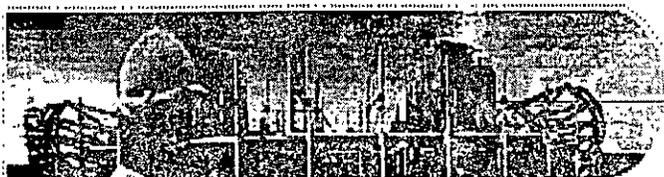




FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



000

...: Ingeniería de Civil

# CURSOS ABIERTOS

## INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS CA 51

TEMA

### INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

**EXPOSITOR: M. S. P. RAFAEL LÓPEZ RUIZ**  
**DEL 15 AL 18 DE AGOSTO DE 2005**  
**PALACIO DE MINERÍA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL TOPOGRÁFICA Y GEODESICA**

**LA INGENIERÍA SANITARIA EN EL DISEÑO DE:  
INSTALACIONES  
HIDRAULICAS SANITARIAS  
Y DE GAS EN EDIFICACIONES**

MSP RAFAEL LÓPEZ RUIZ

# INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

## CAPITULO I GENERALIDADES

- I.1 INSTALACIONES EN EDIFICIOS
- I.2 DEFINICIONES
- I.3 RELACIÓN CON LA SALUD PUBLICA
- I.4 SISTEMA HIDROSANITARIO
- I.5 PLANOS
- I.6 TRAZO DE LAS REDES Y PROYECTOS
- I.7 EDIFICIOS INTELIGENTES
- I.8 SIMBOLOGÍA
- I.9 ISOMÉTRICO DE CONEXIONES Y JUEGOS DE CONEXIONES
- I.10 NOMENCLATURA PARA PROYECTOS DE INSTALACIONES

El avance y modernización de la construcción, el aumento de requerimientos del bienestar humano han propiciado que las nuevas edificaciones deban contar con una serie de instalaciones cada vez más complejas que deben adaptarse según el uso del edificio, llegándose al extremo de lo que actualmente se ha dado en llamar "edificios inteligentes". Sin embargo el avance de la tecnología y las ideas modernas están desintegrando a la familia, por lo que debe propiciarse una vivienda adecuada que propicie la unión familiar, siendo necesario pugnar porque todo tipo de edificación cuente con instalaciones que permitan que los edificios habitación unifamiliar o multifamiliar cuenten con las instalaciones mínimas para que estos cumplan con sus funciones básicas de proporcionar condiciones que satisfagan las **necesidades fisiológicas y psicológicas** fundamentales del ser humano que las habite, además que permitan **evitar accidentes** en baños, pasillos, escaleras, cocina e instalaciones

Este documento pretende dar a conocer las condiciones que deben llenar las instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas en las edificaciones para ello se requiere conocer la normatividad, las especificaciones de materiales, equipos, muebles sanitarios, requisitos prácticos de instalación, y los procedimientos de diseño y cálculo

### I.1 INSTALACIONES EN EDIFICIOS

Las instalaciones que se estudiarán en este libro son muy importantes, pero no son las únicas, por lo que es necesario conocer cuales otras se van a instalar, ya que pueden ir por los mismos trazos, ductos o soportes y en el caso de que no se realice una coordinación adecuada entre los diversos proyectistas durante el estudio y el proyecto pueden interferirse durante el periodo de construcción.

Las principales instalaciones que requieren las edificaciones son las siguientes:

#### 1 - AGUA POTABLE

- Fría
- Caliente
- Riego
  - Hidrantes
  - Aspersión
  -
- Incendio
  - Extintores
  - Hidrantes
  - Boquillas
- Vapor
- Alberca

- Fuentes ornamentales
- Refrigeración
- Aire acondicionado

- 2 - FILTRO DOMESTICO
- 3 - AGUAS RESIDUALES O NEGRAS
- 4 - LETRINAS
- 5 - FOSAS SÉPTICAS
- 6 - AGUA DE LLUVIA
- 7 - TANQUE DE TORMENTAS
- 8 - ESPECIALES (instituciones de salud)
  - Oxido nitroso
  - Oxígeno
  - Aire a presión
  - Aire a succión
  - Incineración
- 9 - COMBUSTIBLE (DIESEL O PETRÓLEO)
- 10 - GAS LP O NATURAL
- 11 - AIRE ACONDICIONADO
- 12 - BASURAS
- 13 - ELECTRICIDAD
- 14 - TELEFONÍA
- 15 - INTERFONO
- 16 - ELEVADORES
- 17 - ESCALERAS ELÉCTRICAS
- 18 - ACÚSTICA
- 19 - PORTERO ELÉCTRICO
- 20 - PERIFONEO
- 21 - RED COMUNICACIÓN INTERNA
- 22 - TELEVISIÓN
- 23 - SONIDO AMBIENTAL
- 24 - RED DE COMPUTO
- 25 - PARARRAYOS
- 26 - SEÑALIZACIÓN AÉREA

**1.2 DEFINICIONES**

Se presentan definiciones para algunas palabras que no son de uso común

- A. AGUA
- ADEMAR - Apuntalar, entibar en excavaciones
- ABIÓTICO.- Que no tiene vida
- AEROBIOS - Seres microscópicos que necesitan de oxígeno para vivir
- AIREAR - Poner en contacto con el aire
- ALBAÑAL - Conducto de desagüe de las aguas residuales de un predio a la red

- de alcantarillado
- ALJIBE - Depósito natural o artificial que recibe y almacena agua de lluvia
- ANAEROBIOS - Seres microscópicos que no necesitan el oxígeno libre para sus procesos vitales
- ATARJEA - Conducto cerrado que se coloca enterrado a lo largo de las calles, y que recibe las descargas de los albañales
- BIÓTICO.- Que tiene vida
- CISTERNA - Depósito artificial cubierto, destinado a recolectar agua potable de la red municipal, de la cual se puede bombear al edificio.
- COLECTOR - Tubería general de un alcantarillado que puede recibir las aguas residuales procedentes de las atarjeas, de los albañales o de los subcolectores
- ENTARQUINAR - Inundar un terreno.
- FOSA SÉPTICA - Depósito artificial que recibe el agua procedente de los albañales en localidades que no existe sistema de alcantarillado, la cual representa un tratamiento
- LETRINA SANITARIA - Instalación que cuenta con pozo para depositar la excreta, se utiliza en predios con edificios que no tienen instalación de agua entubada
- REGISTRO (CAJA DE).- Caja construida de mampostería en los albañales para recibir descargas, para cambios de dirección y a una distancia máxima 10 metros, en los tramos rectos.
- B. GAS
- BUTANO - Hidrocarburo gaseoso empleado como combustible, se distribuye en forma líquida (a presión) en recipientes metálicos con resistencia a dicha presión
- COMBURENTE - Gas en cuya presencia se puede producir la combustión Ejemplos el aire y el oxígeno
- COMBUSTIBLE - Que puede arder con facilidad, puede ser sólido, líquido o gaseoso
- COMBUSTIÓN - Acción y efecto de quemar o de arder un combustible en presencia de un comburente
- GAS L.P.- Combustible de alto poder calorífico, compuesto de una mezcla principalmente de gases propano y butano (licuado de petróleo)
- GAS NATURAL - Combustible que se encuentra en forma natural en los campos petrolíferos, compuesto por una mezcla de los gases metano y etano
- EBULLICIÓN - Efecto de hervir mediante un incremento de temperatura, hervir.
- INFLAMABLE - Sustancia o material que hace combustión fácilmente
- HIDROCARBUROS - Compuestos formados exclusivamente por elementos, hidrógeno y carbono
- MERCAPTANO - Hidrocarburo que sirve para odorizar el gas L.P. y al gas natural para hacer notar su presencia por ser estos gases incoloros
- PETRÓLEO - Constituido por mezcla de hidrocarburos y otros compuestos
- VAPORIZACIÓN - Transformación de un líquido a vapor o a gas

**1.3 RELACIÓN CON LA SALUD PUBLICA**

Los índices de MORBILIDAD (número de enfermos entre el número de habitantes) de cualquier localidad, entidad federativa o en su caso del país entero, relativos a las enfermedades transmisibles correspondientes al aparato digestivo están influenciados por la presencia, ausencia, cantidad y calidad del agua que se utiliza para el consumo humano, así como por el sistema de desalojo de la excreta (excremento y orina) humanas, lo anterior se ha demostrado en poblaciones que no contaban con servicios de agua entubada y alcantarillado, se ha demostrado que al instalarse estos disminuye la morbilidad ya que al contarse en las viviendas con **agua de calidad potable, en cantidad suficiente, en el lugar adecuado y en el momento que se necesita**, se mejora la higiene de quienes las habitan, pudiendo lavarse las manos, utensilios, ropa y aseo personal y se pueden desalojar las excreta a través del albañal hacia el alcantarillado evitando que se contamine el agua, el suelo, y los alimentos, además evitar que la fauna nociva entre en contacto con ella, lo que ayuda para evitar que se presenten enfermedades transmisibles

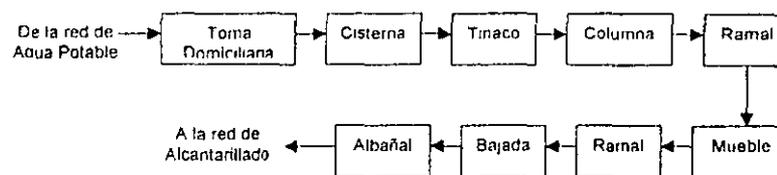
Las instalaciones de gas abastecidas en forma continua permiten que los habitantes puedan contar con alimentos calientes preparados, hervir la leche y el agua, bañarse con agua caliente lo que mejora la higiene personal en las zonas frías y en el invierno, al utilizar este combustible, se logra además evitar la destrucción de los bosques y proteger la salud de las personas que habitan una vivienda al evitar accidentes por intoxicación con monóxido de carbono al quemar carbón o madera en locales cerrados (ya que el monóxido no tiene olor y al respirarlo sustituye al oxígeno en la sangre, lo que ocasiona flojera, sueño y finalmente la muerte)

**1.4 SISTEMA HIDROSANITARIO**

En las edificaciones, el suministro de agua potable generalmente proviene del servicio municipal, mediante una red de distribución o de un pozo concesionado, a partir de la toma domiciliar se inicia el sistema hidrosanitario mediante una tubería que conduce el agua a la cisterna (acometida) de donde se bombea al tinaco o puede llegar directamente de la toma domiciliar al tinaco, este se conecta a la "red hidráulica", por la cual el agua llega a los muebles y aparatos sanitarios. El agua utilizada en dichos aditamentos se desaloja por la "red sanitaria", hasta llegar al albañal, de ahí es desalojada a la red de alcantarillado municipal o a una fosa séptica (Figura 1 1) Hay que recordar que el caudal del efluente siempre será menor o igual al caudal del influente ( $Q_{\text{efluente}} \leq Q_{\text{influyente}}$ ) pero nunca mayor.



a.- Presentación general



b - Presentación detallada

Figura 1 Sistema hidrosanitario en edificaciones

**1.5 PLANOS**

Los planos deben presentarse en planta, corte y en isométrico, para dar mayor objetividad y enseñarse a observar con cierta facilidad pero con exactitud, tanto conexiones como juegos de conexiones en isométrico, es necesario tener presentes las condiciones siguientes: Los isométricos se levantan a 30° con respecto a una línea horizontal tomada como referencia, en tanto, el observador siempre deberá ubicarse formando un ángulo de 45° con respecto a la o las tuberías que se tomen como punto de partida para tal fin.

