adecuado conectado al propio regulador o en la tubería inmediata a ésta. En caso de que las necesidades del aprovechamiento requieran una presión mayor en las tuberías de servicio, el Perito Responsable lo justificará en la solicitud de autorización de uso y funcionamiento correspondiente.
- 10.- Se entenderá por alta presión regulada, cualquier presión controlada por regulador, que sea superior a 28.0 gr/cm<sup>2</sup>. En instalaciones destinadas a usos domésticos podrán utilizarse tuberías que conduzcan el gas a alta presión regulada, siempre y cuando el regulador de segunda etapa o secundario se localice a la intemperie, siguiendo el criterio establecido para la localización en recipientes portátiles en cuando a riesgos previsibles.

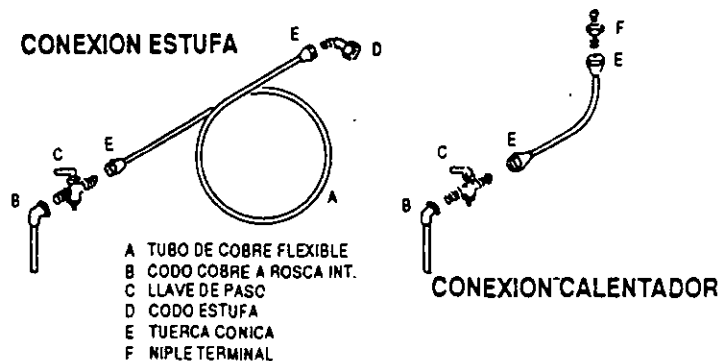
## **REGULADORES Y VAPORIZADORES PARA MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.**

- 1.- El uso de estos aparatos será obligatorio para el aprovechamiento de gas L.P. como carburante en estado líquido en motores de combustión interna; en su instalación se seguirán las siguientes reglas y todas las recomendaciones del fabricante que no se opongan:
  - a) Deberán estar colocados entre el tanque de combustible y el mezclador de gas-aire adaptado al carburador.
  - b) Se sujetarán firmemente con soportes que reduzcan al mínimo la posibilidad de desprendimiento.
  - c) Deberá instalarse una válvula de cierre automático apropiado, en el sistema de combustible, en algún punto antes de la entrada al mezclador de gas-aire, diseñada para evitar el flujo de combustible al mezclador, cuando la ignición esté cerrada y el motor no esté trabajando.
  - d) Queda prohibido utilizar el calor de los gases del escape del motor como medio para vaporizar el gas, prohibiéndose igualmente el uso de fusibles en los reguladores y vaporizadores.
  - e) Deberán estar separados de lugares de alta temperatura, tales como el múltiple, silenciador, etc.
  - f) Deberán contar con una válvula o tapón adecuado que permita el drene completo del regulador, localizado en la parte inferior.
  - g) El abastecimiento de aire fresco o acondicionado, destinado a la zona de pasajeros, deberá no ser afectado por el consumo de aire del sistema de carburación.

## **LOCALIZACION DE APARATOS DE CONSUMO Y VAPORIZADORES**

- 1.- La presión de gas en los orificios de salida de las espreas de aparatos domésticos será de 28.0 gr/cm<sup>2</sup>, con una tolerancia máxima de 5%. Esta operación se denominará Baja Presión Regulada. Los cálculos de caída de presión para las instalaciones de las clases A, B y D, se regirán por la fórmula del Dr. Pole; en las instalaciones de las clases C y F podrán utilizarse otras que deberán especificarse en la solicitud de autorización de proyecto.

- 2.- La presión del gas en los orificios de salida de las espreas de los aparatos comerciales o industriales será la adecuada, según las especificaciones de diseño y de fabricación de los quemadores, autorizados por SECOFI.
- 3.- El gasto por aparato se determinará, siempre que sea posible, directamente por las especificaciones señaladas por el fabricante o bien basándose en el calibre de la esprea.
- 4.- Además de las válvulas de control que se instalen para comodidad de los usuarios las siguientes:



- a) Una llave de corte con maneral de cierre a mano, antes de cada aparato de consumo, instalada en la tubería rígida. Cuando la totalidad de la instalación sea de cobre flexible, se podrá instalar la llave de paso en la tubería flexible, debiendo quedar firmemente sujeta al muro con abrazaderas o grapas a ambos lados de la llave.

Tratándose de aparatos de consumo permanente fijos (tales como hornos empotrados, calentadores de agua, cocinas integrales, etc.), también se podrá instalar la llave de corte en tubería flexible sin engrapar si el tramo de ésta tiene una longitud no mayor de 50 cm.

Cuando las condiciones de instalación y aparatos no permitan la colocación de una llave de corte accesible para cada aparato, se instalarán una o más llaves de corte mediante la cual o las cuales se cuenten con el medio para controlar la totalidad de los aparatos.

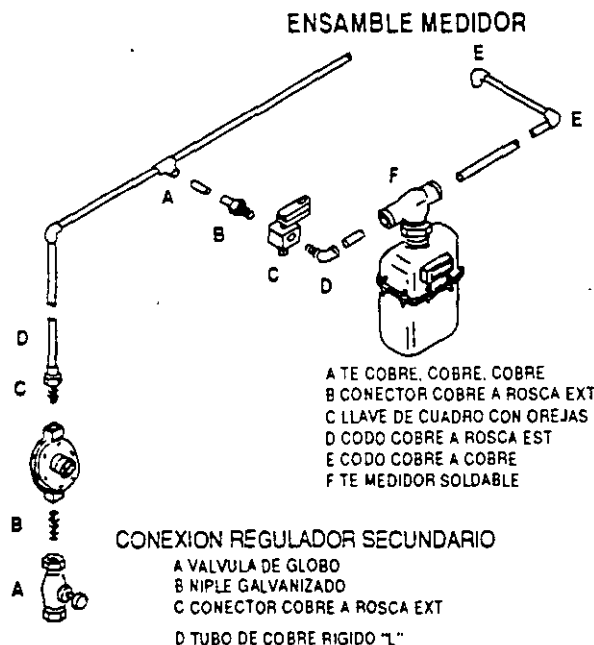
- b) En locales comerciales o industriales, una válvula de cierre general, de acción manual, localizada bien visible, en el interior, en sitio libre y de fácil acceso.

Cuando no sea posible cumplir estos requisitos de localización en el interior, se colocará al exterior en las condiciones señaladas. Pero en este caso se proveera el medio adecuado para evitar que manejen esta válvula personas ajenas al servicio del usuario.

- c) Cuando los aparatos de consumo sean de uso colectivo (escuelas, laboratorios, sanatorios, etc), se instalará una válvula general de cierre a mano en lugar adecuado, bien visible y de fácil acceso, para que sea operada exclusivamente por personal docente o administrativo.
- d) En las instalaciones domésticas múltiples abastecidas por tanque fijo o en que no se usen medidores, deberá instalarse una válvula de cierre manual en lugar accesible en un punto antes de la entrada

individual de la tubería a cada departamento o casa.

- 5.- Todo aparato de consumo se localizará en forma tal que se tenga fácil acceso al mismo y a sus llaves de control.
- 6.- Cuando los aparatos sean instalados en el interior de construcciones, el sitio elegido para localizarlos deberá permitir una ventilación satisfactoria, que impida que el ambiente se vacíe con los gases de combustión y sin corriente de aire excesiva que puedan apagar los pilotos o quemadores.
- 7.- Cuando los aparatos de consumo se instalen en recintos cerrados (closets, nichos, cuarto de máquinas, etc), será obligatorio instalar chimenea o tiro directo hasta el exterior para desalojar los gases de la combustión, así como proveer el medio adecuado para permitir la entrada permanente de aire del exterior en cantidad suficiente para que el funcionamiento del quemador sea eficiente.
- 8.- Se prohíbe instalar calentadores de agua en cuartos de baño, recámaras y dormitorios; la localización de estos aparatos deberá llenar los siguientes requisitos:
  - a) Preferiblemente se instalarán a la intemperie o en sitios al aire libre, permanentemente ventilados, con soportes adecuados que impidan esfuerzo a las tuberías de agua y de gas, debiendo observarse para su instalación, las recomendaciones del fabricante que no se opongan a este instructivo.
  - b) Si se instalan en lugares cerrados (cocina, closets, nichos interiores o cuartos de lavado o planchado, etc), será obligatorio instalar tiro o chimenea que desaloje libremente al exterior los gases de combustión. Estos tiros deberán tener un diámetro no menor al de la salida del difusor (el cual deberá no ser removido del propio aparato), y deberán tener pendiente ascendente en toda su trayectoria hacia la salida. En caso de que varios calentadores desalojen una sola chimenea, ésta deberá tener el diámetro adecuado para su funcionamiento satisfactorio.



- c) Cuando la instalación de agua esté alimentada por tinacos elevados, los calentadores de almacenamiento deberán estar provistos de jarro de aire cuyo extremo final rebase el borde superior del tinaco; o bien de válvula de relevo de presión si se trata de un sistema cerrado de tubería de agua.

En este último caso, si el calentador queda localizado a la intemperie, debe vigilarse que el escape de la válvula quede orientado hacia donde no represente peligro; si el calentador queda instalado en el interior de la construcción debe vigilarse que la válvula de presión esté dotada de tubería que desaloje agua y vapor a la intemperie.

- 9.- La localización de los calefactores deberá reunir los siguientes requisitos:

Los que se instalen en recámaras y dormitorios, deberán ser de "tipo ventilado", cuyo diseño permita desalojar al exterior los gases de combustión.

Los móviles se conectarán a la tubería fija con rizo de cobre flexible de 1.20 a 1.50 m. de longitud. Podrán conectarse con manguera adecuada para conducir gas L.P. en estado de vapor, cuya longitud no será mayor de 1.5 m.

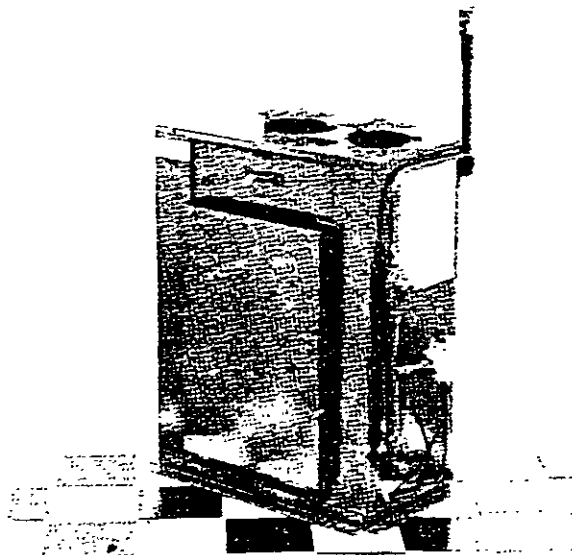
- 10.- Tratándose de estufas domésticas no fijas, será obligatoria la instalación de un rizo de tubo de cobre flexible cuya longitud mínima será de 1.5 m.
- 11.- Si las condiciones de la habitación de tipo popular hacen indispensable que la estufa tipo doméstico se instale en recámara, será obligatorio proveer ventilas permanentes abiertas hacia el exterior, a nivel de piso y a nivel superior al de la cubierta de la estufa.
- 12.- En la instalación de aparatos de consumo se atenderán las instrucciones del fabricante que no se opongan a este instructivo y en defecto de ellas, se adoptarán las medidas de seguridad que aconseje la técnica aceptada como buena para estos trabajos, a juicio del Perito Responsable.

#### De los vaporizadores

- 1.- Los vaporizadores se instalarán sobre base firme de concreto o metálica, adecuadamente sustentados, debiendo observarse las recomendaciones del fabricante que no se opongan a este instructivo y a las distancias mínimas siguientes:
- a) A 3.0 m, del tanque cuando la capacidad del vaporizador sea hasta del 115 lts/hora (30 gal/hora), y a 6.0 m. cuando la capacidad del vaporizador sea mayor. Podrán reducirse estas distancias si se adoptan otras medidas de seguridad equivalentes.
  - b) A 6.0 m, de la boca de toma de la línea de llenado.
  - c) Las distancias mencionadas en los incisos anteriores se medirán, alejándose del tanque desde el extremo de éste opuesto a aquel en que esten instalados sus válvulas de control; si estas están instaladas en la parte media del tanque, las distancias se medirán desde cualquiera de los extremos del mismo alejándose de sus válvulas de control.
- 2.- Las tuberías que se usen para conectar las zonas de líquido y de vapor del tanque fijo, a las correspondientes del vaporizador, deberán ser de fierro negro. Cédula 80 a cédula 40 soldada y sus conexiones para una presión de 140 kg/cm<sup>2</sup>.

- 3.- En la tubería de líquido que parte del tanque fijo, en sitio inmediato a la válvula de exceso de flujo del tanque, se instalará una válvula de cierre para 28 kg/cm<sup>2</sup>, como mínimo y otra de igual tipo en un punto inmediato antes del vaporizador. En el tramo de esta tubería en que el líquido pueda quedar atrapado por las válvulas mencionadas, deberá instalarse un colador y una válvula de seguridad calibrada a 17.58 kg/cm<sup>2</sup>. La localización y orientación de la válvula deberá ser tal que al producirse relevo de presión por la misma, la descarga se haga al ambiente libre sin bañar directamente al recipiente o al vaporizador.
- 4.- Los diámetros de las tuberías deberán ser apropiados a la capacidad del vaporizador.
- 5.- En la tubería de vapor se instalarán válvulas de cierre para 28 kg/cm<sup>2</sup>, una en sitio inmediato a la válvula de exceso de flujo y otra en un punto inmediato antes del vaporizador o bien en un punto inmediato a la entrada del regulador, según corresponda por las especificaciones del aparato.
- 6.- Después del vaporizador y tan cercanos a éste como sea práctico, se instalarán los siguientes accesorios: En primer término una válvula de cierre para 28 kg/cm<sup>2</sup>, seguida por un regulador de presión apropiado para el servicio de abastecimiento y un manómetro que registre las presiones en el rango adecuado.
- 7.- Será obligatorio contar con equipo contra incendio (extintores), en número, tipo y capacidad adecuados, como medida de protección destinada exclusivamente al sistema tanque-vaporizador.

Si se utilizan extintores se localizarán en lugar bien visible, en sitio de fácil acceso que se elegirá tomando en cuenta el trayecto que habrá de seguir el personal que debe atender una emergencia y a una distancia del sistema mencionado en que razonablemente se estime pueda efectuarse el acercamiento sin riesgo excesivo.











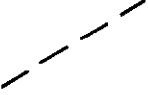





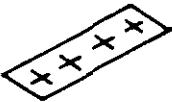










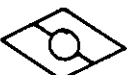











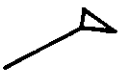
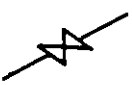



## **NORMAS OFICIALES MEXICANAS PARA EQUIPO, MANEJO Y USO DE LOS GASES L.P. Y NATURAL**

<b>CLASIFICACION</b>	<b>TITULO DE LA NORMA</b>
NOM-X-001-1983	CONEXION INTEGRAL DENOMINADA COLA DE COCHINO PARA USO EN GAS L.P.
NOM-X-002-1983	CONEXIONES DE LATON Y COBRE FORJADO, USADAS EN INSTALACIONES DE GAS L.P. Y NATURAL
NOM-X-003-1976	CALENTADORES DE AGUA PARA ALBERCA A BASE DE GAS NATURAL O GAS L.P.
NOM-X-004-1967	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA CONEXIONES UTILIZADAS EN MANGUERA PARA LA CONDUCCION DE GAS NATURAL Y GAS L.P.
NOM-X-005-1986	RECIPIENTES PORTATILES PARA CONTENER GAS L.P.
NOM-X-006-1987	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA MEDIDORES DE NIVEL PARA GAS L.P. Y AMONIACO ANHIDRO USADOS EN RECIPIENTES TIPO NO PORTATIL
NOM-X-007-1986	VALVULA DE SEGURIDAD CONTRA FALLA DE FLAMA.
NOM-X-008-1967	BOMBAS EMPLEADAS EN GAS L.P.
NOM-X-009-1982	DISPOSITIVOS A GAS VALVULAS AUTOMATICAS
NOM-X-010-1985	VALVULAS PARA RECIPIENTES PORTATILES PARA GAS L.P.
NOM-X-011-1965	FUNCIONAMIENTO DE REGULADORES DE BAJA PRESION PARA GAS L.P.
NOM-X-012-1986	RECIPIENTES PARA GAS L.P. TIPO NO PORTATIL.
NOM-X-013-1965	VALVULAS DE RETENCION PARA USO EN RECIPIENTES NO PORTATILES PARA GAS L.P.
NOM-X-014-1981	RECIPIENTES SUJETOS A PRESION, HERMETICIDAD, METODO DE PRUEBA
NOM-X-015-1981	RECIPIENTES SUJETOS A PRESION COMPORTAMIENTO ELASTICO, METODO DE PRUEBA
NOM-X-022-1981	AUTOMOVILES Y CAMIONES SISTEMAS DE CARBURACION GAS L.P. REGULADORES VAPORIZADORES.
NOM-X-024-1965	METODOS DE PRUEBA PARA LA VERIFICACION DE LA RESISTENCIA, LA PRESION HIDROSTATICA, DE RECIPIENTES PARA GAS L.P. TIPO NO PORTATIL
NOM-X-025-1967	VALVULAS DE LLENADO PARA USO EN RECIPIENTES TIPO NO PORTATIL PARA GAS L.P.