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

En las instalaciones hidráulicas y sanitarias en general, se tienen normalmente

derivaciones a 45 y 90°, aunque hay necesidad de hacer hincapié que en grandes obras de abastecimiento de agua fría, principalmente las armadas con conexiones bridadas, se dispone de codos con ángulos de 90, 45, 22.5 y 11.25°

Por lo anterior, podrían desglosarse los isométricos en tres casos específicos

1 - Cuando todas las derivaciones son a 90°, los isométricos se levantan con sólo trazar paralelas a los tres catetos marcados con línea gruesa de un cubo en isométrico

2 - Cuando existen derivaciones a 45°, hay necesidad de trazar paralelas con respecto a las diagonales marcadas con líneas punteadas

3 - Cuando se tienen derivaciones o cambios de dirección a 22.5 y 11.25°, hay necesidad de intercalar la línea entre las derivaciones a 90 y 45° para darle forma aproximada al isométrico definitivo

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

En el inciso 1.9 se presentan detalles y ejemplos de isométricos

## 1.6 TRAZO DE LAS REDES Y PROYECTOS

Para el trazo de las redes generales se deberán seguir dentro de lo posible, las indicaciones siguientes:

1. Deben ir por circulaciones del edificio para facilitar los trabajos de mantenimiento
2. Las trayectorias deberán ser paralelas a los ejes principales de la estructura
3. No deben pasar por habitaciones, ya que se pueden ocasionar trastornos de consideración en caso de fugas o trabajos de mantenimiento
4. No pasarlas sobre equipos eléctricos, ni por lugares que puedan ser peligrosos para los operarios al hacer trabajos de mantenimiento
5. Las tuberías verticales deberán proyectarse por los ductos determinados con el arquitecto y con los proyectistas de otras instalaciones, evitando los cambios de dirección innecesarios
6. Las redes generales de las instalaciones hidráulicas deberán proyectarse paralelas y agrupadas, formando una sola "cama de tuberías"

7. Si abajo de la planta baja existe un sótano, las líneas principales que alimentan a esos pisos son comunes para ambos y van entre el plafond del sótano y la losa de planta baja, mostrándose en el plano del sótano con la indicación de "Tuberías por plafond" y ya no se muestra ninguna línea general en el plano de planta baja
8. Si el edificio no tiene sótano, las redes principales que alimenta la planta baja, o la planta baja y al primer piso en caso de existir este, van entre el plafond de la planta baja y la losa de la azotea o la losa del primer piso, dibujándose en el plano de la planta baja con la indicación de "Tuberías por plafond", y ya no se muestra ninguna línea principal en el plano del primer piso
9. En caso de que existan pisos arriba del primer piso, las líneas generales van entre el plafond del piso inferior y la losa del piso que se proyecta, dibujándose en el plano de su piso

No es posible hacer proyectos tipo de instalaciones, ya que cada edificio es único, una vez que se presentan los planos al proyectista debe incluirse, ubicación del predio, distribución, uso y características de las distintas zonas, tipo de uso y cantidad de usuarios

Un buen proyectista analizará las características de su obra y de acuerdo a ellas presentará en su proyecto la solución óptima, esto es "un traje a la medida" que deberá implicar lo siguiente: 1. Las mejores características de operación 2. El mejor aprovechamiento de la energía, 3. El mejor equipo y material para su obra (duración, mantenimiento), 4. El mínimo costo posible (óptimo)

Deberá elaborar planos (planta, elevación e isométrico), memorias de cálculo y cuantificación de la obra, que permitirán concursar un proyecto

## 1.7 EDIFICIOS INTELIGENTES

Se considera como Edificio Inteligente (automatizado o computarizado), aquél que posee un diseño adecuado que maximiza la funcionalidad y eficiencia para los ocupantes, permitiendo la incorporación y/o modificación de los elementos necesarios para el desarrollo de la actividad cotidiana, con la finalidad de lograr un costo mínimo de ocupación y extender su ciclo de vida, garantizando una mayor productividad estimulada por un ambiente de máximo confort.

Bajo esta definición se pueden extraer las principales características de un Edificio Inteligente (automatizado o computarizado).

### 1 -DISEÑO.

Debe ser altamente adaptable a las actuales y futuras necesidades de usuario, sin

necesidad de extensas y costosas renovaciones, considerando la economía y planificación de espacios desde un inicio

2 -FLEXIBILIDAD

Debe ser capaz de incorporar nuevos o futuros servicios, así como modificar la distribución física de los departamentos como de personas, sin perder el nivel de servicios disponibles y empleando la mayor modularidad posible.

3 -INTEGRACIÓN

Permite una mejor rentabilidad y administración de los sistemas del edificio y, actualmente, se dividen en cinco áreas principales

- a) Automatización del Edificio
- b) Automatización de la actividad
- c) Telecomunicaciones
- d) Planificación ambiental
- e) Servicios compartidos

4.-CONFORT-PRODUCTIVIDAD

Es indispensable elevar la calidad de vida de los trabajadores a través de ambientes adecuados que proporcionen niveles suficientes de luz, temperatura, acústica, etc, con la finalidad de incrementar la productividad y creatividad de los empleados

Como puede observarse, un Edificio Inteligente (automatizado o computarizado) interactúa con diversos sistemas a través de sensores y dispositivos de retroalimentación que le indican (es decir, siente) cómo está funcionando el Edificio, cómo es el clima, si es de día o de noche, etcétera y, con base en ello, toma la decisión pertinente para mantenerse a una temperatura agradable, con un nivel de iluminación adecuada, y destacar si la seguridad de alguna área ha sido violada, si existe algún conato de incendio en algún punto específico, si algún equipo requiere mantenimiento, o bien, determina si la cantidad de energía eléctrica está excediendo el límite permitido o lo adecua, o si se trata de un peligro inminente realiza lo necesario para una evacuación inmediata, tal como activar vocero de emergencia, liberar puertas de emergencia, detener elevadores, iluminar áreas pertinentes, etc (es decir "reacciona")

Asimismo, un Edificio Inteligente (computarizado o automatizado) está en contacto con otros Edificios a través de redes LAN, WAN, fax, teléfono, etc, permitiendo una comunicación libre y completa hacia el exterior

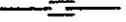
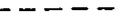
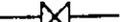
Es evidente que para dotar de inteligencia a un Edificio es necesario la colaboración y coordinación de diferentes disciplinas como son la Arquitectura, Ingeniería Civil, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Eléctrica, Diseñadores, etc, desde el inicio del proyecto, para obtener un resultado satisfactorio.

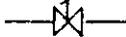
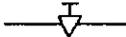
Finalmente, un Edificio Inteligente (automatizado o computarizado) trae como consecuencia una administración más fácil y eficiente logrando optimizar los costos de operación y la recuperación de la inversión

1.8 SIMBOLOGÍA

1 TUBERÍAS

- - - - -	ALIMENTACIÓN GENERAL DE AGUA FRÍA (DE LA TOMA A TINACOS O A CISTERNAS)
- . . . . .	TUBERÍA DE AGUA FRÍA
- - - - -	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE
— R — R —	TUBERÍA DE RETORNO DE AGUA CALIENTE
— V — V —	TUBERÍA DE VAPOR
— C — C —	TUBERÍA DE CONDENSADO
— AD — AD —	TUBERÍA DE AGUA DESTILADA
—   —   —	TUBERÍA DE SISTEMA CONTRA INCENDIO
— G — G —	TUBERÍA QUE CONDUCE GAS
— D — D —	TUBERÍA QUE CONDUCE DIESEL
—     —	PUNTAS DE TUBERÍAS UNIDAS CON BRIDAS
— X —	PUNTAS DE TUBERÍAS UNIDAS CON SOLDADURA

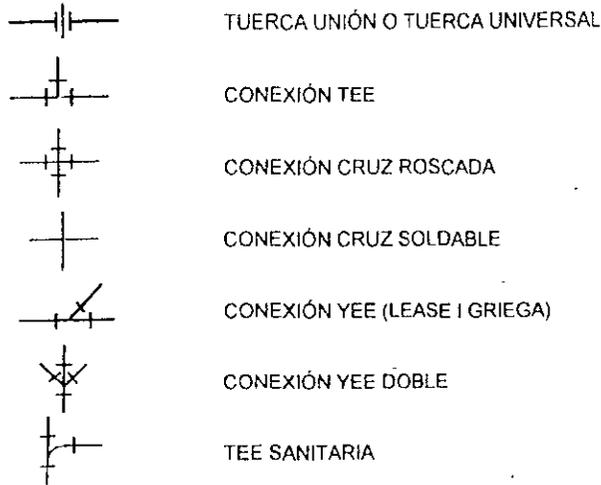
	PUNTA DE TUBERÍA DE ASBESTO-CEMENTO Y EXTREMIDAD DE FoFo, UNIDAS CON "JUNTA GIBAULT"
	PUNTAS DE TUBERÍAS DE ASBESTO CEMENTO UNIDAS CON "JUNTA GIBAULT" (SE HACE EN REPARACIÓN DE TUBERÍAS FRACTURADAS)
	PUNTA DE TUBERÍA CON TAPÓN CAMPANA, TAMBIÉN CONOCIDO COMO TAPÓN HEMBRA
	PUNTA DE TUBERÍA CON TAPÓN MACHO
	EXTREMO DE TUBO DE FoFo (CAMPANA), CON TAPÓN REGISTRO
	DESAGUES INDIVIDUALES
	EXTREMIDAD DE FoFo
	DESAGUES O TUBERÍAS EN GENERAL DE FoFo
	TUBO DE FoFo DE UNA CAMPANA
	TUBO DE FoFo DE DOS CAMPANAS
	TUBERÍA DE ALBAÑAL DE CEMENTO
	TUBERÍA DE ALBAÑAL DE BARRO VITRIFICADO
<b>2 VÁLVULAS</b>	
	VALVULA DE GLOBO (ROSCADA O SOLDABLE)