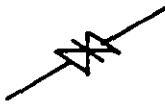



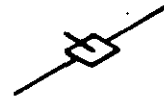


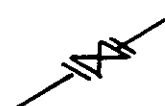
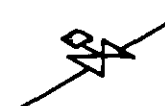
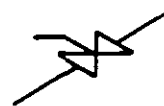

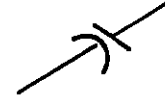

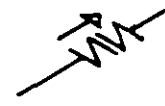

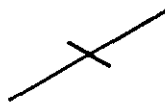


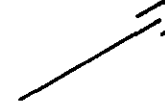

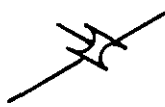








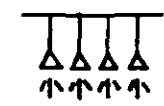

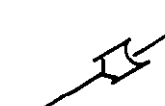
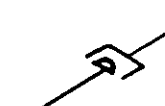
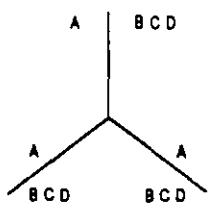

NOM-X-026-1973	REGULADORES DE BAJA PRESION CON VALVULA PARA ACOPLAMIENTO DIRECTO.
NOM-X-028-1967	VALVULAS DE RETORNO DE VAPORES PARA USO EN RECIPIENTES TIPO NO PORTATIL PARA GAS L.P.
NOM-X-029-1981	GAS L.P. MANGUERAS CON REFUERZO DE ALAMBRE O FIBRAS TEXTILES.
NOM-X-031-1967	VALVULAS DE PASO PARA INSTALACIONES DE GAS NATURAL Y L.P. VAPOR Y AIRE.
NOM-X-032-1967	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA REGULADORES DE BAJA PRESION PARA GAS NATURAL PARA SERVICIO DOMESTICO.
NOM-X-033-1975	TERMOSTATOS UTILIZADOS EN HORNOS DOMESTICOS QUE EMPLEAN GAS L.P., GAS NATURAL, O MANUFACTURADO COMO COMBUSTIBLE.
NOM-X-034-1981	GAS L.P., RECIPIENTES DESECHABLES PARA RECARGA.
NOM-X-035-1972	ASADORES QUE EMPLEAN GAS NATURAL, GAS L.P. O GAS MANUFACTURADO COMO COMBUSTIBLE.
NOM-X-036-1970	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA GENERADORES DE ATMOSFERA PROTECTORA, QUE EMPLEAN COMO COMBUSTIBLE GAS NATURAL O GAS L.P.
NOM-X-037-1981	DISPOSITIVOS A GAS - VALVULAS AUTOMATICAS- TERMINOLOGIA.
NOM-X-038-1970	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE QUEMADORES INDUSTRIALES A GAS L.P. Y NATURAL.
NOM-X-039-1972	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA HORNOS INDUSTRIALES QUE EMPLEEN GAS NATURAL, GAS L.P. O GAS MANUFACTURADO COMO COMBUSTIBLE.
NOM-X-040-1982	TURBINAS DE GAS - TERMINOLOGIA.
NOM-X-046-1969	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA TERMOMETROS BIMETALICOS DE CARATULA, USO GAS L.P. Y NATURAL Y OTROS USOS INDUSTRIALES.
NOM-X-049-1972	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA INCINERADORES A BASE DE GAS.
NOM-X-051-1969	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA VALVULAS DE SERVICIO EN LIQUIDOS O VAPORES CON TUBO DE PROFUNDIDAD DE MAXIMO LLENADO EN RECIPIENTES PARA GAS L.P. TIPO NO PORTATIL.
NOM-X-052-1970	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA VALVULA DE SEGURIDAD TIPO RESORTE INTERNO, EMPLEADAS EN RECIPIENTES NO PORTATILES USO GAS L.P.
NOM-X-053-1972	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA DISPOSITIVOS DE IGNICION; PILOTOS DESTINADOS A USOS DOMESTICOS E INDUSTRIALES.
NOM-X-056-1981	ENCENDEDORES PORTATILES.

NOM-X-057-1972	CALIDAD Y FUNCIONAMIENTO PARA VAPORIZADORES PARA GAS L.P.
NOM-X-58	ELECTRODOS EMPLEADOS EN LA SOLDADURA DE RECIPIENTES PARA GAS L.P.
NOM-B- 42-1980	LAMINA DE ACERO PARA RECIPIENTES PORTATILES
NOM-B- 93-1969	PLACA DE ACERO PARA RECIPIENTES NO PORTATILES.
NOM-B-177-1984	TUBOS DE ACERO CON O SIN COSTURA, NEGROS Y GALVANIZADOS POR INMERSION EN CALIENTE.
NOM-B-178-1986	TUBOS SIN COSTURA DE ACERO AL CARBONO PARA SERVICIO EN ALTA TEMPERATURA.
NOM-B-242-1983	PLANCHAS DE ACERO AL CARBONO, CON RESISTENCIA A LA TENSION INTERMEDIA Y BAJA, PARA RECIPIENTES QUE TRABAJAN A PRESION.
NOM-B-254-1987	ACERO ESTRUCTURAL.
NOM-D-181-CT-1981	ADAPTADOR PARA CALENTADOR.
NOM-D-186-CT-1981	FILTROS GAS L.P.
NOM-E- 63-1977	TUBOS DE POLIETILENO GAS L.P.
NOM-CH-25-1987	MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO.
NOM-J-428-1987	VALVULA SOLENOIDE.
NOM-O- 83-1986	TORTILLADORAS MECANICAS.
NOM-Q- 26-1987	ESTUFAS Y HORNOS A BASE DE GAS L.P.
NOM-Q- 27-1986	CALENTADORES PARA AGUA TIPO ALMACENAMIENTO.
NOM-Q- 28-1987	CALENTADOR INSTANTANEO A BASE DE GAS L.P.
NOM-W- 18-1981	TUBOS DE COBRE SIN COSTURA.
NOM-W-101-1982	CONEXIONES DE COBRE SOLDABLE.
NOM-W -20-1981	BARRAS Y PERFILES DE LATON.

# SIMBOLOS

				
TANQUE FIJO	EQUIPO PORTATIL	RIZO	OMEGA	MEDIDOR PARA VAPOR
				
TUBERIA VISIBLE	TUBERIA OCULTA	REGULADOR BAJA	REGULADOR ALTA	PARRILLA UN QUEMADOR
				
PARRILLA 2 QUEMADORES	PARRILLA 3 QUEMADORES	PARRILLA 4 QUEMADORES	ESTUFA 4 QUEMADORES	ESTUFA 4 QUEMADORES Y HORNO
				
ESTUFA 4 QUEMADORES HORNO Y ROSTICERO	ESTUFA 4 QUEMADORES HORNO Y COMAL	ESTUFA 4 QUEMADORES HORNO ROSTICERO Y COMAL	HORNO	CALENTADOR ALMACENAMIENTO MENOS DE 110 Lts. S/A
				
CALENTADORES ALMACENAMIENTO AUTOMATICO	CALENTADOR ALMACENAMIENTO	CALENTADOR PARA AGUA AL PASO	CALENTADOR DOBLE AL PASO	CALENTADOR TRIPLE AL PASO
				
CALEFACTOR	VAPORERA O BAÑO MARIA	CAFETERA	INCINERADOR	TORTILLADORA SENCILLA
				
TORTILLADORA DOBLE	QUEMADOR BUNSEN	CALDERA CON QUEMADOR ATMOSFERICO	HORNO INDUSTRIAL CON QUEMADOR ATMOSFERICO	APARATO INDUSTRIAL CON QUEMADOR AIRE-GAS
				
QUEMADOR	VALVULA DE GLOBO	VALVULA DE ANGULO	VALVULA DE SEGURIDAD O RELEVO DE PRESION	RETORNO AUTOMATICO

# SIMBOLOS

				
VALVULA DE AGUJA	VALVULA DE TRES MAS	VALVULA DE TRES USOS	LLAVE DE PASO	LLAVE DE CUADRO
				
LLAVE DE CUADRO CON OREJAS	VALVULA MACHO LUBRICADA	VALVULA CON BRIDAS	VALVULA SELENOIDE	VALVULA DE CIERRE RAPIDO
				
VALVULA DE NO RETROCESO SEN-CILLA	VALVULA DE EXCESO DE FLU-JO	VALVULA DE COR-TE AUTOMATICA Y MANUAL	VALVULA DE NO RETROCESO DO-BLE (CHECK)	UNION SOLDADA
				
UNION ROSCADA	UNION BRIDADA	TUERCA UNION	PUNTA TAPONADA	REDUCCION
				
MEDIDOR VENTURI	MEDIDOR DE ORIFICIO	MANOMETRO	FILTRO	VENTILADOR
				
BOMBA	COMPRESORA	EXTINTOR	HIDRANTE	LLOVIZNA CONTRA INCENDIO
			<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>A.- Distancia en mts.                      B.- Diámetro nominal m.m.                      C.- Material                      CR. Cobre Rígido                      CF. Cobre Flexible                      FN. Fierro Negro                      FG. Fierro Galvanizado                      D.- Tipo                      L                      K                      CED.40                      CED.80</p> </div> </div>	
TIERRA	CONEXION FLARE	CONEXION POL		
	<b>S.T.G.</b>	<b>B.T.G.</b>		
CONEXION ACME	SUBE TUBO DE GAS	BAJA TUBO DE GAS		

## CAPACIDAD DEL REGULADOR.

Para determinar la capacidad de los reguladores también tenemos que tomar en consideración la suma de los consumos de los aparatos de que conste una instalación.

Si tenemos el caso de una instalación del tipo doméstico, que conste de una estufa, un calentador de paso y un calefactor de ambiente, cuyo gasto o consumo en metros cúbicos por hora sería de 1.728, el volumen total que vamos a exigir del regulador será de esa capacidad o más.

Para esto los fabricantes de reguladores tienen hechos estudios que exponen mediante gráficas la capacidad de gas que puede esperarse de su regulador, variando según las condiciones de presión a que se encuentren calibrados.

Existen diversas marcas y modelos de reguladores, pero como guía mencionaremos a continuación varios modelos de la marca fisher o sus equivalentes con otras marcas.

### REGULADORES PRIMARIOS (PRIMERA ETAPA) BAJA PRESION, GAS L.P

MODELO	ENTRADA	SALIDA	ORIFICIO	PRESIONES		CAPACIDAD
	mm	mm		ENT.	SALIDA	
			mm	Kg/cm <sup>2</sup>	gr/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h
912	6.4	9.5	-	7.03	27.94	0.99
922	12.7	12.7	3.6	7.03	27.94	5.38
932	12.7	19.1	6.4	7.03	27.94	14.16
722-V	19.1	19.1	6.4	7.03	27.94	21.95

### REGULADORES SECUNDARIOS (SEGUNDA ETAPA) BAJA PRESION, GAS L.P.

922	12.7	12.7	6.4	1.5	27.94	5.66
722-V	19.1	19.1	12.7	1.5	27.94	21.95
+S-252	19.1	19.1	6.4	1.5	17.78	11.33
+S-102	25.4	25.4	6.4	1.5	17.78	39.65
+S-202	50.8	50.8	19.1	1.75	17.78	283.20
+ 66	50.8	50.8	-	0.70	22.86	379.49
+ 66	76.2	76.2	-	0.70	22.86	1314.48
+ 66	101.6	101.6	-	0.70	22.86	1458.48

### REGULADORES PRIMARIOS, ALTA PRESION, GAS L.P.

67	6.3	6.3	-	7.03	1.5	14.10
64	12.7	12.7	-	7.03	1.5	70.80
620	25.4	25.4	12.7	5.25	1.5	321.00
+ 630	50.8	50.8	12.7	14.06	1.5	1670.00
+ 99	50.8	50.8	28.5	14.06	1.5	2804.00

### EQUIVALENTE CON OTRAS MARCAS

FISHER	912	922	722	67	64	620
REGO	2302	2403	2503	567	1584	
CMS		043	143-1	080		041
PRESICION	3005					

+ CAPACIDAD BASADA EN GAS NATURAL, DENSIDAD RELATIVA 0.6  
PARA PROPANO MULTIPLIQUE POR .628, PARA BUTANO POR .548

## XXV.- PROYECTO Y CALCULO

Para iniciar un proyecto se deben de tomar en cuenta tres factores fundamentales:

### CAPACIDAD DEL RECIPIENTE.

Determinar la capacidad del recipiente fijo o estacionario, de acuerdo a su capacidad de vaporización y en relación con la demanda total de los aparatos de consumo que abastezca.

La Dirección General de Gas de la SECOFI autoriza la capacidad de vaporización de tanques fijos en metros cúbicos por hora, bajo las siguientes condiciones:

Temperatura ambiente 4.4°C; F = 3.00

20% de Gas L.P. en tanque; K = 60

Factor de diversidad (D) 60% (solo en edificios)

De acuerdo a estas características y utilizando la regla común para determinar la capacidad de vaporización del propano en metros cúbicos por hora y aplicando la siguiente fórmula, tenemos:

$$D \times L \times 60 \times Z \times 3.00 = \text{m}^3/\text{hr vap} \quad Z = 0.01756$$

### CAPACIDAD DE VAPORIZACION DE ALGUNOS RECIPIENTES FIJOS EN m<sup>3</sup>/hr

CAPACIDAD	DIAM	LONG	VAPORIZ	FACTOR D	CAPACIDAD	DIAM	LONG	VAPORIZ	FACTOR D
Litros	m.	m.	m <sup>3</sup> /hr	÷ 0.60	Litros	m.	m.	m <sup>3</sup> /hr.	÷ -0.60
300	.61	1.11	2.14	3.57	2000	1.04	2.80	9.20	15.34
340	.61	1.25	2.41	4.02	2375	.91	3.93	11.30	18.84
400	.61	1.52	2.93	4.88	2600	.94	4.54	13.49	22.48
500	.61	1.87	3.61	6.01	3580	1.04	4.60	15.12	25.20
750	.76	1.79	4.30	7.17	3700	1.04	4.64	15.25	25.42
800	.76	2.00	4.80	8.01	4330	1.04	5.33	17.52	29.20
1000	.76	2.27	5.45	9.09	5000	1.16	5.19	19.03	31.72
1500	.94	2.73	8.11	13.52	5090	1.04	6.42	21.11	35.18

Ejemplo: Si una instalación tipo doméstica habitacional, abastece a tres aparatos de consumo, con un gasto total de 1.037 m<sup>3</sup>/h, se requiere un recipiente fijo con capacidad de 300 lts, que nos proporciona una vaporización de 2.14 m<sup>3</sup>/h.

Ejemplo: Si es del tipo doméstica múltiple (edificio de 10 departamentos), con un gasto total de 7.19 m<sup>3</sup>/h, nos basta un tanque de 750 lts. que nos proporciona una vaporización de 7.17 m<sup>3</sup>/h aplicando el factor de diversidad de 60%.

## CALCULO DE TUBERIAS PARA GAS L.P. Y NATURAL EN BAJA PRESION.

Quedó señalado que todo quemador de tipo doméstico destinado a operar con gas licuado de petróleo se diseña para alcanzar una eficiencia óptima cuando la presión del gas a través del mezclador de aire es de 27.94 gr/cm<sup>2</sup>.

Si la presión de entrada del gas al quemador es mayor que el valor señalado o no alcanza tal valor, el quemador consumirá deficientemente el gas que se le inyecta, y por lo tanto el usuario estará gastando en exceso o bien sufrirá la lentitud indeseable o, lo que es peligroso, la flama se apagará por exceso o escasez de presión y el gas continuará fluyendo y acumulándose en el ambiente en espera sólo de una fuente de ignición.

El sistema seguido antiguamente de modificar la presión en el regulador para contrarrestar los efectos de una tubería de diámetro insuficiente, es irreprochable técnicamente tratándose de instalaciones que dan servicio exclusivamente a un quemador y que ese quemador encendido por piloto, pues basta calcular la pérdida de presión a sufrirse, y en el mismo valor cambiar el ajuste al regulador.

En la práctica todos los aparatos tienen cuando menos un quemador y piloto. En muchas ocasiones se tienen varios quemadores con uno o más pilotos, y en los casos en que están conectados a una misma línea dos o más aparatos, el número de quemadores crece proporcionalmente, así como el de los pilotos.

Si se trata de una estufa de 4 quemadores y horno con piloto independiente para ambos utilizando para su alimentación de gas una tubería de diámetro insuficiente y se desea vencer ese defecto elevando la presión del regulador, da por consecuencia que cuando se prueba el aparato con todos los quemadores encendidos y se ajusta la presión del regulador, todos los quemadores están bien encendidos y trabajando con una eficiencia satisfactoria, pero tan pronto como se apaga el primer quemador de la serie de que consta el aparato, las flamas de los demás se ven influidas por exceso de presión en el múltiple de quemadores, y esa diferencia es apreciable a simple vista.

Conforme se van apagando uno a uno los demás quemadores, es más notable esa diferencia en la operación de los que quedan encendidos, separándose la flama de los orificios de los quemadores hasta apagarse por exceso de presión; esta situación es más notable tratándose de los pilotos.

Siendo muy graves los riesgos que esta situación origina, el Reglamento de la Distribución de Gas trató de evitarlos señalando un valor para la presión al manejarse el gas en tuberías de servicio de baja presión y un máximo de tolerancia que es del 5% en exceso o en defecto. Ese valor se determinó en 26.36 cm. de columna de agua, por lo que la máxima sería 27.678 cm. y la mínima 25.04 cm. la selección del material y diámetros de la tubería está en función de la correcta solución del problema de mecánica de fluidos del sistema.

Para instalaciones de baja presión la fórmula ha sido simplificada e integrada al sistema métrico decimal, quedando:

$$\% P = C^2 L F$$

- % P = Caída de presión expresada en porcentaje de la original que señala el Reglamento de la Distribución de Gas.
- C = Consumo o gasto en metros cúbicos/hora.
- L = Longitud en metros.
- F = Factor para el tubo de que se trate. (Se anexan una lista de factores para las tuberías más comunes así como una tabla que contiene el consumo en metros cúbicos por hora de los aparatos con uso más generalizado y del consumo en espreas).

Utilizando adecuadamente los datos precedentes es sencillo calcular la caída de presión de una tubería tendida o los diámetros y materiales que deberán utilizarse en la ejecución de una instalación.



Con objeto de ejemplificar lo anterior, se desarrollará un cálculo para seleccionar el material y diámetro más adecuado de una de las instalaciones más simples (PROYECTO 1), que consta de un calentador de agua y una estufa.

Se construye el diagrama isométrico de la instalación y a partir del regulador de baja presión se identifican con letras los tramos de tubería, considerándose como cada uno de ellos hasta el punto donde la tubería cambie de material o exista una bifurcación. A cada tramo se le asigna la longitud de que conste.

Para el tramo AB

Aplicando la fórmula simplificada de "Pole"

$$\%P = C^2 L F$$

En donde por razones propias de diseño quedan determinados:

$$C = 0.239 \text{ m}^3/\text{h} + 0.418 \text{ m}^3/\text{h} = 0.657 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$L = 4.50\text{m.}$$

P y F son desconocidos. Sin embargo, con el fin de resolver esta ecuación se supone el valor de P. Si se tienen tramos y la caída de presión en ellos no deben ser mayor del 5%, a cada tramos se le asigna una caída del 1%, quedando 2% para efectuar ajustes posteriores.

$$F = \frac{1}{(0.657)^2 \times 4.5} = 0.514$$

Con este valor se entra a la tabla de factores.

Las tuberías que se pueden utilizar son: cobre flexible de 12.7 mm de diámetro o de cobre rígido. Considerando las ventajas que proporcionan estas dos tuberías tanto en costo como en acabado, se elige la tubería de cobre rígido, cuyo factor es de 0.297, con el cual se calcula la caída de presión real en el tramo.

$$P = (0.657 \text{ m}^3/\text{h})^2 \times 4.50 \times 0.297 = 0.577$$

$$P_{AB} = 0.577$$

Tramo BC

En forma análoga al tramo AB se determinan el diámetro y material de la tubería.

$$C = 0.418 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$L = 3.50 \text{ m}$$

$$F = \frac{1}{(0.418 \text{ m}^3/\text{h})^2 \times 3.50\text{m}} = 1.635$$

Con este factor las tuberías posibles de usar siguen siendo las mismas: cobre flexible de 12.7 mm y cobre rígido, como ya se escogió en el tramo anterior cobre rígido y a fin de uniformar hasta donde sea posible el uso de una misma tubería, queda seleccionada la tubería de cobre rígido de 12.7 mm de diámetro.

La caída de presión real en el tramo BC será:

$$P = (0.418 \text{ m}^3/\text{h})^2 \times 3.50 \text{ m} \times 0.297 = 0.182$$

$$P_{\overline{BC}} = 0.182$$

Tramo CD

Por disposición de la SECOFI, los aparatos de consumo móviles deberán ser conectados con un tramo de cobre flexible de 1.5mm como mínimo. Por lo que el material por emplear, sería de 9.5mm, el cuál tiene un factor de 4.6

$$P = (0.418 \text{ m}^3/\text{h})^2 \times 1.50 \times 4.6 = 1.206$$

$$P_{\overline{CD}} = 1.206$$

La tubería del tramo B al calentador de agua queda determinada con la selección de las tuberías seleccionadas, por ser este tramo muy corto y su consumo menor al de la estufa.

La máxima caída de presión que se registra en la instalación es la suma de la calculada para cada tramo hasta llegar a la estufa, lo que indica que el quemador del calentador de agua sufrirá menor fluctuación en su presión que la estufa.

$$\begin{aligned} \text{Máxima caída de presión} &= P_{\overline{AB}} + P_{\overline{BC}} + P_{\overline{CD}} = \\ &= 0.577 + 0.182 + 1.206 = 1.965 \end{aligned}$$

Se concluye que la instalación de gas así resuelta está dentro de los márgenes de seguridad que señala el Reglamento de la Distribución de Gas y los Instructivos correspondientes, ya que 1.965 es menor al 5%.

## CONSUMOS COMUNES PARA EL CALCULO DE TUBERIA

PARA FLUJO DE GAS L.P. Y NATURAL

FORMULA DEL DR. POLE ABREVIADA: % P = C<sup>2</sup> x L x F

S = GRAVEDAD ESPECIFICA DEL PROPANO = 1.53; DEL GAS NATURAL = 0.6; AIRE = 1.0; P = 27.94 gr/cm<sup>2</sup> (11° COL. AGUA) GAS L.P.; P = 17.78 gr/cm<sup>2</sup> (7° COL. AGUA) GAS NATURAL

APARATOS	ESPREA GAS LP	K. CAL/h	BTU'S/h	GAS L.P. m <sup>3</sup> /h	NATURAL m <sup>3</sup> /h
<b>ESTUFA DOMESTICA</b>					
Comal o Quemador	70	1,379	5,473	0.062	0.163
Horno, asador o roscicero	56	3,782	15,006	0.170	0.447
4QH		9,298	36,896	0.418	1.099
4QHC		10,677	42,369	0.480	1.262
4QHCA ó 4QHCR		14,458	57,374	0.650	1.709

ESTUFA RESTAURANTE

Quemador	66	1,913	7,591	0.086	0.226
Plancha o asador	56	3,782	15,006	0.170	0.447
Horno	50	8,630	34,248	0.388	1.020
PARRILLA o CAFETERA	70	1,379	5,473	0.062	0.163
CONSERVADOR ALIMENTOS CALIENTES/Q	74	890	3,531	0.040	0.105
CALEFACTOR para					
120 m <sup>3</sup>	64	2,269	9,003	0.102	0.269
240 m <sup>3</sup>	56	3,782	15,006	0.170	0.447
360 m <sup>3</sup>	52	7,073	28,069	0.318	0.836
CALENTADOR AGUA, ALMACENAMIENTO					
Hasta 110 lts	54	5,316	21,096	0.239	0.628
Hasta 240 lts	47	10,655	42,280	0.479	1.259
INFRAROJO POR QUEMADOR	59	3,003	11,916	0.133	0.355
REFRIGERADOR DOMESTICO	79	369	1,465	0.0166	0.044
INCINERADOR	56	3,782	15,006	0.170	0.447
CALENTADOR AGUA, AL PASO					
Sencillo		20,686	82,089	0.930	2.445
Doble		33,365	132,402	1.500	3.944
Triple		46,711	185,363	2.100	5.521
MECHERO BUNSEN		512	2,030	0.023	0.060
MAQUINA TORTILLADORA		48,936	194,190	2.200	5.784

BTU'S x 0.252 Kcal; 1 m<sup>3</sup> PROPANO 88.268 BTU'S = 22,244 kcal

Kcal x 3.968 BTU'S; 1 m<sup>3</sup> GAS NATURAL 33,571 BTU'S = 8,460 kcal

NOMINAL DIAMETROS EXTERIORES Y FACTORES (F) P = 26.54 gr/cm<sup>2</sup> en ESPREA GAS L.P.  
16.89 gr/cm<sup>2</sup> en ESPREA G. NATURAL

mm	PLG.	GALV.	F-LP.	F-NAT.	CR.L.	F-LP.	F-NAT.	FLEX	F-LP.	F-NAT.
9.5	3/8	17.1	.493	.231	12.7	.98	.46	9.5	4.6	2.17
12.7	1/2	21.3	.154	.072	15.9	.297	.140	12.7	.97	.46
15.9	5/8				19.1	.109	.051	15.9	.30	.14
19.1	3/4	26.7	.042	.018	22.2	.048	.023			
25.4	1	33.4	.012	.0053	28.6	.0127	.0059			
32.0	1 1/4	42.2	.00283	.00134	34.9	.0044	.0021			
38.0	1 1/2	48.3	.00131	.00062	41.3	.0018	.00087			
50.8	2	60.3	.00038	.00018	54.0	.00046	.00022			
63.5	2 1/2	73.0	.000156	.000073	66.7	.000158	.000074			
76.2	3	88.9	.000053	.000025	79.4	.000065	.000030			
101.6	4	114.3	.000014	.000006	104.8	.000016	.000007			

requiere a la salida del recipiente fijo, un regulador primario para baja presión y la línea de este regulador al múltiple de medidores, por consecuencia, será para baja presión.

Cuando los edificios no están en las anteriores circunstancias sino que son de mayor cantidad de departamentos por planta tipo, y existen mayor número de cubos de luz que dan a las cocinas, donde se encuentran los aparatos de consumo, es preferible colocar los múltiples de medidores cercanos a estos cubos de luz y proyectar una instalación en alta y baja presión, o sea, de primera y segunda etapa.

El diagrama isométrico de este tipo de instalación "CLASE B Y D" se describe en el PROYECTO No. 4, en el cual se observa que del recipiente fijo sale una conexión al regulador primario para alta presión, en este caso a 1.5 kg/cm<sup>2</sup> y después de éste una línea que conduce gas a esta presión, para llegar a cuatro reguladores secundarios y continuar a los múltiples de los medidores en baja presión.

En el cálculo de las tuberías para Gas L.P. que corresponde a todos estos proyectos, se siguen los mismos pasos que se siguieron para el PROYECTO No. 1 en las tuberías para baja presión. En la tubería para alta presión regulada se utilizó la fórmula de COX desarrollada en el capítulo VI (4).

Los métodos para calcular tuberías en baja presión, anteriormente descritos, son los comunmente usados para este tipo de instalaciones, sin embargo siendo tan elementales usando la fórmula abreviada del Dr. POLE todavía se puede simplificar más, si se utilizan monogramas y tablas que relacionan tanto materiales, diámetros interiores, caídas de presión por metro lineal de tuberías, así como consumos de aparatos más usuales, y que vienen a facilitar el diseño de las instalaciones en cuestión.

## CONSUMOS DE PROPANO EN ESPREAS

m<sup>3</sup>/h al nivel del mar

Condiciones:

Propano = 88,268 BTU/m<sup>3</sup>= 22,244 K cal/m<sup>3</sup>

Presión en la esprea = 27.94 gr/cm<sup>2</sup> Gas L.P.

S = 1.53 Gas L.P.; 1.0 Aire

Esprea	m <sup>3</sup> /h	Esprea	m <sup>3</sup> /h	Esprea	m <sup>3</sup> /h
.008	.0050	62	.114	39	.781
.009	.0065	61	.120	38	.811
.010	.0079	60	.126	37	.851
.011	.0095	59	.133	36	.895
.012	.0113	58	.139	35	.954
80	.0143	57	.150	34	.973
79	.0166	56	.170	33	1.013
78	.020	55	.213	32	1.061
77	.026	54	.239	31	1.135
76	.031	53	.279	30	1.301
75	.035	52	.318	29	1.462
74	.040	51	.354	28	1.552
73	.045	50	.388	27	1.636
72	.049	49	.420	26	1.716
71	.053	48	.456	25	1.772
70	.062	47	.479	24	1.834
69	.067	46	.517	23	1.885
68	.076	45	.530	22	1.953
67	.081	44	.582	21	2.004
66	.086	43	.624	20	2.055
65	.097	42	.690	19	2.190
64	.102	41	.727	18	2.263
63	.108	40	.756		

EL PROYECTO No. 1 utilizado para ejemplificar el cálculo de una instalación de aprovechamiento para Gas L.P. "CLASE A" y seleccionar el material y diámetro de tubería más adecuado, corresponde a una instalación con recipientes portátiles o intercambiables.

EL PROYECTO No. 2 corresponde a una casa habitación en el cual se ha preferido, para la instalación de aprovechamiento para Gas L.P., un recipiente fijo o estacionario. En este proyecto se han tomado en cuenta todos los requisitos descritos en este capítulo y en el anterior.





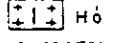


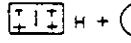



EL PROYECTO No. 3 corresponde a una instalación de aprovechamiento múltiple para Gas L.P., "CLASE B Y D", o sea para un edificio.

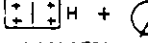

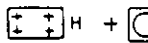
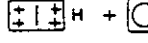
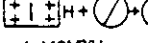

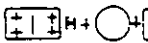
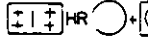
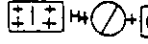


Este edificio consta de 12 departamentos distribuidos de dos en dos en cada planta tipo. Debido a esta circunstancia se han concentrado los medidores cercanos al cubo de luz de las cocinas en las cuales se encuentran los aparatos de consumo. Si consideramos que se puede localizar el tanque estacionario cercano a los medidores, solo se

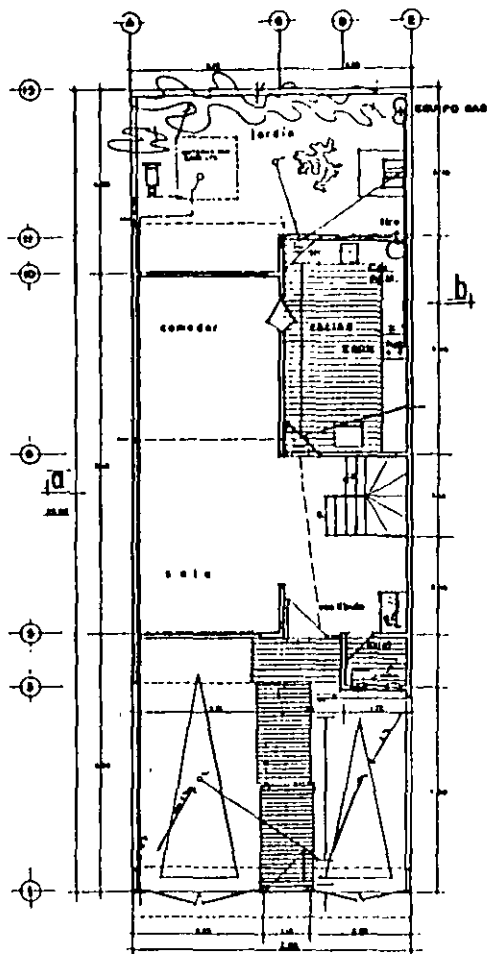
## EQUIVALENTES METRICOS DE CONVERSION

PARA CONVERTIR	MULTIPLIQUE POR	PARA OBTENER	PARA CONVERTIR	MULTIPLIQUE POR	PARA OBTENER
<b>UNIDADES DE LONGITUD</b>					
cm	0.3937	plg	plg	2.540	cm
metros	3.281	pies	pies	0.3048	metros
metros	1.0936	yardas	yardas	0.9144	metros
km	0.6214	millas	millas	1.609	km
<b>UNIDADES DE AREA</b>					
cm cuad	0.155	plg cuad	plg cuad	6.452	cm cuad
met cuad	10.764	pies cuad	pies cuad	0.09290	met cuad
km cuad	0.3861	millas cuad	millas cuad	2.590	km cuad
hectáreas	2.471	acres	acres	0.4047	hectáreas
<b>UNIDADES DE VOLUMEN</b>					
cm cubic	0.06102	plg cubic	plg cubic	16.39	cm cubic
met cubic	35.31	pies cubic	pies cubic	0.01639	litros
pies cubic	0.02832	met cubic	pies cubic	28.317	litros
litros	61.02	plg cubic	litros	0.03531	pies cubic
litros	0.2642	US gal	US gal	3.785	litros
<b>UNIDADES DE PESO</b>					
gramos	0.0353	onzas	onzas	28.350	gramos
kg	2.2046	lb	lb	0.4536	kg
tons	1.1023	US tons	US tons	0.9072	tons
<b>TEMPERATURA</b>					
°C + 1.78	1.8	°F	°F - 32	0.5555	°C
<b>UNIDADES DE PRESION</b>					
kg/cm cuad	14.22	lb/plg cuad	lb/plg cuad	0.07031	kg/cm cuad
cm col agua	0.01422	lbs/plg cuad	lbs/plg cuad	70.2895	cm col agua
plg col agua	0.03613	lb/plg cuad	lb/plg cuad	27.6778	plg col agua
onzas/plg cuad	0.0625	lb/plg cuad	lb/plg cuad	16.000	onzas/plg cuad
cm col agua	0.2276	onzas/plg cuad	onzas/plg cuad	4.3947	cm col agua
<b>VOLUMEN RAZONES DE FLUJO</b>					
litros/min	0.03531	p cub/min	US gpm	3.785	litros/min
m cub/min	0.0044	US gpm	US gpm	0.003785	m cub/min
litros/min	264.17	US gpm	p cub/min	28.317	litros/min
m cub/min	0.5863	p cub/min	p cub/min	0.02832	m cub/min
<b>UNIDADES DE POTENCIA</b>					
KW	1.3410	HP	HP	0.7457	KW
<b>UNIDADES DE CALOR Y ENERGIA</b>					
kg-cal	3.9693	Btu	Btu	0.252	kg-cal
gr-cal	3.087	pies-lb	pies-lb	0.3239	gr-cal
HP-hora	1.980.000	pies-lb	pies-lb	0.000000505	HP-hora
KW-hora	2.655.000	pies-lb	pies-lb	0.000000377	KW-hora
Btu	778.3	pies-lb	pies-lb	0.001285	Btu
<b>UNIDADES PARA GAS PROPANO</b>					
m cubic	88.268	Btu	Btu	0.00001133	m cubic
m cubic	22.244	k Cal	K cal	0.00004495	m cubic
m cubic	3.66	lt liquido	lt liquido	0.2732	m cubic
m cubic	1.86	kg liquido	kg liquido	0.5376	m cubic
lt liquido	0.5089	kg liquido	kg liquido	1.965	lt liquido

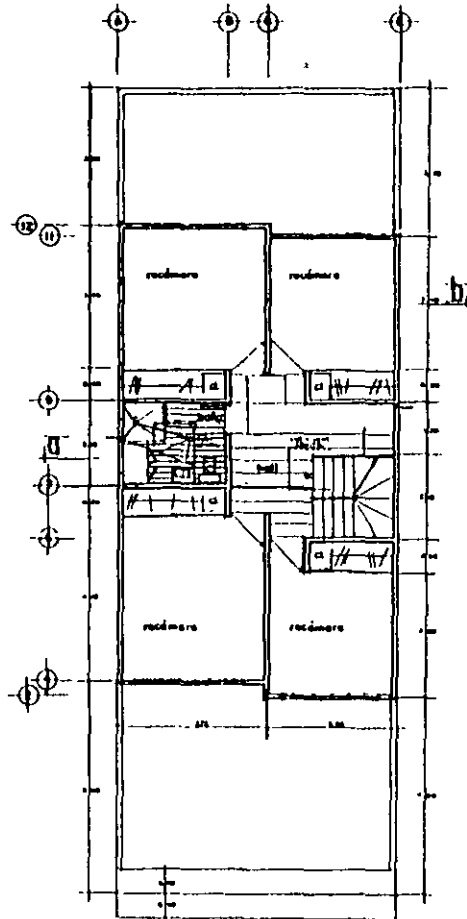
**TABLA PARA EL CALCULO DE CAIDA DE PRESION EN TUBERIAS QUE CONDUCEAN GAS L.P. A APARATOS DE CONSUMO MAS USUALES O SUMA DE ELLOS**

APARATO DE CONSUMO	TUBERIA MATERIAL	% DE LA CAIDA DE PRESION EN CADA METRO LINEAL DE TUBERIA			
		9.5 mm	12.7 mm	19.1 mm	25.4 mm
INCINERADOR  0.170 MP/H	CR-L	0.028	0.009		
	CF	0.133	0.028		
	GALV.		0.004		
CAL ALM 110 lbs.  0.239 m³/H	CR-L	0.056	0.017	0.003	
	CF	0.262	0.055		
	GALV.		0.009	0.002	
CALEFACTOR  360 0.318 MP/H	CR-L	0.099	0.030	0.005	
	CF	0.465	0.098		
	GALV.		0.016	0.004	
ESTUFA 4QH  0.418 MP/H	CR-L	0.172	0.052	0.008	
	CF	0.805	0.170		
	GALV.		0.027	0.007	
E4QHC ó CA2  0.480 MP/H	CR-L	0.225	0.068	0.011	
	CF	1.058	0.223		
	GALV.		0.035	0.010	
E4QHCR  0.650 MP/H	CR-L	0.415	0.126	0.020	
	CF	1.946	0.410		
	GALV.		0.065	0.018	
E4QH+CA  0.657 MP/H	CR-L	0.423	0.128	0.021	0.005
	CF	1.987	0.419		
	GALV.		0.067	0.018	0.005
E4QHC+CA  0.719	CR-L	0.507	0.154	0.025	0.007
	CF	2.378	0.501		
	GALV.		0.080	0.022	0.006
E4QHCR+CA  0.889 MP/H	CR-L	0.774	0.235	0.038	0.010
	CF	3.634	0.766		
	GALV.		0.122	0.033	0.009
EREST4QHP  0.902 MP/H	CR-L	0.798	0.242	0.039	0.010
	CF	3.744	0.790		
	GALV.		0.125	0.034	0.010
CAL DE PASO  0.930 MP/H	CR-L	0.848	0.257	0.042	0.011
	CF	3.979	0.839		
	GALV.		0.133	0.036	0.010