	VÁLVULA DE COMPUERTA (ROSCADA O SOLDABLE)
	VÁLVULA DE COMPUERTA (BRIDADA)
	VÁLVULA DE COMPUERTA DE CIERRE Y APERTURA RÁPIDOS
	VÁLVULA DE COMPUERTA (SÍMBOLO UTILIZADO PARA PROYECTOS EN PLANTA, EN LOS CASOS EN QUE DICHA VÁLVULA DEBA MARCARSE EN TUBERÍAS VERTICALES)
	VÁLVULA CHECK
	VÁLVULA CHECK COLUMPIO (EN DESCARGAS DE BOMBAS)
	VÁLVULA MACHO O DE ACOPLAMIENTO

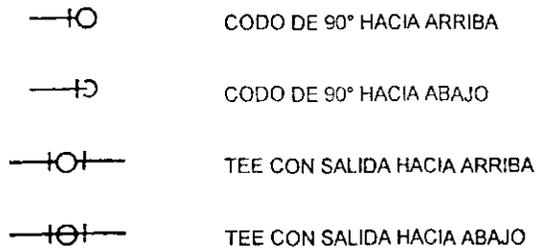
La mayoría de las personas que se inician en el conocimiento de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, tienen dificultad en la interpretación de la simbología, principalmente cuando éstas se presentan en planta y en isométrico, por ello a continuación como ejercicio se presentan algunas conexiones sencillas y algunas combinaciones o juegos de conexiones, lo que permitirá familiarizarse con ella

**3 CONEXIONES EN ELEVACIÓN**

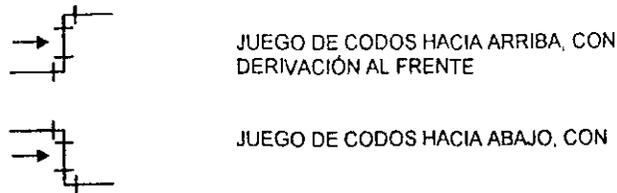
	CODO DE 45°
	CODO DE 90°



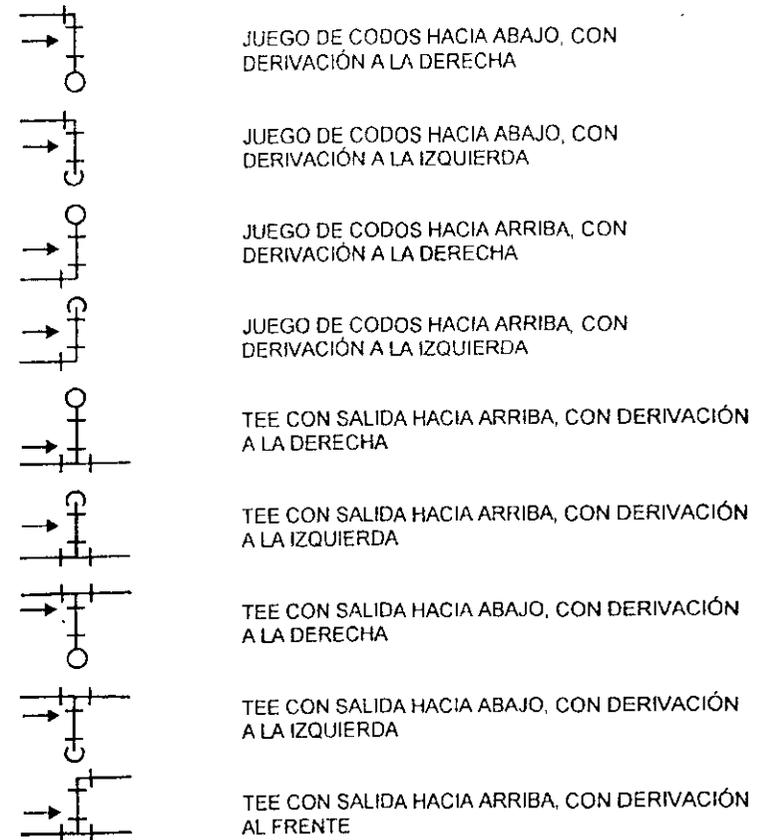
4 CONEXIONES VISTAS EN PLANTA



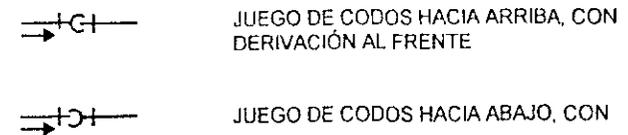
5 JUEGOS DE CONEXIONES VISTAS EN ELEVACIÓN



DERIVACIÓN AL FRENTE



6 JUEGOS DE CONEXIONES VISTAS EN PLANTA



DERIVACIÓN AL FRENTE



JUEGO DE CÓDOS HACIA ABAJO, CON DERIVACIÓN A LA DERECHA



JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA, CON DERIVACIÓN A LA IZQUIERDA



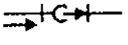
JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA, CON DERIVACIÓN A LA LA DERECHA



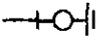
TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA, CON DERIVACIÓN A LA DERECHA



TEE CON SALIDA HACIA ABAJO, CON DERIVACIÓN A LA DERECHA



TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA, CON DERIVACIÓN AL FRENTE



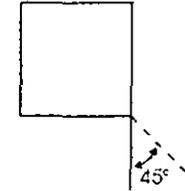
TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA, CON TAPÓN MACHO EN LA BOCA DERECHA

**1.9 ISOMÉTRICO DE CONEXIONES Y JUEGOS DE CONEXIONES**

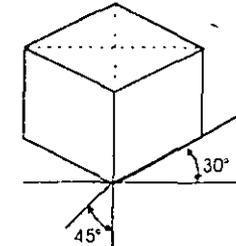
Los isométricos se levantan a 30° con respecto a una línea horizontal tomada como referencia, en tanto, el observador siempre deberá ubicarse formando un ángulo de 45° con respecto a las olas tuberías que se tomen como punto de partida para tal fin. Existen dos métodos sencillos para ayudarse a observar las conexiones y juegos de conexiones en isométrico: cubo en isométrico y la perspectiva.

a) Método del cubo en isométrico

- 1 Se dibuja un cubo en planta, ubicando al observador en un ángulo de 45° con relación al lado de dicho cubo que se va a tomar como referencia



- 2 Se traza el cubo en isométrico, conservando el observador su posición



Para observar y dibujar conexiones o juegos de conexiones en isométrico, debe considerarse:

- ❖ Cuando se tienen cambios de dirección a 90°, basta seguir paralelos a los tres catetos marcados con líneas gruesas

Como puede verse, las verticales siguen conservando su posición vertical, no así las que van o vienen a la derecha o a la izquierda del observador, que deberán trazarse a 30° con respecto a la horizontal.

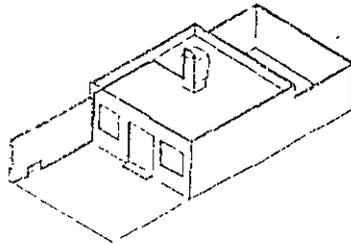
- ❖ Cuando se tienen cambios de dirección a 45°, hay necesidad de seguir paralelas a las diagonales punteadas.

En los cambios de dirección a 45°, que corresponden a las diagonales del cubo, la posición de las líneas en el isométrico es horizontal o vertical según sea el caso específico por resolver.

**b) Método de la perspectiva**

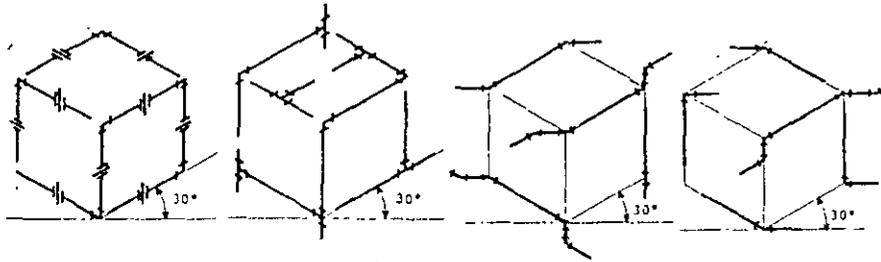
Se dibujará en isométrico la construcción en la que, para trazar el isométrico de la instalación (en este caso explicativo solo parte de la hidráulica), bastará seguir paralelas con respecto al piso, muros, azotea, límites de losas, etc

Obsérvese con detenimiento la siguiente construcción en isométrico, en donde parte de la instalación hidráulica se trazará de acuerdo al criterio anterior



Es importante en el trazo de los isométricos indicar la ubicación de codos, tuercas unión, tees, válvulas, etc

Esto se puede lograr, ayudándose con cubos en isométrico, en donde pueden mostrarse las conexiones que van hacia arriba, hacia abajo, a la derecha, a la izquierda, con cambios de dirección a 45°, a 90°, etc, así como las que van acostadas en sus diferentes posiciones, como puede verse en las siguientes figuras



A continuación se presentan las conexiones y juegos de conexiones de uso común.