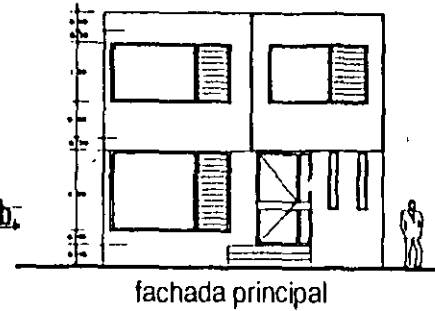
APARATO DE CONSUMO	TUBERIA MATERIAL	% DE LA CAIDA DE PRESION EN CADA METRO LINEAL DE TUBERIA			
		9.5 mm	12.7 mm	19.1 mm	25.4 mm
E40HC+CA2  0.960 MP/H	CR-L	0.903	0.274	0.044	0.012
	CF		0.894		
	GALV.		0.142	0.039	0.011
E4QHCR+CA2  1.130 MP/H	CR-L	1.251	0.379	0.061	0.016
	CF		1.239		
	GALV.		0.197	0.054	0.015
E4QH -CAL DE PASO  1.348 MP/H	CR-L	1.781	0.540	0.087	0.023
	CF		1.763		
	GALV.		0.280	0.076	0.022
E4QHC+CP  1.410 MP/H	CR-L	1.948	0.590	0.095	0.025
	CF		1.928		
	GALV.		0.306	0.083	0.024
E4QHC+CA2+CA2  1.440 MP/H	CR-L	2.032	0.616	0.099	0.026
	CF		2.011		
	GALV.		0.319	0.067	0.025
CP DOBLE  1.500 MP/H	CR-L	2.205	0.668	0.108	0.029
	CF		2.183		
	GALV.		0.347	0.095	0.027
E4QHC+CA+CP  1.649 MP/H	CR-L	2.665	0.808	0.131	0.035
	CF		2.637		
	GALV.		0.419	0.114	0.035
E4QHCR+CA+CP  1.719 MP/H	CR-L	2.896	0.878	0.142	0.038
	CF		2.866		
	GALV.		0.455	0.124	0.035
E4QHC+CA2+CP  1.990 MP/H	CR-L	3.881	1.176	0.190	0.050
	CF		3.841		
	GALV.		0.610	0.166	0.048
CP TRIPLE  2.100 MP/H	CR-L	4.322	1.310	0.212	0.056
	CF		4.278		
	GALV.		0.679	0.185	0.053
TORTILLADORA  2.200 MP/H	CR-L	4.743	1.437	0.232	0.061
	CF		4.695		
	GALV.		0.745	0.203	0.058



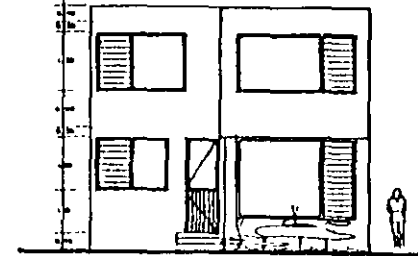
planta baja



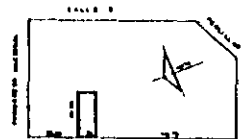
planta alta



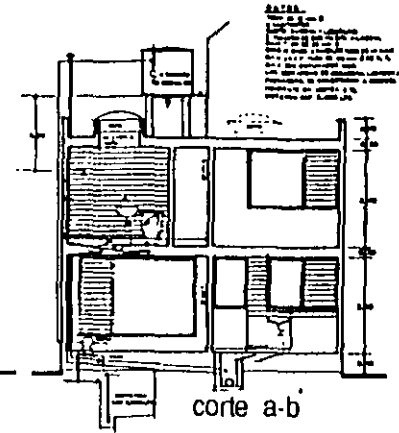
fachada principal



fachada posterior

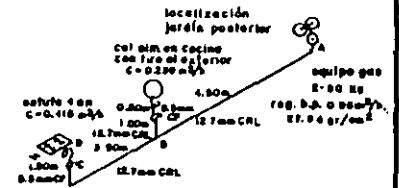


localización



corte a-b'

DIAGRAMA ISOMETRICO  
INSTALACION CLASE N°



CALCULO TUBERIAS

C TOTAL 0.607 m³/s  
 Ag = 0.677  
 Bc = 0.162  
 Cd = 1.308  
 MCA = 1.965 %

FERNANDO F. BLUMENKRON  
 TECNICO RESPONSABLE  
 AMT 0-19, S.R.S. 01 C.

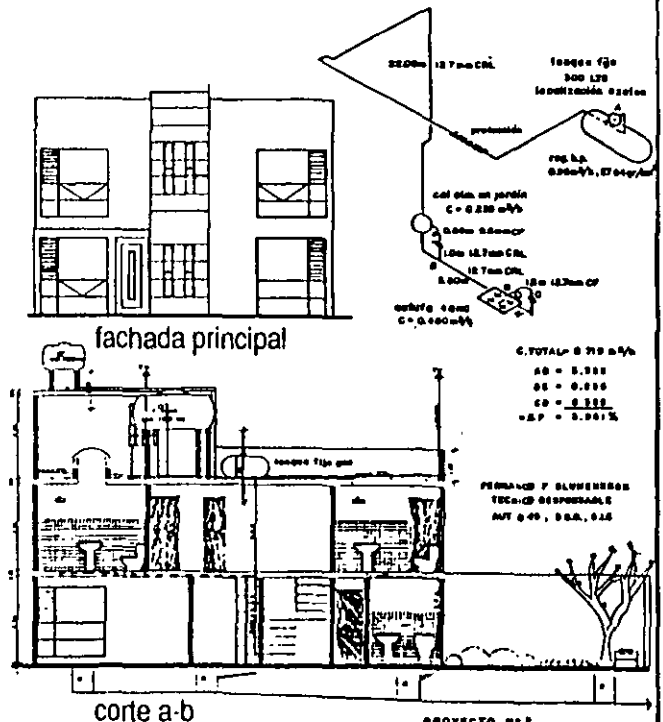
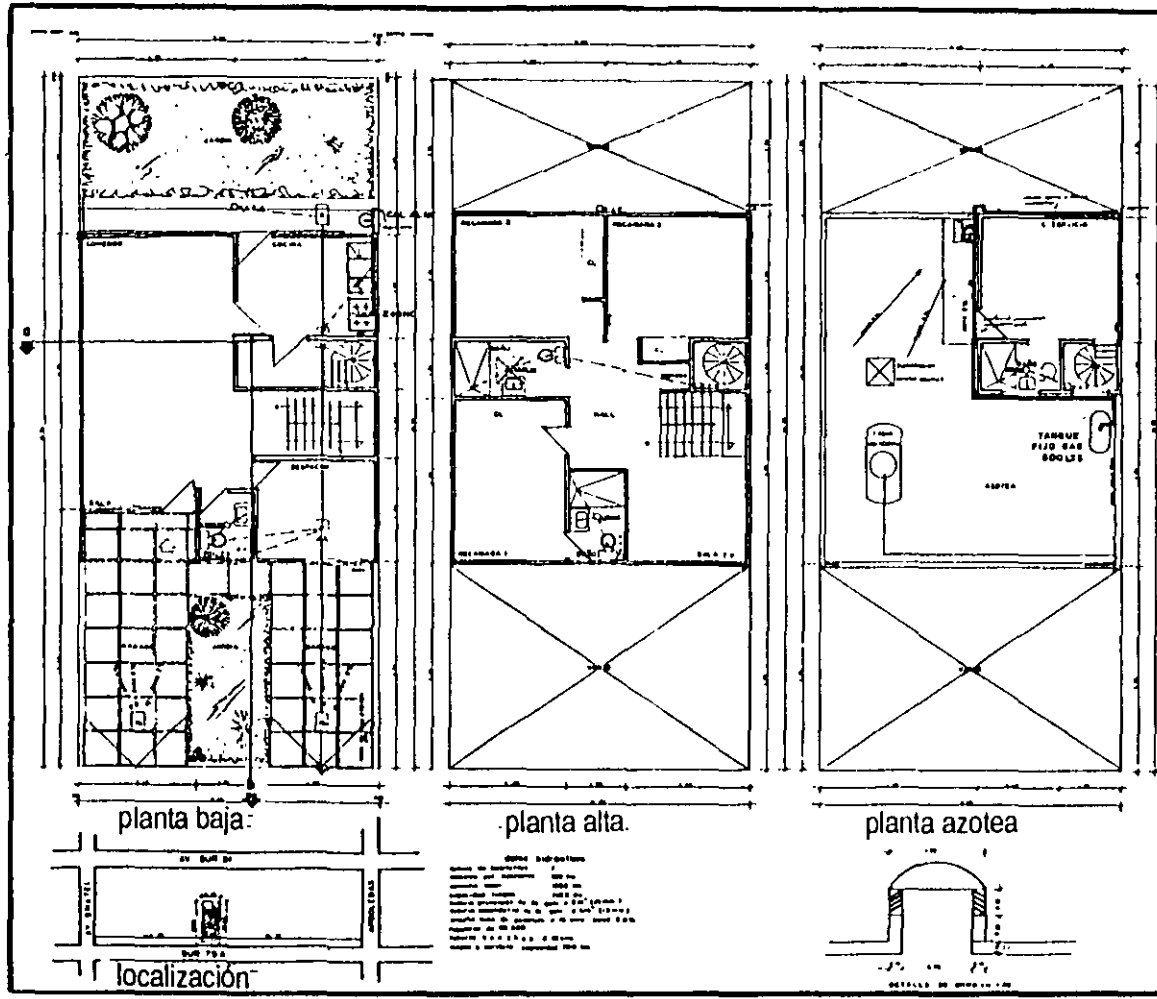
PROYECTO N° 1

CASA HABITACION

CALLE 4 N° 37 COL. PROGRESO NACIONAL, D. F.  
 México 1.00 Julio 1976



DIAGRAMA ISOMETRICO  
INSTALACION CLASE "A"



SECCION 12.7m x 12.7m  
 100kg fijo  
 300 LBS  
 localización azotea

plancha  
 100 kg  
 220x47, 170x47

Cal sin un parón  
 C = 0.230 m/s²

0.00m 2.00m CP  
 1.0m 12.7m CHL  
 12.7m CHL  
 2.00m 0 1.0m 12.7m CP

0.00m 4.00m  
 C = 0.400 m/s²

C. TOTAL = 0.719 m/s²  
 AB = 0.230  
 AC = 0.000  
 CD = 0.230  
 AD = 0.000

PERMANENTE Y OLUMBRACION  
 TECNICO RESPONSABLE  
 MAY 0-40, S.A., S.L.

CASA HABITACION

CALLE SUR PERU 11012

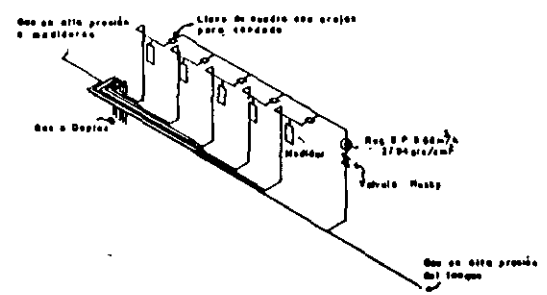
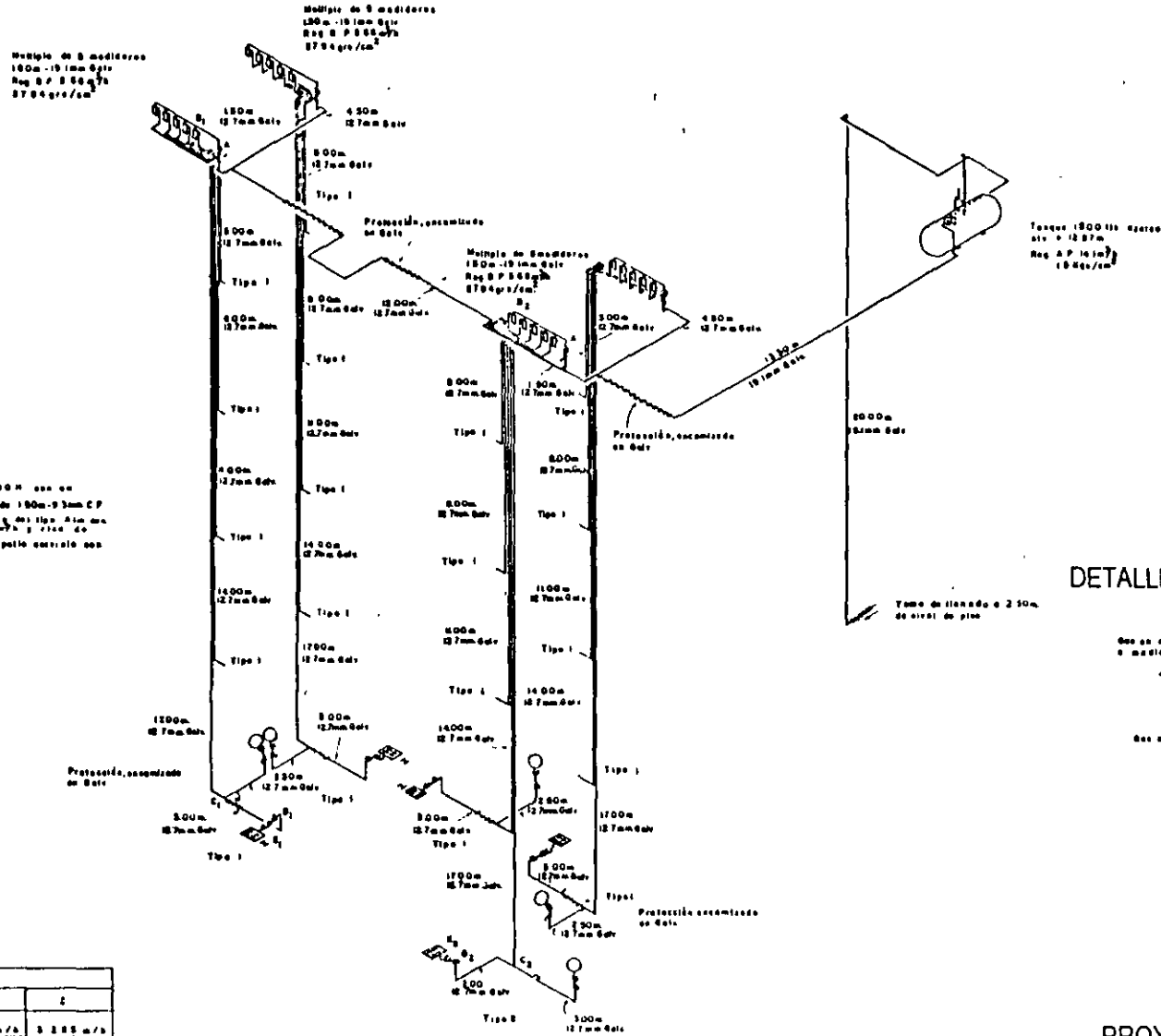
AMPLIACION BRAYEL

ESTACION 674

PROYECTO N° 2

PROYECTO N° 2

# DIAGRAMA ISOMETRICO instalación clase "B" y "D"

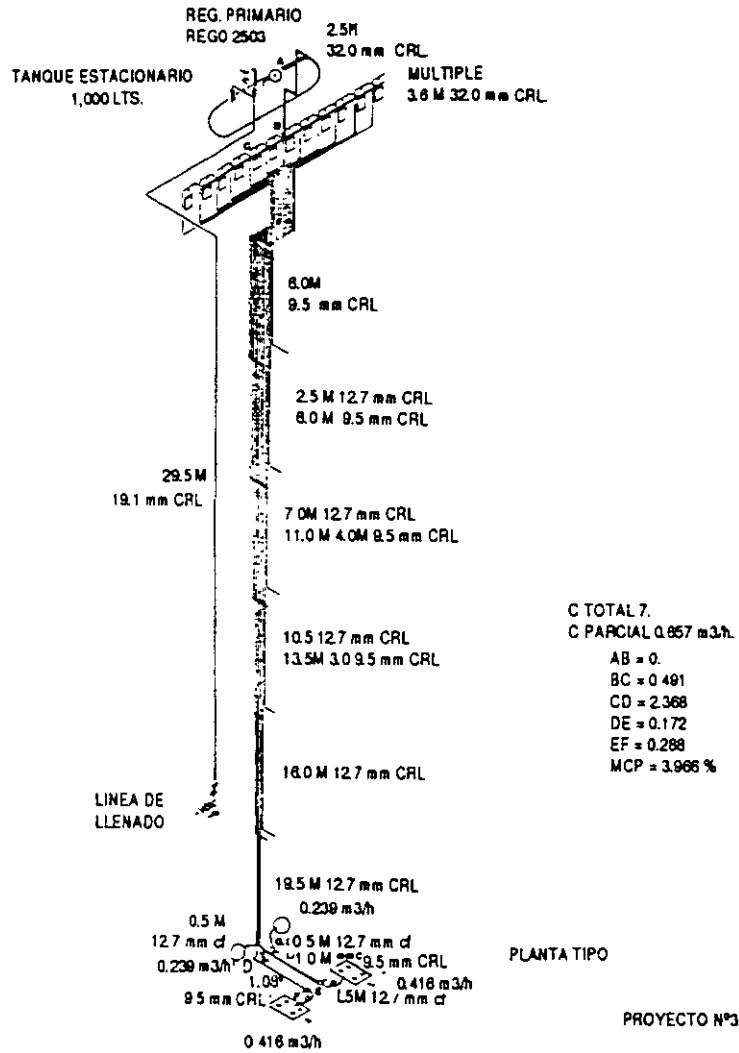


PROYECTO Nº4

# DIAGRAMA ISOMETRICO

## INSTALACION DE APROVECHAMIENTO MULTIPLE PARA GAS LP.

CLASE "B" y "D"





**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

# **CURSOS ABIERTOS**

## **CA08 INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**DEL 17 AL 02 DE OCTUBRE**

### **TEMA**

**NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS  
PARA PREVISIONES CONTRA INCENDIOS**

**EXPOSITOR: ING. CESAR URRUTIA SANCHEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
OCTUBRE DEL 2003**

---

---

## Normas Técnicas Complementarias para Previsiones Contra Incendio.

### CONTENIDO

1.—Introducción .....	4
2.—Consideraciones Generales .....	4
3.—Clasificación de riesgos .....	4
4.—Clasificación de fuegos .....	12
5.—Extintores .....	13
6.—Redes Hidráulicas .....	15
7. - Recubrimientos para muros, falsos plafones y accesorios decorativos .....	16
8.—Señalización .....	17
9.—Colores de identificación .....	18

## 1. INTRODUCCION

Las presentes Normas Técnicas tienen por objeto fijar criterios y métodos que regulen los materiales, equipo, así como los procedimientos en materia de Prevención Contra Incendio y que a su vez permitan cumplir con los requisitos definidos en el Capítulo IV Sección Segunda del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. El uso de criterios o métodos diferentes de los que aquí se presentan requerirá la aprobación del Departamento del Distrito Federal.

## 2. CONSIDERACIONES GENERALES

### ALCANCE

2.1 Las autoridades del Departamento del Distrito Federal, preocupadas para la seguridad personal y del patrimonio de los habitantes de la ciudad de México, la cual a causa del crecimiento de su área urbana y de la explosión demográfica se ha convertido en zona de alto riesgo de incendio. Por lo que a fin de abatir el índice de riesgos en las edificaciones en el Distrito Federal, éstas deberán contar con instalaciones y equipos para prevenir y combatir incendios para sus ocupantes.

2.2 Las presentes Normas Técnicas en materia de Prevención y Combate de Incendio son complementarias y no se contraponen con lo previsto por el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

2.3 Los equipos contra incendio, así como las instalaciones preventivas y de combate de incendio deberán cumplir con la Normatividad que para cada caso en particular, prevenga la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

2.4 Para determinar si los requerimientos de Prevención y Combate de Incendios en una edificación están de acuerdo con lo previsto en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, y en estas Normas Técnicas, el propio Departamento tendrá la facultad de inspeccio-

nar, en cualquier momento, las edificaciones en el Distrito Federal.

## 3. CLASIFICACION DE RIESGOS

3.1 Según el análisis para determinar los riesgos correspondientes y de acuerdo con el Artículo 117 del Reglamento se agrupan de la siguiente manera:

3.1.1 De riesgo menor.

3.1.2 De riesgo mayor.

Las vigencias de las inspecciones que correspondan a estas subclasificaciones serán:

— Riesgo Menor.—Serán de la y única vez. Con un Programa de Reinspección selectiva cada 2 años.

— Riesgo Mayor.—La vigencia de la inspección será anual obligatoria.

3.2 El criterio para determinar el grado de riesgo de incendio estará definido de acuerdo a la siguiente tabla.

— Riesgo Menor de 1111 a 2232

— Riesgo Mayor de 2233 a 6455

Los dígitos que forman las cifras arriba enlistadas obedecen a factores determinantes para la posibilidad de un incendio, y son:

3.2.1 El primer dígito indica la combustibilidad de acuerdo a los materiales que se manejan:

1. Incombustible
2. De combustión lenta
3. De combustión moderada
4. Combustibles Normales
5. Intensamente combustibles
6. Explosivos

Tabla indicativa del grupo a que pertenecen los materiales que se manejan en las edificaciones:

**GRUPO "1"**

ABRASIVOS  
 ASBESTO CEMENTO  
 CERAMICA  
 LADRILLERA  
 METALES  
 MINERA  
 VIDRIERA  
 TODOS LOS MATERIALES PETREOS.

**GRUPO "3"**

ARTEFACTOS DOM.  
 B.A.A.  
 CONDUCTORES ELECTRICOS  
 DULCES  
 EQUIPO ELECTRICO  
 GRABADORA DE DISCOS  
 PLASTICOS  
 QUIMICA (BAJA).

**GRUPO "5"**

AGROPECUARIA  
 ALCOHOLERA  
 ARTES GRAFICAS  
 CARTONERA  
 HARINERA  
 HULERA  
 LIJAS  
 MADERERA  
 PAPELERA  
 PINTURA  
 QUIMICA (MEDIA)  
 VINICOLA (FABRICACION).

**GRUPO "2"**

ARMADORAS  
 CASAS DE MAQUINAS  
 CERVECERA  
 EMBOTELLADORA  
 EMPACADORA  
 FUNDICION DE METALES  
 OFICINAS  
 VINICOLAS (EMBOTELLADORA).

**GRUPO "4"**

ACEITES  
 AZUCARERA  
 CIGARRERA  
 DETERGENTES  
 DESHIDRATADORA (SIN FUEGO)  
 FOTOGRAFICA  
 JABONERA  
 LABORATORIOS  
 PANIFICADORA  
 PELETERA.

**GRUPO "6"**

ACEITES  
 (EXTRACCION C/DISOLV.)  
 BARNICES  
 LACAS  
 COLCHONERA  
 EXPLOSIVOS  
 GASES  
 QUIMICA (ALTA).

3.2.2 El segundo dígito indica la concentración de material en volumen y peso por áreas:

1. Concentración de 1 a 100 (Bajo)
2. Concentración de 100 a 500 (Medio)
3. Concentración de 500 a 5000 (Alto)
4. Concentración de más de 5000 (Extra)

La concentración se mide en litros o kilogramos de material inflamable por metro cuadrado con que cuentan los locales.

3.2.3 El tercer dígito indica la posibilidad de reunión entre fuentes de calor suficientes para iniciar un fuego y las sustancias o materiales combustibles que se manejan en los locales de las edificaciones:

1. No existe:

Es cuanto no hay posibilidades de contacto entre combustibles y fuentes de calor.

2. Leve:

Cuando hay la posibilidad de reunir combustibles con fuentes de calor aunque sea muy remota.

3. Mediano:

Cuando se manejan fuentes de calor normalmente.

4. Grandes:

Cuando se manejan grandes cantidades de fuentes de calor.

5. Extraordinario:

Cuando hay exceso de número y magnitud de fuentes de calor.

3.2.4 El cuarto dígito nos indica la toxicidad y el grado de daño que pueden causar a la salud, los vapores que se desprenden de los materiales que se manejan aun sin haber llegado a producirse un incendio:

1. Inofensivo:

Son materiales que no producen daños temporales ni permanentes.

2. Irritante:

Son materiales que producen molestias temporales como ardor en los ojos o piel.

3. Tóxico Bajo:

Son materiales que producen daños permanentes o temporales sin llegar a producir la muerte excepto en casos de exposición prolongada.

4. Alta Toxicidad:

Producen lesiones letales aun en caso de exposición ligera.

5. Radiactivo:

Produce lesiones permanentes aun cuando no aparecen inmediatamente.

3.2.5 En base a lo anterior, a continuación se enlistan las edificaciones de acuerdo al grado de riesgo como sigue:

#### EDIFICACIONES DE RIESGO MAYOR

1. Aceites.

- 1.1 Lavado, engrasado y lubricantes.
- 1.2 Extracto y aceites esenciales.
- 1.3 Regeneración de aceites lubricantes.
- 1.4 Aceites lubricantes (envasado).
- 1.5 Aditivos (envasado).
- 1.6 Aditivos y aceites lubricantes (envasado).

2. Agropecuarias.

- 2.1 Industria de guayule.
- 2.2 Hojas de maíz.
- 2.3 Ixtle en general.
- 2.4 Silos de granos.
- 2.5 Almacén de algodón.
- 2.6 Almacén de fibras de lino.
- 2.7 Almacén de fibras de henequén.
- 2.8 Empacadora de algodón.

3. Alcoholeras.

- 3.1 Depósito de alcohol.
- 3.2 Fábrica de alcohol.



de agosto de 1938

4. Artes Gráficas.
  - 4.1 Grabado, Fotograbado y Rotograbado.
  - 4.2 Imprenta, Litografía y Encuadernación.
  - 4.3 Publicaciones periódicas.
  - 4.4 Depósito y fabricación de tintas para imprenta.
5. Azucareras.
  - 5.1 Distribuidora de azúcar y miel.
  - 5.2 Envasado de azúcar y miel.
  - 5.3 Expendio de azúcar.
6. Cartoneras.
  - 6.1 Fábrica de cartón corrugado.
  - 6.2 Fábrica de cajas de cartón.
  - 6.3 Depósito de cartón.
  - 6.4 Depósito de cajas de cartón.
7. Cigarreras.
  - 7.1 Expendio de cigarras.
  - 7.2 Tabaqueras.
  - 7.3 Picadura.
  - 7.4 Puros.
8. Distribuidoras (sin fuego).
  - 8.1 Discos (discotecas).
  - 8.2 Cromos marcos y pinturas.
  - 8.3 De autos y camiones.
  - 8.4 De maquinaria pesada.
  - 8.5 De maquinaria industrial.
  - 8.6 Expendio y reparación de camiones.
9. Harineras.
  - 9.1 Fábrica de harina de trigo.
  - 9.2 Fábrica de harina de maíz.
  - 9.3 Fábrica de harina de soya.
  - 9.4 Depósito de harina de trigo.
  - 9.5 Depósito de harina de maíz.
  - 9.6 Depósito de harina de soya.
10. Huleras.
  - 10.1 Artefactos de hule (fábrica y depósito).
  - 10.2 Resina sintética (incluye hule sintético).
  - 10.3 Fábrica y depósito de llantas, neumáticos.
  - 10.4 Fábrica y Depósito de mangueras, torques, etc.
  - 10.5 Regeneración de hule.
  - 10.6 Vulcanización de llantas, neumáticos, etc.
  - 10.7 Depósito de negro humo.
11. Jaboneras y Detergentes.
  - 11.1 Fábrica de jabón y detergente.
12. Laboratorios.
  - 12.1 Reproducción heliográficas y fotostáticas.
  - 12.2 Sellos de goma o de otros materiales.
  - 12.3 Laboratorios industriales.
  - 12.4 Material fotográfico.
13. Lijas.
  - 13.1 Fábrica de lijas (con manejo de solventes).
14. Madereras.
  - 14.1 Maderas y útiles de madera para el comercio e industria.
  - 14.2 Artefactos de madera: pinzas, ganchos, palillos, marcos, etc. (fabricación).
  - 14.3 Carpintería, ebanistería y tapicería.
  - 14.4 Carros, carretas, carrocerías de madera.
  - 14.5 Fabricación de muebles.
  - 14.6 Fibra de madera para empaque.
  - 14.7 Hormas y tacones de madera.
  - 14.8 Mesas de billar y boliche.
  - 14.9 Tonelería y cajas de empaque.
  - 14.10 Triplay (fábrica).
  - 14.11 Fibracel (fábrica).
  - 14.12 Aglomerados de madera (fábrica).
  - 14.13 Artefactos de corcho.
  - 14.14 Muebles y artefactos de carrizo y mimbre.
  - 14.15 Combustibles (a base de fibra de madera y combustibles).
  - 14.16 Extracción de ceras vegetales.
  - 14.17 Extracción de resina.
  - 14.18 Extracción e industrialización de productos forestales.
  - 14.19 Madererías compra venta.
  - 14.20 Maquiladoras de madera.
  - 14.21 Depósito de productos forestales.
  - 14.22 Venta y renta de cimbra.
  - 14.23 Aserraderos de maderas.

- |       |   |       |   |
|-------|---|-------|---|
| 15.   | Panificadoras.                                  | 20.   | Química (Mayor a 12.75%).   |
| 15.1  | Expendio con fabricación de pan.                | 20.1  | Fábrica de insecticidas.  |
| 15.2  | Expendio con fabricación de pasteles.           | 20.2  | Productos amoniacales (fabricación).                                |
| 15.3  | Expendio con fabricación de galletas.           | 20.3  | Laboratorios farmacéuticos.   |
| 15.4  | Expendio con fabricación de pastas.             | 20.4  | Productos químicos farmacéuticos y de tocador (fabricación).        |
| 16.   | Papeleras.                                      | 20.5  | Productos químicos para la industria (fabricación).-                |
| 16.1  | Fábrica de papel.                               | 20.6  | Fábrica de fumigantes.  |
| 16.2  | Distribuidora de papel.                         | 20.7  | Fábrica de abonos químicos.   |
| 16.3  | Depósito de papel.                              | 21.   | Talleres.   |
| 16.4  | Expendio de papel al mayoreo.                   | 21.1  | Garaje con taller mecánico.   |
| 16.5  | Maquila de papel.                               | 21.2  | Talleres mecánicos.   |
| 16.6  | Fibra de papel para empaque.                    | 21.3  | Talleres de hojalatería.  |
| 17.   | Pelateras.                                      | 21.4  | Talleres de vestiduras.   |
| 17.1  | Artículos de piel artificial.                   | 22.   | Materias Primas de origen animal.                                   |
| 17.2  | Artículos de talabartería.                      | 22.1  | Expendio y Almacén de cerda.  |
| 17.3  | Bandas, correas y empaquetaduras.               | 22.2  | Cebo y grasas animales.   |
| 17.4  | Chamarras de cuero y correas.                   | 22.3  | Preparación de lana (lavado, cardado y regeneración).               |
| 17.5  | Guantes.  | 22.4  | Preparación de cerda y elaboración de brochas y cepillos.           |
| 17.6  | Guaraches.                                      | 23.   | Abarrotes.  |
| 17.7  | Fábrica de zapatos de piel.                     | 23.1  | Abarrotes (tienda de departamentos).                                |
| 17.8  | Expendio de calzado.                            | 23.2  | Abarrotes comunes.  |
| 17.9  | Curtiduría de pieles.                           | 23.3  | Abarrotes vinos y licores.  |
| 18.   | Pinturas.                                       | 23.4  | Vinatería (vinos y licores para consumo fuera del establecimiento). |
| 18.1  | Fábrica de pintura de esmalte.                  | 23.5  | Espicias y chiles secos.  |
| 18.2  | Expendio de pintura.                            | 24.   | Textiles.   |
| 18.3  | Depósito de pintura.                            | 24.1  | Expendio de alfombras, tapices y linóleos.                          |
| 18.4  | Bodegas de pintura.                             | 24.2  | Artículos de lona (cates, tiendas de campaña, etc.).                |
| 18.5  | Esmaltadoras (con horno).                       | 24.3  | Artículos de tapicería.   |
| 18.6  | Envasado de pintura.                            | 24.4  | Hamacas.  |
| 19.   | Fondas y Cafés.                                 | 24.5  | Jarcierías (no sombreros de palma).                                 |
| 19.1  | Casa de huéspedes con restaurante.              | 24.6  | Resinas de material inflamable.                                     |
| 19.2  | Cafés (únicamente café, desayunos o meriendas). | 24.7  | Acabado estampado y teñido.   |
| 19.3  | Fondas y fogones.                               | 24.8  | Expendio de colchas.  |
| 19.4  | Loncherías.                                     | 24.9  | Enrollado y teñido de hilo.   |
| 19.5  | Rosticerías.                                    | 24.10 | Expendio de estambres.  |
| 19.6  | Tortillerías.                                   | 24.11 | Galonería, pasamanería, encaje tira bordada.                        |
| 19.7  | Taquerías.                                      | 24.12 | Expendio y almacén de hilos para coser.                             |
| 19.8  | Antojitos.                                      |       |   |
| 19.9  | Tamaleras.                                      |       |   |
| 19.10 | Casas de Té.                                    |       |   |

- 24.13 Expendio de listones, cintas agujetas y cordones.  
 24.14 Expendio de medias y calcetines.  
 24.15 Expendio de rebosos.  
 24.16 Expendio de suéteres.  
 24.17 Expendio de tapetes de lana y algodón.  
 24.18 Expendio de terciopelo, peluche, etc.  
 24.19 Fundas para muebles.  
 24.20 Sacos para envaso.  
 24.21 Alpargatas.  
 24.22 Paraguas y sombrillas.  
 24.23 Bolsas de mano de tela.  
 24.24 Bordados, deshilados, plisado, hombreras, etc.  
 24.25 Cachuchas.  
 24.26 Camisas.  
 24.27 Confección y expendio de ropa para hombres.  
 24.28 Confección y expendio de ropa para mujer.  
 24.29 Corbatas (confección y expendio).  
 24.30 Corsés y fajas.  
 24.31 Confección y decoración de sombreros para mujer.  
 24.32 Impermeables.  
 24.33 Confección de tirantes y cinturones.  
 24.34 Ropa de trabajo.  
 24.35 Ropa de niño.  
 24.36 Sábanas, manteles, servilletas, pañuelos, etc. (blancos).  
 24.37 Sombreros (no de palma).  
 24.38 Trajes de baño y artículos personales de playa.  
 24.39 Vestuario para militares.  
 24.40 Aprestos para textiles.  
 24.41 Expendio de telas en general.
25. Fábrica de alimentos procesados y naturales (con cocción).
- 25.1 Alimentos congelados.  
 25.2 Alimentos concentrados para animales.  
 25.3 Cacao.  
 25.4 Café molido.  
 25.5 Compra de coco y coquito.  
 25.6 Chicle en bruto.
26. Medicinas.
- 26.1 Hierbas medicinales y boticas homeopáticas.  
 26.2 Farmacias veterinarias y distribuidoras del ramo.
27. Materias primas de origen vegetal.
- 27.1 Beneficio de raíz de zacatón.  
 27.2 Desfibración de iatle de palma y de lechuguilla.  
 27.3 Desfibración de lino.  
 27.4 Desfibración y limpieza de henequén.
- 27.5 Despente de algodón.  
 27.6 Expendio de carbón vegetal.  
 27.7 Expendio de leña.  
 27.8 Productos de carbón vegetal.
28. Química entre 5.10 y 12.75%.
- 28.1 Abonos químicos (Expendio).  
 28.2 Ácidos (Expendio).  
 28.3 Artículos de celuloide.  
 28.4 Celulosa.  
 28.5 Colas y pegamentos.  
 28.6 Insecticidas (expendio).  
 28.7 Productos químicos para extintores contra incendio.  
 28.8 Productos químicos para limpieza de muebles, pisos y vehículos, etc.  
 28.9 Cápsulas, obleas y otros productos similares para envasado.  
 28.10 Producción de saborizantes y colorantes para industria alimenticia.  
 28.11 Producción de colorantes para la industria textil.  
 28.12 Productos químicos para la industria peletera.
29. Vinícolas (sin destilación).
- 29.1 Embotelladoras de vinos y licores.  
 29.2 Depósito de bebidas alcohólicas.
30. Tortillerías.
- 30.1 Molino de nixtamal.  
 30.2 Molino de chiles.
31. Vinícolas (con destilación).
- 31.1 Fábrica de vinos y licores.  
 31.2 Fábrica de vinagres.
32. Aceites (extracción de disolventes).
33. Barnices y lacas.
- 33.1 Grasas y betunes para calzado.  
 33.2 Fábrica de barnices y lacas.  
 33.3 Depósito de barnices y lacas.
34. Colchoneras.
- 34.1 Fábrica de colchones.  
 34.2 Fábrica de colchonetas.