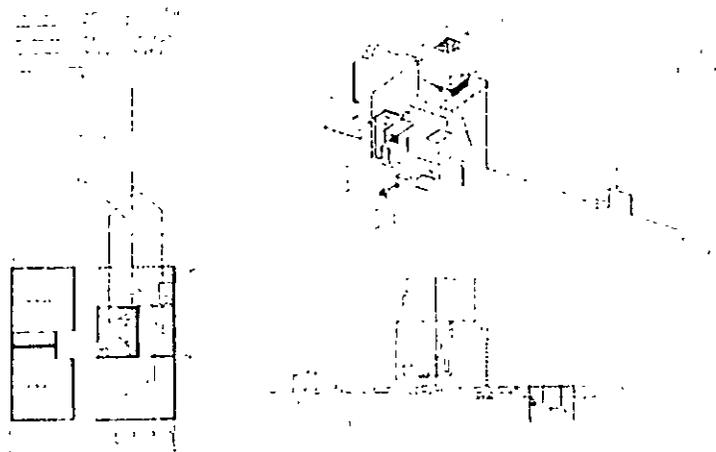
PLANTA		ISOMÉTRICO
	CODO DE 90° HACIA ARRIBA	
	CODO DE 90° HACIA ABAJO	
	TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA	
	TEE CON SALIDA HACIA ABAJO	
	JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA CON DERIVACIÓN AL FRENTE	
	JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO CON DERIVACIÓN AL FRENTE	
	JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO CON DERIVACIÓN A LA DERECHA	
	JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA CON DERIVACIÓN A LA IZQUIERDA	
	JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA CON DERIVACIÓN A LA DERECHA	
	JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO CON DERIVACIÓN CON DERIVACIÓN A LA IZQUIERDA	



**I.10 NOMENCLATURA PARA PROYECTOS DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS**

A	RAMAL DE ALBAÑAL
AL	ALIMENTACIÓN
B A N	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
B A P	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
CA	CAMA DE AIRE
C A C	COLUMNA DE AGUA CALIENTE
C A F	COLUMNA DE AGUA FRIA
C A N	COLUMNA DE AGUAS NEGRAS
CC	COLADERA CON CESPOL
C.D V	COLUMNA DOBLE VENTILACIÓN
C V	COLUMNA O CABEZAL DE VAPOR
D	DESAGUE O DESCARGA INDIVIDUAL
R A C.	RETORNO DE AGUA CALIENTE
S A C	SUBE AGUA CALIENTE
B A C	BAJA AGUA CALIENTE
S A F	SUBE AGUA FRIA
B A F	BAJA AGUA FRIA
R D R	RED DE RIEGO
T M	TOMA MUNICIPAL
T R	TAPON REGISTRO
T V	TUBERÍA DE VENTILACION
V A	VÁLVULA DE ALIVIO
V E A	VÁLVULA ELIMINADORA DE AIRE
Fo Fo	TUBERÍA DE FIERRO FUNDIDO
fo fo	TUBERIA DE FIERRO FUNDIDO
Fo Go	TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO
fo go	TUBERÍA DE FIERRO GALVANIZADO
Fo No	TUBERÍA DE FIERRO NEGRO
A C	TUBERÍA DE ASBESTO CEMENTO
R P I	RED DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Figura 1 2 ABASTECIMIENTO DOMESTICO



Planta

BAÑO TIPO

Isométrico

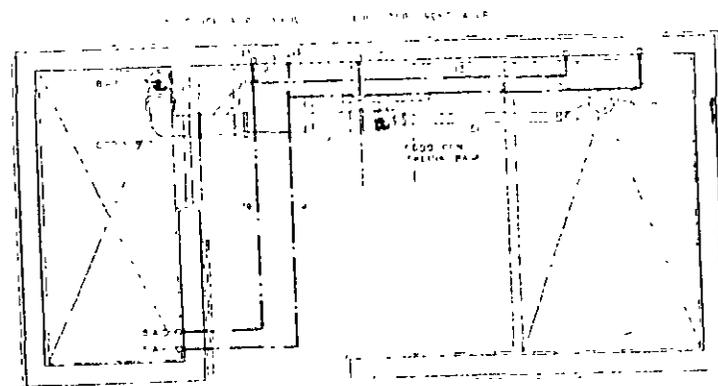
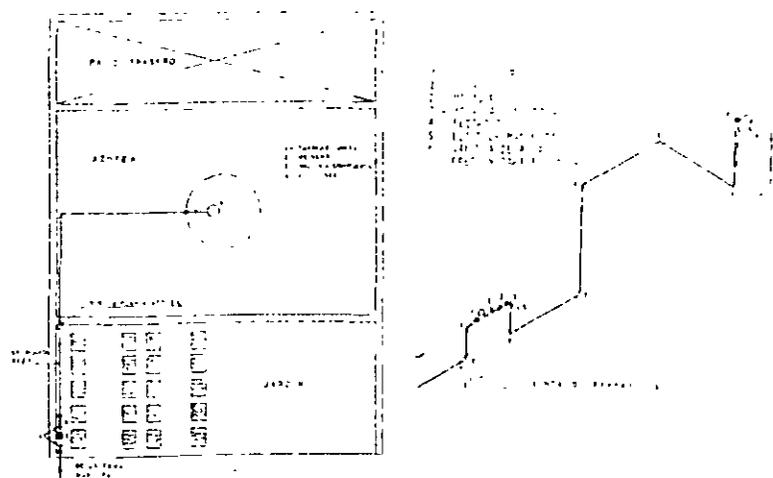
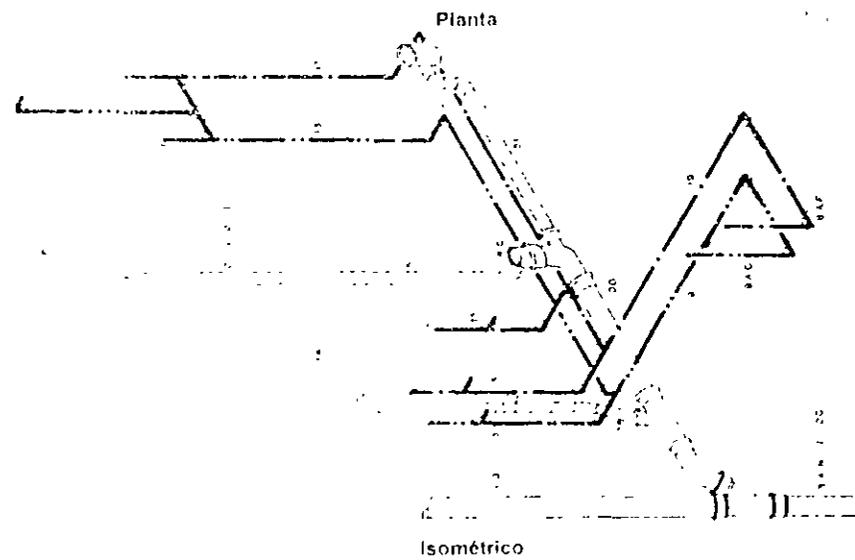


Figura 1 3 DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DE MEDIDOR Y TINACO

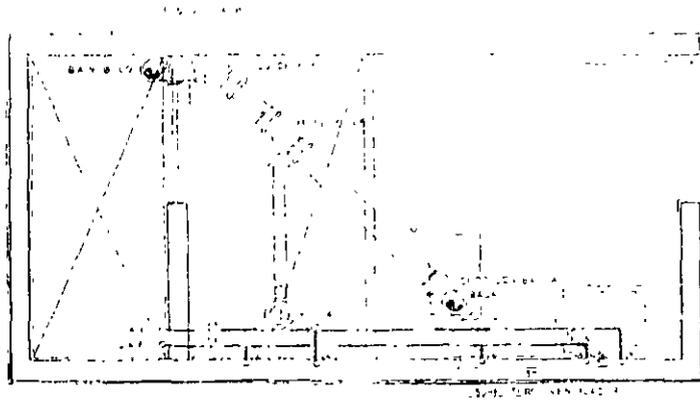


Planta

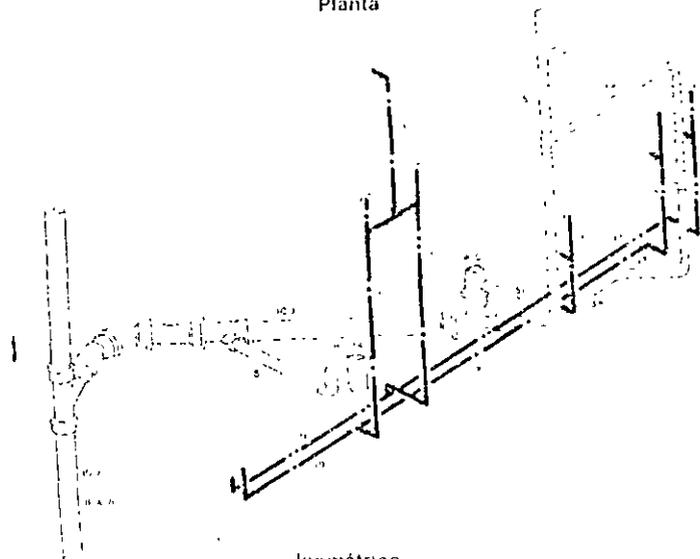
Isométrico



BAÑO TIPO

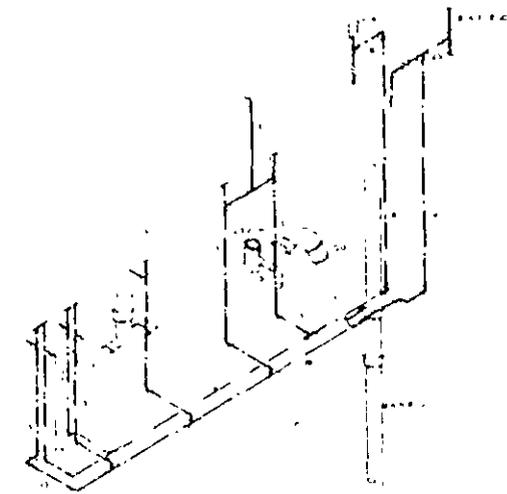
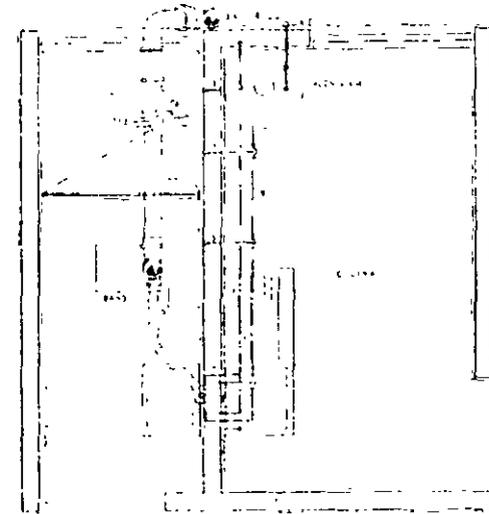