- 34.3 Depósito de colchones.  
 34.4 Depósito de colchonetas.  
 34.5 Maquiladora de colchones.  
 34.6 Fábrica de cojines.  
 34.7 Fábrica de hule espuma.  
 34.8 Maquiladora de hule espuma.
35. Explosivos.
- 35.1 Fábrica de cerillos y fósforos.  
 35.2 Fábrica de pólvora.  
 35.3 Fábrica de cartuchos para armas de fuego.  
 35.4 Fábrica de dinamita.  
 35.5 Fábrica de nitrocelulosa.  
 35.6 Polvorines.  
 35.7 Depósito de cartuchos para armas de fuego.  
 35.8 Depósito de nitrocelulosa.  
 35.9 Cinetecas.  
 35.10 Fábrica de nitroglicerina.  
 35.11 Fábrica de fumigantes.  
 35.12 Fábrica de cohetes.  
 35.13 Depósito de cerillos y fósforos.
36. Gases Inflamables.
- 36.1 Producción de acetileno.  
 36.2 Producción de hidrógeno.  
 36.3 Producción de óxido de etileno.  
 36.4 Producción de propileno.  
 36.5 Producción de etileno.  
 36.6 Distribuidores de gas propano.  
 36.7 Distribuidores de gas butano.  
 36.8 Plantas de gas natural.  
 36.9 Depósito de gas.
37. Centros de Reunión (más de 250 personas).
- 37.1 Cantinas.  
 37.2 Cantina y alzarotes (predominando la cantina).  
 37.3 Cantina y billares.  
 37.4 Cantina y lonchería.  
 37.5 Hoteles (alojamiento únicamente).  
 37.6 Hoteles con baño.  
 37.7 Hoteles con restaurante y cantina.  
 37.8 Mesones.  
 37.9 Posadas.  
 37.10 Moteles.  
 37.11 Restaurantes.  
 37.12 Restaurantes Bar.  
 37.13 Restaurante con venta de bebidas alcohólicas.  
 37.14 Arenas.  
 37.15 Billares.
- 37.16 Boliches.  
 37.17 Cabarets.  
 37.18 Carpas.  
 37.19 Cines.  
 37.20 Circos.  
 37.21 Clubes recreativos y casinos.  
 37.22 Estadios, Fútbol, Beisbol y Basketbol.  
 37.23 Hipódromos.  
 37.24 Salones de fiestas.  
 37.25 Salones de baile (no escuelas).  
 37.26 Salones de patinar.  
 37.27 Teatros.  
 37.28 Plazas de toros.  
 37.29 Autódromos.  
 37.30 Salones de concierto.  
 37.31 Cervecería.  
 37.32 Hospitales.  
 37.33 Clubes nocturnos.  
 37.34 Centros sociales.  
 37.35 Clubes deportivos.  
 37.36 Baños públicos.  
 37.37 Cafeterías (más de 250 personas).  
 37.38 Velatorios.  
 37.39 Museos.  
 37.40 Galerías.  
 37.41 Clínicas.  
 37.42 Centrales bancarias.  
 37.43 Auditorios.  
 37.44 Academias.  
 37.45 Escuelas.  
 37.46 Aeropuertos.  
 37.47 Gimnasios.  
 37.48 Exposiciones.  
 37.49 Institutos y Universidades.  
 37.50 Centrales Camioneras.  
 37.51 Estudios de cine.  
 37.52 Guarderías y Jardines de niños.  
 37.53 Internados.  
 37.54 Bibliotecas públicas.  
 37.55 Salones para banquetes.  
 37.56 Terminales ferroviarias.
38. Combustibles (Hidrocarburos).
- 38.1 Ceras (velas).  
 38.2 Combustibles domésticos.  
 38.3 Expendio de petróleo (petrolería).  
 38.4 Gasolineras.  
 38.5 Parafina y sus derivados.  
 38.6 Petróleo crudo expendio.  
 38.7 Petróleo y sus derivados (depósito).

- 38.8 Destilación y refinación de petróleo crudo.  
 38.9 Explotación y distribución de petróleo crudo.  
 38.10 Cera y candelilla
39. Textiles.
- 39.1 Hilados y tejidos de algodón.  
 39.2 Hilados y tejidos de artúela.  
 39.3 Hilados y tejidos de lana.  
 39.4 Hilados y tejidos de lino.  
 39.5 Hilados y tejidos de punto.  
 39.6 Recuperación de desperdicios y fabricación de gúata, borra y similares.  
 39.7 Entretelas.  
 39.8 Hilados y tejidos elásticos.  
 39.9 Hilados y tejidos acrílicos.  
 39.10 Hilados y tejidos de naylon.  
 39.11 Hilados y tejidos de poliéster.  
 39.12 Hilados de polipropileno.
40. Solventes.
- 40.1 Depósito de thinner.  
 40.2 Depósito de xilol.  
 40.3 Depósito de toluol.  
 40.4 Expendio de thinner.  
 40.5 Expendio de xilol.  
 40.6 Expendio de toluol.  
 40.7 Expendio de solventes en general.
41. Plásticos.
- 41 Expendio de bolsas, juguetes y cubetas, etc.  
 41.2 Fábrica de juguetes, cubetas, etc.  
 41.3 Fábrica de tubos y ductos de plástico.
42. Puros y cigarros.
- 42.1 Fábrica de puros.  
 42.2 Fábrica de cigarros.  
 42.3 Depósito de cigarros y puros.
- 3.2.6 Edificaciones de Riesgo Menor.
1. Abrasivos.
- 1.1 Expendio de piedras de esmeril.  
 1.2 Expendio de piedras para pulir.
2. Artefactos domésticos (sin fabricación).
- 2.1 Expendio de muebles sanitarios.  
 2.2 Expendio de muebles de cocina metálicos.  
 2.3 Expendio de artículos de cocina metálicos
3. Asbesto Cemento.
- 3.1 Expendio de láminas de asbesto cemento.  
 3.2 Expendio de elementos precolados de concreto.  
 3.3 Expendio de mosaicos y losetas de cemento.  
 3.4 Fábrica de monumentos de granito.  
 3.5 Expendio de materiales de construcción incombustibles (cal, cemento, yeso, mortero, arena, grava, etc.).
4. Cerámica.
- 4.1 Expendio de loza y porcelana.  
 4.2 Alfarería.  
 4.3 Cerámica artística.
5. Conductores eléctricos.
- 5.1 Talleres electromecánicos (embobinados de motores).  
 5.2 Talleres electromecánicos automotrices.
6. Dulcerías y pastelerías (sin fabricación).
- 6.1 Expendio de dulces y chocolates.  
 6.2 Expendio de pasteles y pan.  
 6.3 Expendio de galletas.
7. Equipo eléctrico (sin fabricación).
- 7.1 Expendio de material eléctrico (cables, focos, lámparas, controles eléctricos).  
 7.2 Expendio de equipo eléctrico (motores).
8. Ladrillera.
- 8.1 Expendio de tabique y ladrillos.
9. Metales (sin fundición ni pintura).
- 9.1 Afiladurías.  
 9.2 Expendio de fierro y/o material para herrería.  
 9.3 Expendio de material para plomería.  
 9.4 Expendio de aluminio.  
 9.5 Expendio de herramienta.
10. Misceláneas.
- 10.1 Expendio de refrescos y jugos.  
 10.2 Expendio de aharrotes (refrescos, laterías, carnes frías).

- |      |  |                             |  |
|------|--|-----------------------------|--|
| 10.3 | Abarrotes y ferretería.  | 18.                         | Expendio de carne y verduras.  |
| 10.4 | Mielcs (expendio).   | 18.1                        | Expendio de pollo partido.   |
| 10.5 | Caña de azúcar.  | 18.2                        | Expendio de pescado.   |
| 10.6 | Queso, crema y derivados de la leche.  | 18.3                        | Expendio de carne de res.  |
| 10.7 | Expendio de papas, cacahuates, frutas secas, etc. (botanas).                       | 18.4                        | Expendio de carne de cerdo.  |
| 10.8 | Ostionería.  | 18.5                        | Expendio de vísceras.  |
| 11.  | Minería.   | 18.6                        | Expendio de carnes frías.  |
| 11.1 | Explotación de cantera.  | 18.7                        | Verduras.  |
| 11.2 | Explotación de tezontle y tepetate.  | 19.                         | Oficinas.  |
| 11.3 | Extracción de piedra.  | 19.1                        | Administrativas hasta dos niveles.   |
| 11.4 | Extracción de arena y grava.   | 19.2                        | Sucursales Bancarias.  |
| 12.  | Química (baja).  | 19.3                        | Despachos profesionales.   |
| 12.1 | Laboratorios de análisis clínicos.   | 19.4                        | Despachos de dibujo comercial.   |
| 12.2 | Fábrica de embutidos.  | 19.5                        | Editoras sin máquinas impresoras.  |
| 12.3 | Consultorios médicos y dentales.   | 19.6                        | Salas de belleza (estéticas).  |
| 12.4 | Neverías y paletías.   | 19.7                        | Peluquerías.   |
| 12.5 | Detergentes (almacén depósito).  | 19.8                        | Agencias de viajes.  |
| 12.6 | Detergentes expendio.  | 19.9                        | Expendios de billetes de lotería.  |
| 12.7 | Almacén y depósito de jabones.   | 20.                         | Talleres y estacionamientos.   |
| 12.8 | Laboratorios de análisis de tierra.  | 20.1                        | Estacionamientos de vehículos a cielo abierto.   |
| 12.9 | Laboratorios químicos biológicos.  | 20.2                        | Talleres de alineación y balanceo.   |
| 13.  | Armadora (sin fabricación).  | 20.3                        | Talleres de reparación de calzado.   |
| 13.1 | Equipo eléctrico y doméstico.  | 20.4                        | Talleres de reparación de llantas.   |
| 13.2 | Troqueladora.  | 20.5                        | Talleres de cromado.   |
| 14.  | Azufreras (casa máquinas).   | 20.6                        | Talleres para bicicletas.  |
| 15.  | Cerveceras (sin proceso) y similares.  | 20.7                        | Deshuesadero de automóviles.   |
| 15.1 | Depósito de cerveza.   | 21.                         | Vidriería.   |
| 15.2 | Expendio de cerveza cerrada.   | 21.1                        | Expendio de vidrio plano, liso y labrado.  |
| 15.3 | Pulquería.   | 21.2                        | Cristalería y regalos.   |
| 16.  | Embotelladoras (sin proceso).  | 21.3                        | Fibras de vidrio y cristales inastillables.  |
| 16.1 | Embotelladoras de productos inflamables (esencias, colorantes, productos lácteos). | 4. CLASIFICACION DE FUEGOS: |  |
| 17.  | Empacadoras de:  | 4.1                         | El sistema usado para la Clasificación de Fuegos va en función de la naturaleza del combustible que se involucra en éstos, los cuales de acuerdo a este criterio se clasifican en cuatro tipos básicamente, estas clases de fuego se denominan con las letras "A", "B", "C" y "D". |
| 17.1 | Carnes.  | Clase A:                    | Fuegos de materiales sólidos generalmente de naturaleza orgánica tales como trapos, viruta, papel, madera, basura y, en general, en materiales sólidos que al quemarse se agrietan,  |
| 17.2 | Alimentos para animales.   |                             |  |
| 17.3 | Frutas y verduras.   |                             |  |
| 17.4 | Materias primas para dulces y helados.   |                             |  |

producen cenizas y brizas, comúnmente conocidos como fuegos sordos.

**Clase B:** Son aquellos que se producen en la mezcla de un gas (butano, propano, etc.) con el aire y flama abierta o bien, del mismo modo de los antes dichos con la mezcla de los vapores que desprenden los líquidos inflamables (gasolina, aceites, grasas, solventes, etc.) como el caso del gas.

**Clase C:** Son aquellos que ocurren en sistemas y equipos eléctricos "vivos".

**Clase D:** Son aquellos que se presentan en cierto tipo de metales combustibles (magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, aluminio o zinc en polvo, etc.).

4.2 Cabe mencionar, que la mayoría de los incendios no se dan en una sola clase, ya que por lo regular es una combinación de las tres primeras clasificaciones (A, B, C) debiendo tenerlas siempre en mente, para emplear el agente extinguidor adecuado, ya que en el mercado existen varios tipos de extintores, de contenidos y capacidades diferentes que manifiestan en la etiqueta correspondiente, la clase de fuegos, en que se pueden emplear. Los fuegos con clasificación "D", son poco usuales que se den, sin embargo, en este tipo sus contenidos son especiales para cada caso en particular, estos extintores por lo regular son portátiles y sobre ruedas debido a su capacidad de contenido, obteniendo mayor maniobrabilidad en su uso y volumen de agente extinguidor. Los equipos de extinción de incendio portátiles manuales, son los extintores cuyo contenido está en relación con las clases de fuego.

## 5. EXTINTORES:

### 5.1 TIPO: Agua a presión.

**CLASIFICACION:** Para fuegos de la clase "A".

**AGENTE EXTINGUIDOR:** Agua.

**PRESURIZANTE:** Aire a presión o gas inerte seco (presión contenida).

**PRESION:** 6 a 9 kgs/cm<sup>2</sup>.

**ALCANCE:** De 10 a 12 mts.

**TIEMPO DE DESCARGA:** De 15 a 30 segundos.

**CAPACIDAD:** 9.5 ls.

**FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO:** Por enfriamiento y penetración.

### 5.2 TIPO: Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).

**CLASIFICACION:** Para fuegos de las Clases "B" y "C".

**PRESURIZANTE:** Autopropulsado por el gas comprimido de Dióxido de Carbono.

**PRESION:** 56 a 63 Kgs/cm<sup>2</sup> a una temperatura de 31°C bajo cero, en el momento de ser expulsado

**ALCANCE:** 1.5 a 3.00 mts.

**CAPACIDAD:** Fluctúa entre 2 y 9 Kgs. los portátiles y los de ruedas entre 22 y 95 Kgs.

**FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO:** Por enfriamiento y sofocación y tiene poca efectividad en fuegos de la Clase "A".

### 5.3 TIPO Halón 1211.

**CLASIFICACION:** Para fuegos de las Clases "A", "B" y "C".

**AGENTE EXTINGUIDOR:** Bromo Clorodifluoro metano.

**PRESURIZANTE:** Autopropulsado por los gases Halogenados.

**PRESION:** A 20°C entre 4.76 Kgs/cm<sup>2</sup> a 11.9 Kgs/cm<sup>2</sup> dependiendo de la capacidad de los mismos.

**ALCANCE:** 3 a 4 mts.

**TIEMPO DE DESCARGA:** 15 a 30 segundos.

**CAPACIDAD:** Varían entre 1 y 5.5 Kgs. portátiles.

**FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO:** Por rompimiento de la reacción en cadena del fuego. Tiene poca efectividad en fuegos de la Clase "A".

### 5.4 TIPO: Halón 1301.

**CLASIFICACION:** Para fuegos de las Clases "A", "B" y "C".

**AGENTE EXTINGUIDOR:** Bromotrifluorometano.

**PRESURIZANTE:** Autopropulsado por los gases Halogenados.

**PRESION:** A 20°C entre 4.76 Kgs/cm<sup>2</sup> a 11.9 Kgs/cm<sup>2</sup> dependiendo de la capacidad de los mismos.

**ALCANCE:** 3 a 4 mts.

- TIEMPO DE DESCARGA: 15 a 30 segundos.  
CAPACIDAD: Varían entre 1 y 5.3 Kgs. portátiles.  
FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por rompimiento de la reacción en cadena del fuego. Tiene poca efectividad en fuegos de la Clase "A".
- 5.5 TIPO: Polvo Químico Seco.  
CLASIFICACION: Para fuegos de las Clases "A", "B" y "C".  
AGENTE EXTINGUIDOR: Fosfato Monoamónico y Fosfato Diamónico.  
PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco con presión contenida o incorporada.  
PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.  
ALCANCE: 4 a 6 mts.  
TIEMPO DE DESCARGA: 15 a 30 segundos.  
CAPACIDAD: Entre 1 y 11.5 Kgs. los portátiles y los de ruedas entre 35 y 190 Kgs.  
FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación.  
EXTINTORES ESPECIALES (CON POLVOS ESPECIALES).
- 5.6 TIPO: C-1 o metal-guard.  
CLASIFICACION: Para fuegos de la Clase "D".  
AGENTE EXTINGUIDOR: Grafito de fundición y fosfato orgánico.  
PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco con presión contenida o incorporada.  
PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.  
ALCANCE: De 1.8 a 2.4 mts.  
TIEMPO DE DESCARGA: De 25 a 30 segundos en los de 14 Kgs.  
CAPACIDAD: 14 Kgs. portátiles y sobre ruedas de 68 y 159 Kgs.  
FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación.
- 5.7 TIPO: Met-L-x.  
CLASIFICACION: Para fuegos de la Clase "D".  
AGENTE EXTINGUIDOR: Cloruro de Sodio, Fosfato tricálcico y extintores metálicos.  
PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco.  
PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.  
ALCANCE: De 1.8 a 2.4 mts.  
TIEMPO DE DESCARGA: De 25 a 30 segundos en los portátiles.  
CAPACIDAD: 14 Kgs. portátiles y sobre ruedas de 68 y 159 Kgs.  
FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación.
- 5.8 TIPO: Na-x.  
CLASIFICACION: Para fuegos de la Clase "D".  
AGENTE EXTINGUIDOR: Carbonato de sodio con varios aditivos para hacerlo no higroscópico.  
PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco.  
PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.  
ALCANCE: De 1.8 a 2.4 mts.  
TIEMPO DE DESCARGA: De 25 a 30 segundos en los portátiles.  
CAPACIDAD: 14 Kgs. portátiles y sobre ruedas de 68 a 159 Kgs.  
FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación especial para incendios de sodio.
- 5.9 TIPO: Lith-x.  
CLASIFICACION: Para fuegos de la Clase "D".  
AGENTE EXTINGUIDOR: Líquido TBM (Tri-metoxihoroxina).  
PRESURIZANTE: Nitrógeno o gas inerte seco.  
PRESION: 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.  
ALCANCE: De 1.8 a 2.4 mts.  
TIEMPO DE DESCARGA: De 25 a 30 segundos en los portátiles.  
CAPACIDAD: 14 Kgs. portátiles y sobre ruedas de 68 y 159 Kgs.  
FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO: Por sofocación.



pecial para incendios en litio y sólo lo debe usar personal capacitado.

**5.10 TIPO:** Pyromet.

**CLASIFICACION:** Para fuegos de la Clase "D".

**AGENTE EXTINGUIDOR:** Fosfato diamónico y proteínas, y un agente hidrolugante y fluidizante.

**PRESURIZANTE:** Nitrógeno o gas inerte seco.

**PRESION:** 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.

**ALCANCE:** De 1.8 a 2.4 mts.

**TIEMPO DE DESCARGA:** De 25 a 30 segundos en los portátiles.

**CAPACIDAD:** 14 Kgs. portátiles y sobre ruedas de 68 y 159 Kgs.

**FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO:** Por sofocación, es para fuegos generados en sodio, calcio, zirconio, titanio, magnesio y aluminio.

**5.11 TIPO:** Tec (Cloruro Eutéctico Temario).

**CLASIFICACION:** Para fuegos de la Clase "D".

**AGENTE EXTINGUIDOR:** Cloruro de Potasio, Cloruro de Sodio y Cloruro de Bario.

**PRESURIZANTE:** Nitrógeno o gas inerte seco.

**PRESION:** 7 a 9 Kgs/cm<sup>2</sup>.

**ALCANCE:** De 1.8 a 2.4 mts.

**TIEMPO DE DESCARGA:** De 25 a 30 segundos en los portátiles.

**CAPACIDAD:** 14 Kgs. portátiles y sobre ruedas de 68 y 159 Kgs.

**FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO:** Por sofocación. Tener cuidado en no respirar el polvo porque el Cloruro de Bario es venenoso.

**5.12 TIPO:** Agua ligera.

**CLASIFICACION:** Para fuegos de las Clases "A" y "B".

**AGENTE EXTINGUIDOR:** Agente A.F.F.F. (Acuos Film Forming Foam).

**PRESURIZANTE:** Aire, Nitrógeno, CO<sub>2</sub>.

**PRESION:** 7 a 9 Kgs.

**ALCANCE:** 7 a 12 mts.

**TIEMPO DE DESCARGA:** 15 a 30 segundos.

**CAPACIDAD:** 9.5 litros.

**FORMA DE ACTUAR DEL AGENTE EXTINGUIDOR ANTE EL FUEGO:** Por enfriamiento y sofocación.

**5.13** Los extintores deben ser revisados cada año y recargados cuando esto sea necesario para que siempre estén en óptimas condiciones de uso, además deberán estar colocados en lugares fácilmente accesibles a una altura de 1.60 metros del nivel del piso terminado a su gancho de sujeción y demás requerimientos solicitados en el artículo 121 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

**5.14** Las Compañías especializadas en compra-venta de equipos Contra Incendios y de Servicio deberán contar con el número de autorización NOM concedido por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

## 6. REDES HIDRAULICAS

**6.1** Las redes hidráulicas son equipos fijos contra incendio que sirven para suprimir incendios por medio del uso de agua, cuyos componentes son:

**6.1.1** Red Primaria o Principal que debe ser capaz de soportar las presiones necesarias de acuerdo al cálculo hidráulico el cual no será nunca menor de 12 Kg/cm<sup>2</sup>, así como el diámetro el cual no podrá ser nunca menor de 3".

**6.1.2** Red Secundaria que será de 2" de diámetro capaz de soportar las presiones necesarias de acuerdo al cálculo hidráulico.

**6.1.3** Salidas de hidrante que deben ser de 1½" de diámetro con una llave de globo, cople para manguera de 1½" de diámetro y reductor de presiones.

**6.1.4** Gabinetes con cama o soporte para colocar la manguera plegada de tal forma que sea fácil de manejar y que no sufra daños a mediano plazo.

**6.1.5** Pitones de paso variable de tal manera que se pueda usar como cortina o en forma de chorro directo.

**6.2** La capacidad de la cisterna de agua de reserva para uso exclusivo del sistema de red de hidrantes contra incendio deberá ser de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 122 Fracción A del Reglamento de Construcciones

para el Distrito Federal además de que la reserva se mantendrá por medio de un sistema de doble pichancla para mantener el agua en circulación constante.

6.3 Contar con 2 motobombas automáticas capaces de suministrar un mínimo de 600 lts/min. de gasto a una presión de acuerdo al Artículo 122 Fracción B del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

6.4 El material de que se fabrique la red de hidrantes será de acuerdo al Artículo 122 Fracción C o de cobre con coples soldados con la resistencia que se indica en estas normas técnicas.

6.5 Los Simulacros de incendio se efectuarán cada seis meses o cuando ingresa personal, se instalan nuevos tipos de extintores, se amplían las instalaciones de fuego, etc.

6.6 Los sistemas de control de incendios automáticos que se pueden usar son:

6.6.1 Sistema de tubería húmeda

6.6.2 Sistema de tubería seca.

6.6.3 Sistema de acción previa.

6.6.4 Sistema de diluvio.

6.6.5 Sistema combinado tubería seca/acción previa.

Estos sistemas pueden ser cargados con agua, CO<sub>2</sub> o Halón 1301.

Queda prohibido usar Halón 1211 por su alta toxicidad.

6.7 Se requiere presentar Bitácora de Simulacros:

6.7.1 Los giros de Riesgo Mayor.

6.7.2 Empresas que cuenten con Red Hidráulica (aun teniendo menos de 50 personas).

6.7.3 Empresas o Negociaciones que cuenten con un personal con más de 50 personas.

6.7.4 La Bitácora deberá presentarse dos (2) veces al año (semestral) para su autorización (sellos), a la Oficina correspondiente.

La Bitácora se integrará en una libreta tipo legal con el siguiente contenido:

- Carátula: con Razón Social, tipo de Giro, Dirección, Colonia, Delegación, Código Postal, Nombre del responsable, teléfono, metros cuadrados construidos, metros cuadrados no construidos.

— Relación del equipo contra incendio. (Red Hidráulica, Extintores, Sistemas Fijos, etc.)

— Relación de Facturas o comprobantes de recarga de los extintores existentes.

— Programa de Evacuación conteniendo las rutas de escape.

— Relación de las Brigadas (Contra Incendio, Evacuación) nombres y firmas de cada uno de los integrantes.

### 7. RECUBRIMIENTOS PARA MUROS, FALSOS PLAFONES Y ACCESORIOS DECORATIVOS

7.1 Los materiales utilizados en recubrimientos para muros, lambrines y falsos plafones deberán tener una resistencia mínima al fuego como se indica en la siguiente tabla, excepto cuando se especifique otra cosa (ver cuadro siguiente).

Espesor cm	Descripción del muro o tabique	Grado de resistencia al fuego horas
5	Aplanado macizo de yeso con virutas sobre una capa de yeso de 9.5 mm, pies derechos de acero con equidistancia de 66 cm como máximo	1
5	Aplanado macizo de arena y yeso sobre pies derechos metálicos y enladrado de metal	1
5	Aplanado macizo de cemento Portland sobre pies derechos metálicos y enladrado de metal	1
5	Cuanita proyectada sobre enladrado de metal desplegado No. 13 del 1 3/8" (44 mm)	1
5	Bloques macizos de yeso	1
7.6	Bloques huecos de yeso	1
7.6	Losetas estructurales huecas de arcilla, de 1 celdilla, con aplanado de 13 mm	1
7.6	Losetas huecas de hormigón de cenizas, con aplanado de 13 mm por los 2 lados	1

7.6	Huecos, pies derechos metálicos, enlatado metálico o capas de yeso de 9.5 mm, aplanados por los dos lados . . .	1
10	Losetas estructurales huecas de arcilla, de 1 celdilla, aplanado de 13 mm por un solo lado . . . . .	1
10	Losetas huecas de hormigón de cenizas	1.5
10	Losetas huecas de arcilla, 1 celdilla, aplanado de 13 mm por los dos lados	1.5
11.4	Huecos, pies derechos metálicos, enlatado metálico por ambos lados, aplanado de 19 mm de yeso y arena . . . .	1.5
15	Losetas huecas de arcilla, 2 celdillas .	1.5
5	Aplanado macizo con viruta sobre pies derechos y enlatado metálico . . . . .	2
6.3	Aplanado macizo de cemento Portland sobre pies derechos y enlatado metálico	2
6.3	Aplanado macizo de yeso y arena sobre pies derechos y enlatado metálico	2
7.6	Bloques huecos de yeso, con aplanado de 13 mm por los dos lados . . . . .	2
15	Losetas estructurales huecas de arcilla, 2 celdillas, aplanado por un solo lado . . . . .	2
20	Losetas estructurales huecas de arcilla, 3 celdillas . . . . .	2
6.3	Aplanado macizo de yeso con viruta sobre pies derechos y enlatado metálico	3
10	Bloques huecos de yeso . . . . .	3
1.5	Loseta para falso plafón en cualquier material . . . . .	3

7.2 Los materiales utilizados para retardar la propagación de la llama en tejidos textiles y su incandescencia posterior deberán garantizar un tiempo mínimo de media hora.

7.2.1 Los productos ignífugantes que se usen en el tratamiento de las fibras de las telas pueden ser:

- Productos químicos que generen gases no combustibles que tienden a excluir el oxígeno de las superficies ardientes.

— Productos en los cuales los radicales o las moléculas procedentes de la degradación del producto ignífugo reaccionan endotérmicamente e interfieren la reacción en cadena de las llamas.

— El producto ignífugante se descompone endotérmicamente.

— El producto forma un líquido o una carbonización no volátil que reduce las cantidades de oxígeno y calor que llegan a la tela.

— Por formación de partículas diminutas que modifican las reacciones de combustión.

Generalmente los productos químicos o una mezcla de productos químicos ignífugantes limitan la inflamabilidad en más de una de estas formas simultáneamente.

## 8. SEÑALIZACION

8.1 La finalidad de normar un sistema de Señalización de Seguridad es fijar los criterios y la simbología que deberán usarse para atraer la atención en forma sencilla y rápida, para advertir de un peligro o indicar la ubicación de dispositivos y equipos de seguridad, advertencia que no elimina el peligro ni sustituye las medidas de seguridad necesarias para eliminar los accidentes.

8.1.1 El sistema de señalización de seguridad debe ser aplicado a:

- 1o. Las formas geométricas.
- 2o. Las dimensiones en las señales de seguridad.
- 3o. Los símbolos.
- 4o. La colocación de las propias señales.
- 5o. El empleo de los colores.
- 6o. El tipo de números y letras.

El empleo de los anteriores rubros debe aplicarse en la señalización según se cita en la Norma D.G.M-SIS-1971, emitida por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Esto con apego a los Artículos 94 y 121 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

8.1.2 Las dimensiones de la simbología de seguridad, deberán estar según se indica en la Norma D.G.M-SIS-

1971 de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
















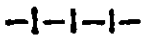


8.1.3 Los símbolos de seguridad serán la imagen que exponga en forma práctica y de fácil interpretación el mensaje de la indicación de seguridad.

8.1.4 Las dimensiones de la señalización serán en base a las indicaciones de la Norma D.G.M-S15-1971 emitida por la Dirección General de Normas de la Secretaría

de Comercio y Fomento Industrial, la cual fue publicada el 27 de diciembre de 1971 en el Diario Oficial de la Federación.

8.1.5 Cuando un alumbrado común y corriente resulte insuficiente según especificaciones de la Norma D.G.M-S15-1971, emitida por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, se deberá corregir el alumbrado de tal forma que cubra los requisitos de la citada NORMA.

8.1.6 La Simbología que se deberá usar en el trámite del Visto Bueno para Obra Nueva es la siguiente:

	TABLERO GRAL. O DE CONTROL		GABINETE CONTRA INCENDIO.
	TABLERO DE CONTROL SECUNDARIO.		TOMA SIAMESA.
	ANUNCIO LUMINOSO.		ALARMA SONORA.
	BOMBA DE COMBUSTION INTERNA.		ALARMA VISUAL.
	BOMBA ELECTRICA.		PARARRAYOS.
	CALDERA		LUZ DE OBSTRUCCION.
	EXTINTOR TIPO "A".		UNIDAD MOVIL EXTINTOR.
	EXTINTOR TIPO "BC".		INSTALACION CONTRA INCENDIO.
	EXTINTOR TIPO "ABC".		SISTEMA DE ILUMINACION AUTOMATICO

Nota: Esta simbología se indicará, en plantas, cortes, fachadas, indicando el tipo y capacidad del extintor.

## 9. COLORES DE IDENTIFICACION

9.1 Esta Norma tiene por objetivo definir la aplicación de colores relacionados con la prevención de accidentes y recomienda los colores que deben usarse con tal finalidad, así como la indicación de riesgos físicos, la

localización de equipos de seguridad y la identificación del equipo contra incendio.

9.2 En los casos que no resulte práctico pintar el equipo al que se refieren las señales que lo identifiquen o los lugares en que se ubique el mismo, se podrán pintar

Figuras geométricas o figuras representativas de cuerpos o cerca de dicho equipo o lugares; la condición es que en todos los casos las figuras sean perfectamente visibles.

9.3 El color rojo es el color básico para la identificación del equipo y aparatos de protección contra incendio y se usará en:

- Letreros de salidas de emergencia.
- Cajas de alarmas de incendio.
- Cajas de mangueras contra incendio.
- Extintores contra incendio (si no es práctico pintar el extintor, debe utilizarse el color rojo para pintar el lugar, pared o soporte).
- En la localización de las mangueras contra incendio (debe utilizarse el color rojo en los carretes, soportes o casetas).
- Sistemas de extinción a base de agua o de cualquier otro tipo.
- Bombas y redes de tuberías contra incendio.
- Vehículos contra incendio de todo tipo con o sin locomoción propia.
- Barras de frenado de emergencia en máquinas peligrosas tales como molinos para caucho, hiladoras para algodón, laminadoras, troqueladoras, etc.
- Botones de frenado usados para detener la operación de maquinaria en casos de emergencia.

9.4 El color naranja se usará en partes peligrosas de máquinas o equipos mecánicos, que pueda lesionar en cualquier forma al personal, inclusive causar traumatismo, también para hacer resaltar los riesgos cuando las puertas o dispositivos de seguridad estén abiertas o cuando estén quitados los seguros de engranes, bandas u otro equipo en movimiento; así como para señalar el peligro por falta de protección. Debe aplicarse en:

- Botones de arranque de seguridad.
- El interior de resguardos para poleas, engranes, cadenas, rodillos, etc.

9.5 El color naranja en contraste con azul.

Debe contrastarse el naranja con azul en el interior de las puertas o cubiertas de equipo eléctrico que dejen al

descubierto partes importantes de dicho equipo. Debe aplicarse en:

- Conductores.
- Barras.
- Cuchillas.
- Registros.

9.6 El color amarillo en contraste con negro.

Se usará el amarillo y negro a manera de franjas para designar precaución y para indicar peligros físicos tales como: tropiezos, caídas, golpes, atrapado entre; cuadros amarillos y cuadros negros a manera de tablero de ajedrez, o cualquier otro diseño a base de amarillo y negro. Debe aplicarse en:

- Equipo de construcción (o zonas en que se encuentre trabajando éste), como conformadoras, tractores, vagonetas.
- Indicadores de esquinas, estibas de almacenamiento, cubiertas o resguardos para contravientos.
- Aristas, salientes, partes sin resguardo de plataformas, fosas y paredes.
- Equipos y accesorios suspendidos que se extiendan dentro de las zonas normales de operación (lámparas, grúas, controles).
- Barandales, pasamanos, escalones, en donde se requiera precaución.
- Indicaciones en salientes, claros de puertas, transportadores móviles, vigas y tubos de baja altura, estructuras y puertas de elevador.
- Equipo de manejo de materiales, como tractores industriales, carros, remolques, montacargas, transportadores, etc.
- Postes o columnas que puedan ser golpeados.
- Franjas laterales.

## DEFINICIONES

### CONATO DE INCENDIO

Se llama conato de incendio a un fuego en sus inicios y que por su pequeña magnitud puede generar un incendio o puede extinguirse por sí solo.

**INCENDIO**

Se llama incendio a un fuego descontrolado que por su magnitud no se extingue por sí solo y tiene que ser controlado por medios externos.

**RIESGO**

Se llama riesgo al estado peligroso de los elementos que pueden generar en cualquier momento un siniestro de mayor o menor magnitud.

**EXPLOSIVO**

Se llama explosivo a la mezcla de sustancias químicas, que ante un estímulo suficiente sufre una reacción instantánea, autopropagante caracterizada por la formación de gases, producción de calor y el desarrollo de una presión súbita, debida a la acción del calor sobre los gases producidos.

**COMBUSTION**

Se llama combustión a la reacción química de los elementos: combustible y comburente en condiciones adecuadas de temperatura produciendo energía, en forma de luz y calor.

**TOXICO**

Son materiales que producen daños temporales o permanentes sin llegar a producir la muerte excepto en casos de exposición prolongada.

**INFLAMABLE**

Son aquellas sustancias que emanan gases a temperaturas inferiores a 38°C.

**TOXICIDAD INOFENSIVA**

Es cuando los vapores desprendidos de los materiales en combustión no producen daños temporales ni permanentes.

**TOXICIDAD MEDIA (IRRITANTE)**

Se presenta cuando los gases y/o vapores de material producen molestias temporales como arder en los ojos o en la piel.

**EXTINTOR**

Se entiende por extintor al recipiente que contiene agente extinguidor para apagar fuegos. Los extintores se clasifican en portátiles y móviles.

**EXTINTOR PORTATIL**

Es el extintor que se diseña para ser transportado operado manualmente y en condiciones de funcionamiento tiene una masa total que no excede de 20 kg.

**EXTINTOR MOVIL**

Es el extintor que se diseña para ser transportado y operado sobre ruedas, sin locomoción propia, cuya masa es superior a 20 kg.

**RIESGO MENOR**

Se considera situación de riesgo menor cuando la cantidad de materiales y líquidos combustibles o líquidos inflamables es mínima y cuando se pueda prever que los posibles incendios sean de magnitud reducida.

**RIESGO MAYOR**

Cuando la concentración de materiales combustibles líquidos inflamables presentes sea grande y hagan prever que los posibles incendios sean de gran magnitud.

**MATERIAL COMBUSTIBLE**

Es cualquier material que puede arder o quemarse éste puede ser sólido, líquido o gaseoso.

**COORDINACION GENERAL JURIDICA**

Decreto por el que se expropián en favor del Departamento del Distrito Federal, los inmuebles que se señalan, para la construcción de viviendas, de una Casa de Cultura, de un Módulo Deportivo y de un Centro de Desarrollo Infantil, en el Viejo Barrio de La Romita ubicado al Noroeste de la Col. Roma, en la Delegación Cuauhtémoc, Distrito Federal.

**MIGUEL DE LA MADRID H.**, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Me-

xicanos, y con fundamento en los artículos 27 párrafo segundo y 73 fracción VI, base 1ª de la propia Constitución de los Estados Unidos Mexicanos; 1ª fracción I, III, XI y XII, 2ª, 3ª, 4ª, 10ª, 19ª, 20ª y 21ª de la Ley de

**Artículo 106.** Los locales destinados a cines, auditorios, teatros, salas de concierto, aulas escolares o espectáculos deportivos deberán garantizar la visibilidad de todos los espectadores al área en que se desarrolla la función o espectáculo, bajo las normas siguientes:

I La isóptica o condición de igual visibilidad deberá calcularse con una constante de 12 cm, medida equivalente a la diferencia de niveles entre el ojo de una persona y la parte superior de la cabeza del espectador que se encuentre en la fila inmediata inferior;

II En cines o locales que utilicen pantallas de proyección, el ángulo vertical formado por la visual del espectador al centro de la pantalla y una línea normal a la pantalla en el centro de la misma, no deberá exceder de treinta grados, y el ángulo horizontal formado por la línea normal a la pantalla, en los extremos y la visual de los espectadores más extremos, a los extremos correspondientes de la pantalla, no deberá exceder de 50 grados, y

III En aulas de edificaciones de educación elemental y media, la distancia entre la última fila de bancas o mesas y el pizarrón no deberá ser mayor de 12 metros

**Artículo 107.** Los equipos de bombeo y las maquinarias instaladas en edificaciones para habitación plurifamiliar, conjuntos habitacionales, oficinas, de salud, educación y cultura, recreación y alojamiento que produzcan una intensidad sonora mayor de 65 decibeles, medida a 0.50 m. en el exterior del local, deberán estar aisladas en locales acondicionados acústicamente, de manera que reduzcan la intensidad sonora, por los menos, a dicho valor.