Planta



Isométrico

BAÑO TIPO

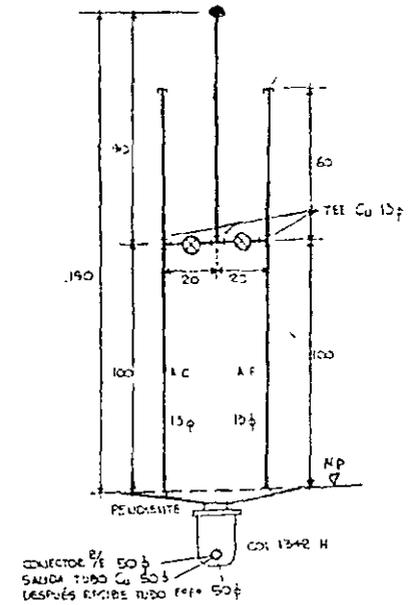
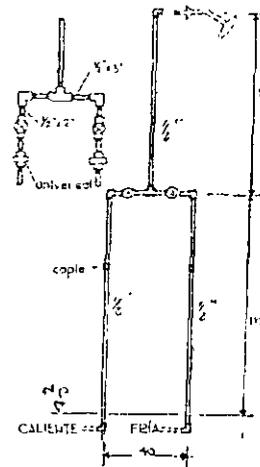


Isométrico

Isométrico  
Figura 1.4 CUADRO DE REGADERA

Datos:

Presión mínima.	0.80 kg/cm <sup>2</sup>
Demanda	10.00 l.p.m.
Valor de unid.-mueb.:	2 (privado)
	4 (público)
Diám. mm desagüe	50 (2")



**Material p/alimentación:**

- 4 codos a 90° de 1/2" c a c
- 1 tee de 1/2" c a c
- 2 niples de 1/2" c.a.c.
- 1 codo a 90° de 1/2" de cobre a hierro interior
- 2 alcayatas

Con instalación  
para absorber  
el golpe de ariete

## INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

### CAPITULO 2 INSTALACIONES DE AGUA, REGLAMENTACIÓN Y DATOS BÁSICOS

- 2.1 RELACIÓN CON EL SUMINISTRO DE AGUA
- 2.2 CONCEPTOS BÁSICOS
- 2.3 NORMATIVIDAD
- 2.4 POTABILIZACIÓN
- 2.5 TUBERÍAS
- 2.6 MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS
- 2.7 CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA
- 2.8 CONEXIONES EN TUBERÍAS

#### 2.1 RELACIÓN CON EL SUMINISTRO DE AGUA

La Ciudad de México es una de las mayores del país, cuenta con una red de suministro de agua que abastece a cerca del 90% de los habitantes, gran parte del agua utilizada es traída de otras cuencas (Lerma, Cutzamala) pero la mayor parte es obtenida de pozos, manantiales y ríos dentro del Valle de México. La población sigue creciendo y se tendrá que traer mas agua de estas y otras cuencas, por ello es necesario disminuir el consumo de agua por habitante. Se tiene establecido un programa para el "uso eficiente del agua", esto representa acciones específicas, entre ellas, la normalización y utilización de muebles sanitarios de bajo consumo, la localización y reparación de fugas en calles y edificios, además de no permitir la instalación o ampliación de industrias que consumen grandes cantidades de agua. En el uso eficiente del agua participan en forma conjunta las autoridades y la población, el problema es tan grave que todos debemos participar en su solución.

##### TOMA DOMICILIARIA

La toma domiciliaria representa el lugar que une dos sistemas de agua el de abastecimiento urbano y el de instalaciones hidráulicas en los edificios, es decir, el sistema de suministro de agua potable, cumple su fin en el momento en que los predios y los edificios se conectan a éste mediante una toma domiciliaria. Así, podemos decir que éste es el inicio o primer eslabón para contar con instalaciones hidráulicas y sanitarias dentro de cualquier tipo de construcción.

En poblaciones que tienen red de distribución de agua potable, el agua llega a los predios a través de la "Toma domiciliaria", cuyo diámetro mínimo es de media pulgada para casas habitación unifamiliar y se instalan diámetros mayores en multifamiliares y establecimientos de servicio o industriales. La toma domiciliaria transporta el agua de la tubería del sistema municipal al predio mediante la instalación de una llave de inserción, un tubo, al cual se le hace una curva llamada "cuello de ganso" que tiene como función absorber el movimiento de la tubería si se presenta algún asentamiento del suelo, la tubería continua hasta el predio donde se instala un marco o cuadro que consta de un medidor, una llave de globo y una llave de nariz con rosca hasta ahí llega la responsabilidad del organismo operador del sistema de agua, en adelante el ocupante del predio es el responsable del uso del agua, así como de colocar o hacer sus instalaciones o red intradomiciliaria, ver figura 2.2.

Para proteger ésta instalación, la norma NOM-002-CNA-1995 "Toma Domiciliaria para Abastecimiento de Agua Potable, Especificaciones y Métodos de Prueba", en el punto 5.1.3 "Compatibilidad de las uniones y conexiones de los elementos", establece en uno de sus párrafos:

"En el caso de uniones de elementos de hierro o acero con elementos de cobre puro, se utilizará un conector de material plástico que evite la formación de pares galvánicos. Este conector deberá cumplir en lo estipulado en el punto 5.1.1.4 Elementos plásticos"

**2.2 CONCEPTOS BÁSICOS**

**HIDROSTÁTICA**

La hidrostática estudia los efectos producidos por el peso propio del agua y por la aplicación de presiones sobre ésta en reposo

**HIDRODINÁMICA**

La hidrodinámica es la que estudia el comportamiento del agua en movimiento, considerando cambios en los valores de presión, velocidad y volumen entre otros

**PESO ESPECÍFICO**

El peso específico de un cuerpo sólido o líquido, es el peso de la unidad de volumen

El peso específico del agua  $W_a = 1000 \text{ kg/m}^3$  y la densidad  $D = 1.0$ , resulta de considerar agua destilada a 4°C, a cuya temperatura tiene su máxima densidad y tomando como referencia valores al nivel del mar.

Como en el sistema métrico el peso unidad es el kilogramo (kg) y la unidad de volumen el metro cúbico (m<sup>3</sup>) el peso específico del agua es "EL PESO DE UN METRO CÚBICO DE AGUA DESTILADA A UNA TEMPERATURA DE 4°C, aproximadamente 1000 Kg"

El valor del peso específico del agua en el sistema inglés (lb/pie<sup>3</sup>), se encuentra de la siguiente manera

$$1.0 \text{ Kg.} = 1000 \text{ gr. y}$$

$$1.0 \text{ Libra} = 1.0 \text{ lb} = 453.6 \text{ gr}$$

$$1.0 \text{ Kg} = \frac{1000}{453.6} = 2.2 \text{ lb}$$

$$1.0 \text{ m}^3 = (3.28 \text{ pies})^3$$

$$1.0 \text{ m}^3 = 3.28 \text{ pies} \times 3.28 \text{ pies} \times 3.28 \text{ pies}$$

$$1.0 \text{ m}^3 = 35.30 \text{ pies}^3$$

Resultando finalmente

$$W_a = 1000 \text{ Kg/m}^3 \text{ ----- SISTEMA MÉTRICO}$$

$$W_a = 1000 \times \frac{2.2}{35.30} = \frac{1000 \times 2.2}{35.30} = \frac{2200}{35.30}$$

$$W_a = 62.32 \text{ lb/pie}^3 \text{ ----- SISTEMA INGLÉS}$$

**DENSIDAD**

La densidad de un cuerpo o sustancia, es la relación entre su peso y su volumen

La densidad relativa de un cuerpo o sustancia, se obtiene dividiendo el peso de cierto volumen de dicho cuerpo o sustancia, entre el peso de un volumen igual de agua

La densidad del agua, varía a temperaturas mayores o menores de los 4°C.

La densidad del agua destilada y a 4°C es igual a la unidad y se toma como referencia para las demás sustancias, por ello, siempre se hace mención de sustancias o cuerpos más densos o menos densos que el agua.

**FLUIDO**

Es todo aquel que fluye o escurre, es decir, fluido (líquido, gas o vapor), cuyas porciones pueden moverse unas más con respecto a otras, de tal manera que queda alterada su forma sin que para ello sea necesario el empleo de grandes fuerzas

En los líquidos, la movilidad es la propiedad más sobresaliente, como características principales tienen las de ocupar volúmenes definidos al carecer de forma propia y adoptar la del recipiente que los contiene, además, si no se encuentra a presión presenta una superficie libre.

Como los líquidos no tienen forma propia, una fuerza sobre ellos por muy pequeña que sea puede originar deformaciones, la rapidez con que se ganan tales deformaciones no es igual en todos, pues no todos oponen la misma resistencia

TABLA DE DENSIDADES Y PESOS ESPECÍFICOS DE LÍQUIDOS A DIFERENTES TEMPERATURAS

LÍQUIDOS DE USO COMÚN	TEMP. EN °C	VALOR DE SU DENSIDAD	PESO ESPECIFICO Kg/m <sup>3</sup>
Agua destilada	4	1 000	1000
Agua destilada	100	0 958	958
Agua de mar	15	1 025	1025
Alcohol	15	0 790	790
Gasolina	15	0 728	728
Glicenna	0	1,260	1260
Leche	0	1 030	1030
Petróleo combustible	15	13 546	13546

VISCOSIDAD

La viscosidad es una propiedad de todos los fluidos de resistir a un movimiento interno

La resistencia que presentan los líquidos a las deformaciones, es lo que se conoce como "VISCOSIDAD DE UN LIQUIDO", en los líquidos más viscosos el movimiento de deformación es más lento como es el caso de ACEITES, MIELES, CERAS, RESINAS, etc , en los líquidos menos viscosos el movimiento de deformación es más rápido

Un líquido perfecto sería aquel en el que cada partícula pudiera moverse sin fricción en contacto con las partículas que la rodean, sin embargo, todos los líquidos son capaces de resistir ciertos grados de fuerzas tangenciales, la magnitud en que posean esta habilidad es una medida de su viscosidad, el agua destilada es el líquido menos viscoso

PRESIÓN

Presión es la acción y efecto de apretar o comprimir, también pueda decirse que PRESIÓN es la resultante de aplicar una fuerza o un peso sobre una área o superficie determinada

A la fuerza o peso por unidad de area o superficie se le conoce como intensidad de presión

$$Formula . P = \frac{F}{S}$$

F = Fuerza o peso aplicado, expresado en Ton , Kg , lb , gr , etc

S = Superficie o área de contacto, en Km<sup>2</sup> , m<sup>2</sup> , cm<sup>2</sup> , pies<sup>2</sup> , pulg<sup>2</sup> , etc

P = Presión resultante, expresada en Ton /m<sup>2</sup> , Kg/m<sup>2</sup> , Kg/cm<sup>2</sup> , lb/pie<sup>2</sup> , lb/pulg<sup>2</sup> , gr/cm<sup>2</sup> , etc

De la fórmula de la presión, se deduce que el valor de ésta, es directamente proporcional a la fuerza o peso aplicado e inversamente proporcional a la superficie o área de contacto, es decir, a mayor fuerza o peso sobre una misma área o superficie de contacto, es necesariamente mayor el resultado de la presión, contrariamente, a mayor área o superficie de contacto permaneciendo constante el valor de la fuerza o peso aplicado, el valor de la presión resultante es menor

Se tiene la unidad de presión cuando la unidad de fuerza o peso se aplica sobre la unidad de superficie o área de contacto

PRESIÓN EN LOS FLUIDOS

PRINCIPIO DE PASCAL - "La presión ejercida sobre un punto cualquiera de un líquido en reposo, actúa con igual intensidad en todas direcciones y perpendicularmente a las paredes interiores de las tuberías o recipientes que lo contienen".

Este principio, es de constante aplicación en instalaciones hidráulicas, de Gas L P o Natural, de Diesel, de Gasolina, de Petróleo, de Refrigeración, de Oxígeno y de los fluidos en general, en edificaciones particulares o en redes de abastecimiento, para realizar las pruebas de hermeticidad también conocidas como pruebas de recepción, que son las que sirven para determinar si existen fugas

Es conveniente relacionar los valores de la presión en los sistemas metrico y el inglés, debido a que las instalaciones se trabajan en ambos sistemas

PRESIÓN P = Kg/cm<sup>2</sup> - - - - SISTEMA MÉTRICO

$$1 00 m = 3 28 pies$$

$$1 00 m^2 = (3 28 pies)^2 = 10 75 pies^2$$

$$1 00 Kg = 2 2 libras$$

$$1 00 Kg / m^2 = \frac{2 2}{10 75} = 0 205 lb / pie^2$$

$$1.00 \text{ lb} \cdot \text{pie}^2 = \frac{1.00 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2}{0.205} = 4.88 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

$$1 \text{ lb/pie}^2 = 4.88 \text{ Kg/m}^2$$

Las unidades de presión expresadas tanto en kg/m<sup>2</sup> como en lb/pie<sup>2</sup>, realmente poco se utilizan, principalmente en trabajos de campo por ser muy pequeñas, generalmente se trabaja con unas derivadas de ellas que resultan de valores más grandes

**A.- En el sistema métrico**, en vez del kg/m<sup>2</sup> se utiliza el kg/cm<sup>2</sup>, cuyo valor numérico es 10,000 veces mayor

A la presión unitaria expresada en kg/cm<sup>2</sup> que es en realidad una unidad auxiliar, se le conoce como ATMÓSFERA MÉTRICA

**B.- En el sistema inglés**, en vez de expresar la presión en lb/pie<sup>2</sup>, se indica en lb/pulg<sup>2</sup> que es un valor 144 veces mayor, la razón de esta proporción de valores es la siguiente

$$\begin{aligned} \text{Como } 1 \text{ pie} &= 12 \text{ pulg} \\ 1 \text{ pie}^2 &= 144 \text{ pulg}^2 \end{aligned}$$

En consecuencia, como la fuerza o peso no se aplica sobre 1 00 pie<sup>2</sup>, sino sobre una superficie 144 veces menor, la presión resultante es obligadamente 144 veces mayor.

Finalmente, se tienen los valores unitarios de presión usuales tanto en el sistema métrico como en el sistema inglés

$$\begin{aligned} 1.0 \text{ kg} &= 2.2 \text{ lb} \\ 1.0 \text{ pulg} &= 2.54 \text{ cm} \\ 1.0 \text{ cm} &= \frac{1}{2.54} = 0.3937 \text{ pulg} \end{aligned}$$

El valor unitario de la presión en el sistema inglés se obtiene de la siguiente forma:

$$P = \frac{2.2 \text{ lb}}{(0.3937 \text{ pulg})^2} = \frac{2.2 \text{ lb}}{0.155 \text{ pulg}^2}$$

$$P = 14.2 \text{ lb/pulg}^2$$

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

La presión atmosférica, es la fuerza unitaria que ejerce la capa gaseosa que cubre a la tierra conocida como atmósfera, TORRICELLI fue el primero en calcular el valor de la presión atmosférica con ayuda de un barómetro sencillo de fabricación casera ideado por él

Dicho barómetro consiste de un depósito abierto, parcialmente lleno de mercurio y un tubo de vidrio de 85 a 90 cm de longitud (puede ser más largo), cerrado en uno de sus extremos y su sección transversal puede ser de cualquier valor

Al nivel del mar y sin perturbaciones atmosféricas, la altura "h" de la columna es en promedio de 76 cm en consecuencia, la presión atmosférica vale.

$$\text{Presión atmosférica} = Wm \times h$$

$$Wm = \text{peso específico del mercurio} = 13600 \text{ kg/m}^3$$

$$h = \text{altura de la columna de mercurio} = 0.76 \text{ m}$$

$$P \text{ atmosf} = 13,600 \text{ kg/m}^3 \times 0.76 \text{ m}$$

$$P \text{ atmosf.} = 10,330 \text{ kg/m}^2$$

$$P \text{ atmosf.} = 1.033 \text{ kg/cm}^2$$

A este valor de presión atmosférica medida al nivel del mar, se le conoce como ATMÓSFERA ESTÁNDAR

Por su similitud con el de la atmósfera estándar, a la presión unitaria del sistema métrico, se le denomina ATMÓSFERA MÉTRICA

En el sistema inglés, se tiene

Atmósfera estándar

$$1 \text{ atm std} = 10,330 \text{ kg/m}^2$$

$$1 \text{ atm std} = 1.033 \frac{2.2}{(0.3937)^2} = \frac{1.033 \times 2.2}{0.155}$$

$$1 \text{ atm. std.} = 14.7 \text{ lb/pulg}^2$$

Atmósfera métrica

1 atm met. = 10,000 kg/m<sup>2</sup>  
 1 atm met = 1.00 kg/cm<sup>2</sup>

$$1 \text{ atm met.} = 100 \cdot \frac{2.2}{(0.3937)^2} \cdot \frac{100 \times 2.2}{0.155}$$

1 atm. met. = 14.2 lb/pulg<sup>2</sup>

En instalaciones hidráulicas y sanitarias las presiones se expresan en metros de columna de agua (m.c.a.), lo que se demuestra como sigue

Considerando la atmósfera métrica y recordando que el peso específico del agua es  $W_a = 1000 \text{ kg/m}^3$ , para obtener una presión de  $1.0 \text{ kg/cm}^2$ , es necesario disponer de una columna de agua de 10 m

De la fórmula  $P = W_a \times h$

$$P = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m} = 10000 \text{ kg/m}^3 \times \text{m}$$

$$P = 10000 \text{ kg/m}^2$$

$$P = 1.0 \text{ kg/cm}^2$$

**EN CONSECUENCIA**

10 m. DE COLUMNA DE AGUA = 10 m.c.a. = 1.0 kg/cm<sup>2</sup>

**2.3 NORMATIVIDAD**

**Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas**

Existen las "Normas de Proyecto de Ingeniería" elaboradas por el Instituto Mexicano del Seguro Social, con las cuales esta institución norma y controla los proyectos y construcciones de sus edificios tanto de salud (Hospitales y clínicas) como de otras instalaciones que están bajo su responsabilidad (centros vacacionales y otros)

Otra normatividad que anteriormente aplicaba la Secretaría de Salud para aprobar la construcción de edificios, se llama "Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios"

**Instalaciones hidráulicas y sanitarias**

La normatividad para instalaciones en el Distrito Federal se encuentra contemplada en el "Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal", las 31 entidades federativas y las principales poblaciones del país deben de tener su propia reglamentación, sin embargo muchas no lo tienen y adoptan el Reglamento del D.F.

El Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas (CAPFCE), contaba con las "Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcciones e Instalaciones"

**Instalaciones de gas**

En cuanto a todo lo relacionado con el manejo e instalaciones de gas, la Dependencia Federal que normaba y vigilaba el cumplimiento era la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, actualmente lo hace la Secretaría de Energía

A continuación se presentan los principales capítulos de los Reglamentos mencionados correspondientes a instalaciones, lo que sirve de base para normar los criterios de los proyectistas. En el Capítulo 11 se anexan las normas mencionadas

**INSTALACIONES EN EDIFICACIÓN  
 RESUMEN DE LA REGLAMENTACIÓN**

TEMA	REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA SSA	REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL D F
PROVISION DE AGUA POTABLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edificios estarán provistos de agua potable, con cantidad y presión suficiente</li> <li>- Mínimo 150 l/h/d</li> <li>- Servicio exclusivo, prohíbe servidumbre</li> <li>- Cada vivienda debe tener su propia instalación interior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edificaciones deberán estar provistas de agua potable que cubra las demandas mínimas según lo establecen las normas complementarias</li> </ul>
TINACOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En azoteas con 100 l/hab/día.</li> <li>- A una altura no menor de 2 mts arriba del mueble mas alto</li> <li>- Cubiertas con sello ajustado y fácilmente removible, con dispositivos que permitan aireación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se colocarán mínimo 2 metros arriba del mueble sanitario mas alto</li> </ul>
CISTERNAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando no exista presión se instalara equipo de bombeo</li> <li>- Material impermeable, facil acceso, esquinas interiores redondeadas</li> <li>- Registros con sello hermético</li> <li>- Distancia no menor de 3 metros de albañales o conductos/aguas residuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edificaciones de cinco niveles y más y donde la red tenga presión menor de 10 m deberá contar con sistemas para almacenar dos veces la demanda mínima de agua y con bombeo</li> <li>- Serán impermeables, registros con cierre hermético y mínimo a 3 metros de cualquier tubería permeable de aguas residuales</li> </ul>

MUEBLES SANITARIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En todo edificio habrá por lo menos un excusado, cuando el número de habitantes pase de 10, un excusado por cada 10</li> <li>- El baño tendrá por lo menos regadera, lavabo y excusado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viviendas con menos de 45 m<sup>2</sup> excusado, regadera y uno mas entre lavabo, fregadero o lavadero</li> <li>- Viviendas con mas de 45 m<sup>2</sup>, excusado, regadera, lavabo, lavadero y fregadero.</li> <li>- Los demás casos de acuerdo a las normas T.C</li> <li>- Excusados, descarga máxima de 6 lts mingitorios y regaderas 10 lts/min los otros muebles tendrán llaves que no consuman mas de 10 lts/min</li> </ul>
DESAGUES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El desagüe de linas, regaderas, bidets y lavadoras contarán con obturador tipo bote Lavabos y vertederos tendrán sifón hidráulico y ventilación</li> <li>- Los fregaderos de cocinas colectivas tendrán trampa de grasas</li> <li>- Albañales 15 cm de diámetro mínimo y a un metro de muros</li> <li>- Conductos de desagüe no menor de 32 mm, pendiente de 2% hasta 76 mm y 1.5% en diámetros mayores</li> <li>- Registros a 10 metros máximo, en cambios de dirección y en cada conexión con ramal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ramales con diámetro mínimo 32 mm y no inferior al desagüe del mueble</li> <li>- Pendiente mínima 2%</li> <li>- Albañales diámetro mínimo 15 cm y pendiente mínima 2%</li> <li>- Albañales tendrán registros a 10 m máximo y al cambio de dirección el tamaño mínimo será de 40 x 60 para profundidades de hasta un metro</li> <li>- Talleres y gasolineras instalarán trampas de grasas</li> <li>- Estacionamientos tendrán desarenadores.</li> </ul>
FOSAS SEPTICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solo podrá autonzarse para edificios que se encuentren fuera del perímetro de la red</li> <li>- Describe las condiciones que deberá llenar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Donde no exista alcantarillado</li> <li>- En ellas descargarán solamente aguas negras de excusados y mingitorios</li> <li>- Descargas de fregaderos deberán contar con trampas de grasa</li> </ul>
AGUA DE LLUVIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prohibido gárgolas o canales que descarguen desde azoteas.</li> <li>- Las bajadas se conectarán al albañal por medio de sifón o coladera de obturación hidráulica a prueba de roedores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Queda prohibido el uso de gárgolas o canales que descarguen a chorro fuera de los límites propios de cada predio</li> </ul>

TEMA	REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA SSA	REGLAMENTO DE DISTRIBUCION DE GAS Y NORMAS
RECIPIENTES DE GAS L.P.	<p>En edificios unifamiliares se colocarán a la intemperie en lugares ventilados, en patios, jardines o azoteas donde no queden expuestos a detenores accidentales.</p> <p>En multifamiliares, estarán protegidos por medio de jaulas resistentes que eviten el acceso a personas ajenas al manejo, mantenimiento y conservación</p>	<p>Deberán estar a salvo de golpes, maltrato por el movimiento de vehículos paso de animales, utilizándose en tal caso, topes o defensas firmes</p> <p>Se colocarán a la intemperie con ventilación suficiente, sobre piso firme y nivelado.</p> <p>Se colocarán a una distancia de 3 metros de a) flama, b) boca de salida de chimeneas, c) motores eléctricos o de combustión interna, d) anuncios luminosos, e) ventanas de sótanos, f) interruptores y conductos eléctricos de puertas o ventilas de casetas de elevador.</p>
TUBERIAS PARA GAS Y SUS ACCESORIOS	<p>Se podrán instalar ocultas en el subsuelo de patios o jardines o bien visibles adosadas a los muros a 1.80 m como mínimo sobre el piso</p> <p>Queda prohibido el paso de estas tuberías por el interior de las piezas destinadas a dormitorios a menos que estén alojadas en otro tubo cuyos extremos estén abiertos al exterior.</p>	<p>En cobre solo se utilizarán las de tipo "L" y "K"</p> <p>Para la conexión de aparatos de consumo se podrán utilizar mangueras, su longitud no excederá de 1.5 m por aparato, ni pasará a través de paredes, divisiones, puertas, ventanas o pisos, ni quedaran ocultas. Cuando recorran ductos, estos deberán ser adecuados y quedar ventilados permanentemente.</p> <p>Quedarán separados 20 cm como mínimo de conductores eléctricos con voltaje de 110 ó mayores</p> <p>Solo se instalarán en sótanos exclusivamente para abastecer aparatos que ahí se encuentren</p>
CALENTADOR PARA AGUA, ABASTECIDO CON GAS	<p>Podrán colocarse en patios y azoteas, cuando se instalen en cocinas deberán adosarse a un muro que limite con el exterior y con un sistema que permita ventilación constante</p> <p>Queda prohibida su instalación en el interior de los cuartos de baño</p>	<p>Se prohíbe instalar calentadores de agua en cuartos de baño, recamaras y dormitorios. Se deben instalar a la intemperie. Si se instalan en lugares cerrados (cocinas, cuartos de baño, etc) es obligatorio instalar tiro o chimenea.</p>

**2.4 POTABILIZACION**

El agua entubada a presión que los servicios públicos de Agua Potable y Alcantarillado suministran a los predios a través de la Red de Distribución, debe ser de "calidad potable", es decir, "apta para uso y consumo humano", para lo cual debe cumplir con las características físicas, químicas y bacteriológicas señaladas en la NOM-127-SSA-1994, las dos primeras características generalmente se cumplen, pero las bacteriológicas son difíciles de conservar dentro de la red y en los sistemas intradomiciliarios a pesar de que generalmente el líquido se suministra con cloro residual, (la NOM 127 establece de 0.2 a 1.5 mg/lit) esto se debe a que el agua puede contaminarse en la red pública (tuberías rotas, tomas domiciliarias mal instaladas, etc.) o en las redes intradomiciliarias (tinacos, cisternas, tuberías, cortocircuito, etc.). Considerando el riesgo que representa para la salud y la vida no tener la seguridad de una calidad bacteriológica adecuada, es conveniente protegerse mediante un tratamiento dentro del domicilio, lo que se puede lograr por diversos medios, entre otros: hirviendo el agua al menos durante 10 minutos, filtrándola a través de filtros de piedra pómez o filtros caseros de arena y grava o agregando diversas sustancias como bactericidas. A continuación se presentan y se recomiendan dos métodos prácticos intradomiciliarios, utilizando productos comerciales que son fáciles de obtener.

**UTILIZANDO BLANQUEADORES (6 A 8% DE CLORO LIBRE)**

En agua para consumo inmediato poner 2 gotas de blanqueador por cada litro de agua y esperar media hora, se tendrá un cloro libre residual entre 0.2 y 1.5 mg/lit, cantidad establecida por la NOM-127-SSA-1994.

Para desinfectar cisternas y tinacos, además de proteger y desinfectar agua para consumo humano se recomienda utilizar los blanqueadores comerciales (6 al 8% de cloro libre). Para determinar la cantidad necesaria se puede utilizar la siguiente fórmula.

$$ml = \frac{mg \text{ / l (cloro libre a dosificar)} \cdot litros \text{ (del deposito)}}{\% \text{ cloro libre del blanqueador} \cdot 10}$$

**EJEMPLO**

Datos. Cloro libre requerido = 2 ppm  
 Capacidad de la cisterna 2000 lt  
 % de cloro libre del blanqueador = 8%

**SOLUCION**

$$ml = (2 \times 2000) / (8 \times 10) = 50 \text{ ml del blanqueador seleccionado (8\% Cl}_2\text{.)}$$

**FILTROS DOMÉSTICOS PARA AGUA POTABLE**

Existe una patente llamada "katadin" que consiste en un filtro de porcelana (barro cocido), al cual se le agrega yoduro de plata (bactericida), que potabiliza el agua desde el punto de vista bacteriológico a través de su paso por el aparato, el conjunto que hace las funciones de filtración y desinfección se le llama "bujía", la que va protegida por un recipiente resistente (ver figuras).

Existen diferentes marcas comerciales de filtros katadin de marcas comerciales, por ejemplo TURMIX, como se muestra en la figura 2.1.

Tipos Hf-5 domésticos que alimenta una llave de 34 cms de largo, el cual se instala en las tuberías domésticas, Hf-M doméstico que rinde de 1 a 2 litros por minuto.

Tipos Mf-3 y Mf-7 con un rendimiento de 4 a 10 litros por minuto que se utilizan en cocinas, restaurantes, bares, etc.

El funcionamiento de estos filtros requieren de una presión mínima recomendable de 10 metros de columna de agua.

Las bujías se deben limpiar cuando menos cada mes, si no se hace así, la limpieza debe hacerse cuando se obstruya el filtro, es decir, cuando sale poco o nada de agua, la limpieza puede hacerse con un cepillo de dientes, o de otro tipo.

Como el poder bactericida del yoduro de plata se pierde con el tiempo, es necesario reemplazar la bujía en un periodo de 1 a 3 años, también es conveniente reemplazarla cuando la bujía se adelgaza demasiado debido al tallado para limpieza.

Existen otro tipo de filtros, semejantes al Katadin, pero que no requiere presión, sino que se filtra el agua sumergiendo la bujía (protegida) en un recipiente (por ejemplo una cubeta), con una manguera colocada a la salida se un sifoneo y se extrae el agua filtrada, debido a su manejo tan simple se puede utilizar en el medio rural y en viviendas que no cuentan con instalación intradomiciliaria de agua.

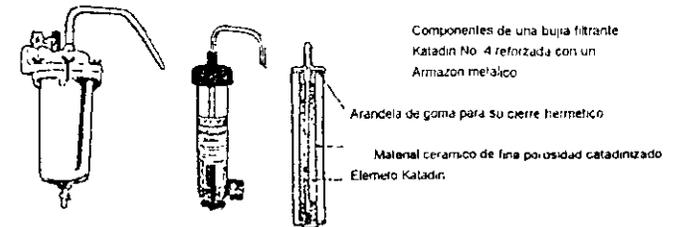


Figura 2.1 Filtros doméstico

**2.5 TUBERIAS**

**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 costuras y paredes lisas y tersas, asegura la resistencia a la presión y un mínimo de pérdidas debidas a la fricción en la conducción de 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
- b) Tubería tipo "L". Se usa en instalaciones hidráulicas en condiciones más severas de servicio y seguridad que la tipo M (tomos 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 desde 6.35 mm hasta 152 mm de diámetro nominal
- 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
- 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

El empleo de tubería 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 debido 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, 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 son las que soporta cada una de las tuberías, recomendándose no llegar nunca a éstas. Las presiones constantes de trabajo son las que se recomiendan utilizar en las instalaciones durante toda su vida, estas presiones son cinco veces menor que la máxima, para dar seguridad y duración en el servicio

Características de los tubos de cobre tipo M (tramos 6 10 m)

MEDIDA NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR	DIÁMETRO INTERIOR	GRUESO PARED	PESO lb/pie	PESO POR TRAMO	PRESION MÁXIMA	PRESION CONSTANTE	FLUJO EN:
pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	Kg/m	lb Kg	lb/pulg <sup>2</sup> Kg/cm <sup>2</sup>	lb/pulg <sup>2</sup> Kg/cm <sup>2</sup>	gpm l/min
1/4	0.375	0.325	0.025	0.107	2.132	6133	1225	—
6.35	9.525	8.255	0.635	0.159	0.968	431.15	85.18	—
3/8	0.500	0.450	0.025	0.145	2.903	4500	900	2.247
9.5	12.700	11.430	0.635	0.215	1.318	315.35	63.27	8.507
1/2	0.625	0.569	0.028	0.204	4.053	4037	805	4.064
12.7	15.875	14.453	0.711	0.304	1.854	253.45	50.69	15.382
3/4	0.875	0.811	0.032	0.328	6.566	3291	658	10.656
19	22.225	20.599	0.812	0.498	2.981	231.35	46.25	40.333
1	1.125	1.055	0.035	0.465	9.310	2800	560	21.970
25	28.575	29.797	0.889	0.693	4.227	196.84	39.36	83.180
1 1/4	1.375	1.291	0.042	0.683	13.656	2749	550	39.225
32	34.925	32.791	1.067	1.016	6.200	193.75	38.66	148.580
1 1/2	1.625	1.527	0.049	0.941	18.821	2713	542	62.335
38	41.275	38.785	1.245	1.490	8.545	190.72	38.10	235.940
2	2.125	2.009	0.058	1.461	29.233	2470	491	131.000
51	53.975	51.029	1.473	2.176	13.272	173.65	34.51	195.860
2 1/4	2.625	2.495	0.065	2.032	40.647	2226	445	231.461
64	66.675	63.373	1.651	3.025	18.454	159.52	31.28	97.6010
3	3.125	2.961	0.072	2.683	53.667	2073	414	375.189
76	79.375	75.781	1.889	3.994	24.363	145.73	29.10	1470.090
4	4.125	3.935	0.095	4.665	93.310	2072	414	799.395
102	104.775	99.949	2.413	6.945	42.363	145.65	29.10	3025.710

Características de los tubos de cobre tipo "L" (tramo 6 10)

MEDIDA NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR	DIÁMETRO INTERIOR	GRUESO PARED	PESO lb/ple	PESO POR TRAMO	PRESION MÁXIMA	PRESION CONSTANTE	FLUJO EN
pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	Kg/m	lb Kg	kg/pulg <sup>2</sup> Kg/cm <sup>2</sup>	lb/pulg <sup>2</sup> Kg/cm <sup>2</sup>	gpm l/min
1/8	0.375	0.315	0.030	0.126	2.524	7200	1440	---
3/8	0.500	0.430	0.035	0.196	3.965	6300	1260	1.873
1/2	0.625	0.545	0.040	0.285	5.705	5760	1152	3.565
3/4	0.875	0.788	0.045	0.455	9.110	4632	928	8.600
1	1.125	1.025	0.050	0.655	13.114	4000	800	19.799
1 1/8	1.375	1.265	0.055	0.885	17.700	3600	720	35.048
1 1/4	1.625	1.505	0.060	1.143	22.826	3323	664	56.158
1 1/2	1.875	1.745	0.065	1.524	30.363	3036	607	77.560
2	2.125	1.965	0.070	1.752	35.042	2965	593	91.069
2 1/2	2.625	2.465	0.090	2.483	49.658	2742	548	124.298
3	3.125	2.945	0.090	3.332	66.645	2592	518	134.397
3 1/2	3.625	3.435	0.090	4.286	86.112	2448	489	147.877
4	4.125	3.905	0.110	5.386	107.729	2400	480	147.877
4 1/2	4.625	4.385	0.120	6.645	131.900	2250	450	131.900
5	5.125	4.865	0.130	8.017	158.909	2100	420	118.229
5 1/2	5.625	5.345	0.140	9.509	188.221	1950	390	102.112
6	6.125	5.845	0.150	11.114	222.545	1800	360	88.112
6 1/2	6.625	6.305	0.160	12.845	259.909	1650	330	74.877
7	7.125	6.765	0.170	14.709	300.363	1500	300	64.877
7 1/2	7.625	7.225	0.180	16.709	343.827	1350	270	56.877
8	8.125	7.685	0.190	18.845	390.363	1200	240	49.877
8 1/2	8.625	8.145	0.200	21.114	440.827	1050	210	43.877
9	9.125	8.585	0.210	23.524	495.291	900	180	38.877
9 1/2	9.625	9.025	0.220	26.089	553.827	750	150	34.877
10	10.125	9.445	0.230	28.809	616.363	600	120	31.877
10 1/2	10.625	9.845	0.240	31.689	683.827	450	90	29.877
11	11.125	10.225	0.250	34.729	756.363	300	60	28.877
11 1/2	11.625	10.585	0.260	37.939	834.827	150	30	28.877

Características de los tubos de cobre tipo "K" (tramo 6 10 m)

MEDIDA NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR	DIÁMETRO INTERIOR	GRUESO PARED	PESO lb/ple	PESO POR TRAMO	PRESION MÁXIMA	PRESION CONSTANTE	FLUJO EN
pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	Kg/m	lb Kg	kg/pulg <sup>2</sup> Kg/cm <sup>2</sup>	lb/pulg <sup>2</sup> Kg/cm <sup>2</sup>	gpm l/min
3/8	0.500	0.402	0.049	0.299	5.385	8820	1764	6.640
1/2	0.625	0.527	0.049	0.344	6.890	7056	1411	12.507
5/8	0.750	0.643	0.049	0.390	8.400	6300	1260	17.544
1	1.125	1.025	0.050	0.655	13.114	4000	800	19.799
1 1/8	1.375	1.265	0.055	0.885	17.700	3600	720	35.048
1 1/4	1.625	1.505	0.060	1.143	22.826	3323	664	56.158
1 1/2	1.875	1.745	0.065	1.524	30.363	3036	607	77.560
2	2.125	1.965	0.070	1.752	35.042	2965	593	91.069
2 1/2	2.625	2.465	0.090	2.483	49.658	2742	548	124.298
3	3.125	2.945	0.090	3.332	66.645	2592	518	134.397
3 1/2	3.625	3.435	0.090	4.286	86.112	2448	489	147.877
4	4.125	3.905	0.110	5.386	107.729	2400	480	147.877
4 1/2	4.625	4.385	0.120	6.645	131.900	2250	450	131.900
5	5.125	4.865	0.130	8.017	158.909	2100	420	118.229
5 1/2	5.625	5.345	0.140	9.509	188.221	1950	390	102.112
6	6.125	5.845	0.150	11.114	222.545	1800	360	88.112
6 1/2	6.625	6.305	0.160	12.845	259.909	1650	330	74.877
7	7.125	6.765	0.170	14.709	300.363	1500	300	64.877
7 1/2	7.625	7.225	0.180	16.709	343.827	1350	270	56.877
8	8.125	7.685	0.190	18.845	390.363	1200	240	49.877
8 1/2	8.625	8.145	0.200	21.114	440.827	1050	210	43.877
9	9.125	8.585	0.210	23.524	495.291	900	180	38.877
9 1/2	9.625	9.025	0.220	26.089	553.827	750	150	34.877
10	10.125	9.445	0.230	28.809	616.363	600	120	31.877
10 1/2	10.625	9.845	0.240	31.689	683.827	450	90	29.877
11	11.125	10.225	0.250	34.729	756.363	300	60	28.877
11 1/2	11.625	10.585	0.260	37.939	834.827	150	30	28.877

Características de los tubos de cobre tipo "DWV" (drenajes)

MEDIDA NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR	DIÁMETRO INTERIOR	GRUESO PARED	PESO lb/ple	PESO POR TRAMO
pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	Kg/m	lb Kg
1 1/4	1.375	1.295	0.040	0.651	13.022
3/2	1.625	1.541	0.042	0.810	16.213
2	1.875	1.781	0.042	1.066	21.335
2 1/2	2.375	2.281	0.047	1.587	32.801
3	2.625	2.531	0.045	1.690	33.801
3 1/2	2.875	2.781	0.048