Los establecimientos de alimentos y bebidas y los centros de entretenimiento que produzcan una intensidad sonora mayor de 65 decibeles deberán estar aislados acústicamente. El aislamiento deberá ser capaz de reducir la intensidad sonora, por los menos a dicho valor, medido a siete metros en cualquier dirección, fuera de los linderos del predio del establecimiento.

**Artículo 108.** Todo estacionamiento público deberá estar drenado adecuadamente, y bardeado en sus colindancias con los predios vecinos.

**Artículo 109.** Los estacionamientos públicos tendrán carriles separados, debidamente señalados, para la entrada y salida de los vehículos con una anchura mínima del arroyo de dos metros cincuenta centímetros cada uno.

**Artículo 110.** Los estacionamientos tendrán áreas de espera techadas para la entrega y recepción de vehículos ubicadas a cada lado de los carriles a que se refiere el artículo anterior, con una longitud mínima de seis metros y una anchura no menor de un metro veinte centímetros. El piso terminado estará elevado quince centímetros sobre la superficie de rodamiento de los vehículos.

El Departamento establecerá otras condiciones, según sea el caso, considerando la frecuencia de llegada de los vehículos, la ubicación de inmueble y sus condiciones particulares de funcionamiento.

**Artículo 111.** Los estacionamientos públicos tendrán una caseta de control anexa al área de espera para el público, situada a una distancia no menor de 4.50 m. del alineamiento y con una superficie mínima de un metro cuadrado.

**Artículo 112.** En los estacionamientos deberán existir protecciones adecuadas en rampas, colindancias, fachadas y elementos estructurales, con dispositivos capaces de resistir los posibles impactos de los automóviles.

Las columnas y muros que limiten los carriles de circulación de vehículos deberán tener una banqueta de 15 cm. de altura y 30 cm. de anchura, con los ángulos redondeados

**Artículo 113.** Las circulaciones para vehículos en estacionamientos deberán estar separadas de las de peatones.

Las rampas tendrán una pendiente máxima de quince por ciento, con una anchura mínima, en rectas, de 2.50 m y, en curvas, de 3.50 m. El radio mínimo en curvas, medido al eje de la rampa, será de siete metros cincuenta centímetros

Las rampas estarán delimitadas por una guarnición con una altura de quince centímetros, y una banqueta de protección con anchura mínima de treinta centímetros en rectas y cincuenta centímetros en curva. En este último caso, deberá existir un pretil de sesenta centímetros de altura por lo menos.

**Artículo 114.** Las circulaciones verticales para los usuarios y para el personal de los estacionamientos públicos estarán separadas entre sí y de las destinadas a los vehículos, deberán ubicarse en lugares independientes de la zona de recepción y entrega de vehículos y cumplirán lo dispuesto para escaleras en este Reglamento.

**Artículo 115.** En los estacionamientos de servicio privado no se exigirán los carriles separados, áreas para recepción y entrega de vehículos, ni casetas de control.

## SECCION SEGUNDA

### PREVISIONES CONTRA INCENDIO

**Artículo 116.** Las edificaciones deberán contar con las instalaciones y los equipos necesarios para prevenir y combatir los incendios.

Los equipos y sistemas contra incendios deberán mantenerse en condiciones de funcionar en cualquier momento para lo cual deberán ser revisados y probados periódicamente. El propietario o el Director Responsable de Obra designado para la etapa de operación y mantenimiento, en las obras que se requiera según el artículo 64 de este Reglamento, llevará un libro donde registrará los resultados de estas pruebas y lo exhibirá a las autoridades competentes a solicitud de éstas.

El Departamento tendrá la facultad de exigir en cualquier construcción las instalaciones o equipos especiales que, establezcan las Normas Técnicas Complementarias, además de los señalados en esta sección.

**Artículo 117.** Para efectos de esta sección, la tipología de edificaciones establecida en el artículo 5 de este Reglamento, se agrupa de la siguiente manera:

I De riesgo menor son las edificaciones de hasta 25.00 m de altura, hasta 250 ocupantes y hasta 3,000 m<sup>2</sup>, y

II De riesgo mayor son las edificaciones de más de 25.00 m de altura o más de 250 ocupantes o más de 3,000 m<sup>2</sup> y; además, las bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud, que manejen madera, pinturas, plásticos, algodón y combustibles o explosivos de cualquier tipo.

El análisis para determinar los casos de excepción a esta clasificación y los riesgos correspondientes se establecerán en las Normas Técnicas Complementarias.

**Artículo 118.** La resistencia al fuego es el tiempo que resiste un material al fuego directo sin producir flama o gases tóxicos, y que deberán cumplir los elementos constructivos de las edificaciones según la siguiente tabla:

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	RESISTENCIA MINIMA AL FUEGO EN HORAS	
	Edificaciones de riesgo mayor	Edificaciones de riesgo menor
Elementos estructurales (columnas, vigas, trabes, entrepisos, techos, muros de carga) y muros en escaleras, rampas y elevadores	3	1
Escaleras y rampas	2	1
Puertas de comunicación a escaleras, rampas y elevadores	2	1
Muros interiores divisorios	2	1
Muros exteriores en colindancias y muros en circulaciones horizontales	1	1
Muros en fachadas		Material incombustible (a)

a) Para los efectos de este Reglamento, se consideran materiales incombustibles los siguientes: adobe, tabique, ladrillo, block de cemento, yeso, asbesto, concreto, vidrio y metales.

**Artículo 119.** Los elementos estructurales de acero de las edificaciones de riesgo mayor, deberán protegerse con elementos o recubrimientos de concreto, mampostería, yeso, cemento portland con arena ligera, perlita o vimiculita, aplicaciones a base de fibras minerales, pinturas retardantes al fuego u otros materiales aislantes que apruebe el Departamento, en los espesores necesarios para obtener los tiempos mínimos de resistencia al fuego establecidos en el artículo anterior.

**Artículo 120.** Los elementos estructurales de madera de las edificaciones de riesgo mayor, deberán protegerse por medio de aislantes o retardantes al fuego que sean capaces de garantizar los tiempos mínimos de resistencia al fuego establecido en esta Sección, según el tipo de edificación.

Los elementos sujetos a altas temperaturas, como tiros de chimeneas, campanas de extracción o ductos que puedan conducir gases a más de 80 C deberán distar de los elementos estructurales de madera un mínimo de 60 cm. En el espacio comprendido en dicha separación deberá permitirse la circulación del aire.

**Artículo 121.** Las edificaciones de riesgo menor con excepción de los edificios destinados a habitación, de hasta cinco niveles, deberán contar en cada piso con extintores contra incendio adecuados al tipo de incendio que pueda producirse en la construcción, colocados en lugares fácilmente accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación de tal manera que su acceso, desde cualquier punto del edificio, no se encuentre a mayor distancia de 30 m.

**Artículo 122.** Las edificaciones de riesgo mayor deberán disponer, además de lo requerido para las de riesgo menor a que se refiere el artículo anterior, de las siguientes instalaciones, equipos y medidas preventivas:

I Redes de hidrantes, con las siguientes características:

a) Tanques o cisternas para almacenar agua en proporción a cinco litros por metro cuadrado construido, reservada exclusivamente a surtir a la red interna para combatir incendios. La capacidad mínima para este efecto será de veinte mil litros;

b) Dos bombas automáticas autocebantes cuando menos, una eléctrica y otra con motor de combustión interna, con succiones independientes para surtir a la red con una presión constante entre 2.5 y 4.2 kilogramos/cm<sup>2</sup>;

c) Una red hidráulica para alimentar directa y exclusivamente las mangueras contra incendio, dotadas de toma siamesa de 64 mm. de diámetro con válvulas de no retorno en ambas entradas, 7.5 cuerdas por cada 25 mm., cople movible y tapón macho. Se colocará por lo menos una toma de este tipo en cada fachada y, en su caso, una a cada 90 m. lineales de fachada, y se ubicará al paño del alineamiento a un metro de altura sobre el nivel de la banquetta. Estará equipada con válvula de no retorno, de manera que el agua que se inyecte por la toma no penetre a la cisterna; la tubería de la red hidráulica contra incendio deberá ser de acero soldable o fierro galvanizado C-40, y estar pintadas con pintura de esmalte color rojo;

d) En cada piso, gabinetes con salidas contra incendios dotados con conexiones para mangueras, las que deberán ser en número tal que cada manguera cubra una área de 30 m. de radio y su separación no sea mayor de 60 m. Uno de los gabinetes estará lo más cercano posible a los cubos de las escaleras;

e) Las mangueras deberán ser de 38 mm. de diámetro, de material sintético, conectadas permanente y adecuadamente a la toma y colocarse plegadas para facilitar su uso. Estarán provistas de chillones de neblina, y

f) Deberán instalarse los reductores de presión necesarios para evitar en cualquier toma de salida para manguera de 38 mm. se exceda la presión de 4.2 kg./cm<sup>2</sup>, y



**II Simulacros de incendios,** cada seis meses, por los menos, en los que participen los empleados y, en los casos que señalen las Normas Técnicas Complementarias, los usuarios o concurrentes. Los simulacros consistirán en prácticas de salida de emergencia, utilización de los equipos de extinción y formación de brigadas contra incendio, de acuerdo con lo que establezca el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El Departamento podrá autorizar otros sistemas de control de incendio, como rociadores automáticos de agua, así como exigir depósitos de agua adicionales para las redes hidráulicas contra incendios en los casos que lo considere necesario, de acuerdo con lo que establezcan las Normas Técnicas Complementarias.

**Artículo 123.** Los materiales utilizados en recubrimientos de muros, cortinas, lambrines y falsos plafones deberán cumplir con los índices de velocidad de propagación del fuego que establezcan las Normas Técnicas Complementarias.

**Artículo 124.** Las edificaciones de más de diez niveles deberán contar, además de las instalaciones y dispositivos señalados en esta Sección, con sistemas de alarma contra incendio, visuales y sonoros independientes entre sí.

Los tableros de control de estos sistemas deberán localizarse en lugares visibles desde las áreas de trabajo del edificio, y su número al igual que el de los dispositivos de alarma, será fijado por el Departamento.

El funcionamiento de los sistemas de alarma contra incendio, deberá ser probado, por lo menos, cada sesenta días naturales.

**Artículo 125.** Durante las diferentes etapas de la construcción de cualquier obra, deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar los incendios y, en su caso, para combatirlo mediante el equipo de extinción adecuado.

Esta protección deberá proporcionarse tanto al área ocupada por la obra en sí como a las colindancias, bodegas, almacenes y oficinas.

El equipo de extinción deberá ubicarse en lugares de fácil acceso, y se identificará mediante señales, letreros o símbolos claramente visibles.

**Artículo 126.** Los elevadores para público en las edificaciones deberán contar con letreros visibles desde el vestíbulo de acceso al elevador, con la leyenda escrita:

"En caso de incendio, utilice la escalera".

Las puertas de los cubos de escaleras deberán contar con letreros en ambos lados, con la leyenda escrita: "Esta puerta debe permanecer cerrada".

**Artículo 127.** Los ductos para instalaciones, excepto los de retorno de aire acondicionado, se prolongarán y ventilarán sobre la azotea más alta a que tengan acceso. Las puertas o registros serán de materiales a prueba de fuego y deberán cerrarse automáticamente.

Los ductos de retorno de aire acondicionado, estarán protegidos en su comunicación con los plafones que actúen como cámaras plenas, por medio de compuertas o persianas provistas de fusibles y construidas en forma tal que se cierren automáticamente bajo la acción de temperaturas superiores a 60°C.

**Artículo 128.** Los tiros o tolvas para conducción de materiales diversos, ropa desperdicios o basura, se prolongarán por arriba de las azoteas. Sus compuertas o buzones deberán ser capaces de evitar el paso del fuego o de humo de un piso a otro del edificio y se construirán con materiales a prueba de fuego.

**Artículo 129.** Se requerirá el Visto Bueno del Departamento para emplear recubrimientos y decorados inflamables en las circulaciones generales y en las zonas de concentración de personas dentro de las edificaciones de riesgo mayor.

En los locales de los edificios destinados a estacionamiento de vehículos, quedarán prohibidos los acabados o decoraciones a base de materiales inflamables, así como el almacenamiento de líquidos o materias inflamables o explosivas.

**Artículo 130.** Los plafones y sus elementos de suspensión y sustentación se construirán exclusivamente con materiales cuya resistencia al fuego sea de una hora por lo menos.

En caso de plafones falsos, ningún espacio comprendido entre el plafón y la losa se comunicará directamente con cubos de escaleras o de elevadores.

Los cancelles que dividan áreas de un mismo departamento o local podrán tener una resistencia al fuego menor a la indicada para muros interiores divisorios en el artículo 118 de este Reglamento, siempre y cuando no produzcan gases tóxicos o explosivos bajo la acción del fuego.

**Artículo 131.** Las chimeneas deberán proyectarse de tal manera que los humos y gases sean conducidos por medio de un tiro directamente al exterior en la parte superior de la edificación, debiendo instalarse la salida a una altura de 1.50 m., sobre el nivel de la azotea; se diseñarán de tal forma que periódicamente puedan ser deshollinadas y limpiadas.

Los materiales inflamables que se utilicen en la construcción y los elementos decorativos, estarán a no menos de sesenta centímetros de las chimeneas y en todo caso, dichos materiales se aislarán por elementos equivalentes en cuanto a resistencia al fuego.

**Artículo 132.** Las campanas de estufas o fogones excepto de viviendas unifamiliares, estarán protegidas por medio de filtros de grasa entre la boca de la campana y su unión con la chimenea y por sistemas contra incendio de operación automática o manual.

**Artículo 133.** En los pavimentos de las áreas de circulaciones generales de edificios, se emplearán únicamente materiales a prueba de fuego, y se deberán instalar letreros prohibiendo la acumulación de elementos combustibles y cuerpos extraños en éstas.

**Artículo 134.** Los edificios e inmuebles destinados a estacionamiento de vehículos deberán contar, además de las protecciones señaladas en esta sección, con areneros de doscientos litros de capacidad colocados a cada 10 m., en lugares accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación. Cada arenero deberá estar equipado con una pala.

No se permitirá el uso de materiales combustibles o inflamables en ninguna construcción o instalación de los estacionamientos.

**Artículo 135.** Las casetas de proyección en edificaciones de entretenimiento tendrán su acceso y salida independientes de la sala de función; no tendrán comunicación con ésta; se ventilarán por medios artificiales y se construirán con materiales incombustibles.

**Artículo 136.** El diseño, selección, ubicación e instalación de los sistemas contra incendio en edificaciones de riesgo mayor, según la clasificación del artículo 117, deberá estar avalada por un Corresponsable en instalaciones en el área de seguridad contra incendios de acuerdo con lo establecido en el artículo 47 de este Reglamento

**Artículo 137.** Los casos no previstos en esta sección, quedarán sujetos a las disposiciones que al efecto dicte el Departamento.

### SECCION TERCERA

#### DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y PROTECCION

**Artículo 138.** Los locales destinados a la guarda y exhibición de animales y las edificaciones de deportes y recreación, deberán contar con rejas y desniveles para protección al público, en el número, dimensiones mínimas, condiciones de diseño y casos de excepción que establezcan las Normas Técnicas Complementarias.

**Artículo 139.** Los aparatos mecánicos de ferias deberán contar con rejas o barreras de por lo menos 1.20 m. de altura, en todo su perímetro a una distancia de por lo menos 1.50 m. de la proyección vertical de cualquier giro o movimiento de aparato mecánico.

**Artículo 140.** Los locales destinados al depósito o venta de explosivos y combustibles deberán cumplir con lo que establezcan las Normas Técnicas Complementarias, las autoridades que correspondan al tipo de explosivo o combustible, y la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos.

**Artículo 141.** Las edificaciones deberán estar equipadas con sistemas pararrayos en los casos y bajo las condiciones que se determinen en las Normas Técnicas Complementarias.

**Artículo 142.** Los vidrios, ventanas, cristales y espejos de piso a techo, en cualquier edificación deberán contar con barandales y manguetes a una altura de 0.90 m. del nivel del piso, diseñados de manera que impidan el paso de niños a través de ellos, o estar protegidos con elementos que impidan el choque del público contra ellos.

**Artículo 143.** Las edificaciones señaladas en este artículo deberán contar con un local de servicio médico consistente en un consultorio con mesas de exploración, botiquín de primeros auxilios y un sanitario con lavabo y excusado.

TIPO DE EDIFICACION	NUMERO MINIMO DE MESAS DE EXPLORACION
---------------------	---------------------------------------

De educación elemental de más de 500 ocupantes	Una por cada 500 alumnos o fracción, a partir de 501.
Deportes y recreación de más de 10,000 concurrentes (excepto centros deportivos)	Una por cada 10,000 concurrentes.
Centros deportivos de más de 1000 concurrentes	Una por cada 1000 concurrentes
De alojamiento de 100 cuartos o más	Una por cada 100 cuartos o fracción, a partir de 101.
Industrias de más de 50 trabajadores	Una por cada 100 trabajadores o fracción, a partir de 51

**Artículo 144.** Las albercas deberán contar, en todos los casos, con los siguientes elementos y medidas de protección:

I Andadores a las orillas de la alberca con anchura mínima de 1.50 m., con superficie áspera o de material antiderrapante, construidos de tal manera que se eviten los encharcamientos;

II Un escalón en el muro perimetral de la alberca en las zonas con profundidad mayor de 1.50 m., de 10 cm. de ancho a una profundidad de 1.20 m. con respecto a la superficie del agua de la alberca;

III En todas las albercas donde la profundidad sea mayor de 90 cm. se pondrá una escalera por cada 23 m. lineales de perímetro. Cada alberca contará con un mínimo de dos escaleras;

IV Las instalaciones de trampolines y plataformas reunirán las siguientes condiciones:

a) Las alturas máximas permitidas serán de 3.00 m. para los trampolines y de 10.00 m. para las plataformas;

b) La anchura de los trampolines será de 0.50 m. y la mínima de la plataforma de 2.00 m. La superficie en ambos casos será antiderrapante;

c) Las escaleras para trampolines y plataformas deberán ser de tramos rectos, con escalones de material antiderrapante, con huellas de 25 cm. cuando menos y peraltes de 18 cm. cuando más. La suma de una huella y de dos peraltes será cuando menos de 61 cm., y de 65 cm. cuando más;

d) Se deberán colocar barandales en las escaleras y en las plataformas a una altura de 90 cm. en ambos lados y, en estas últimas, también en la parte de atrás;

e) La superficie del agua deberá mantenerse agitada en las albercas con plataforma, a fin de que los clavadistas la distingan claramente;

f) Normas para trampolines: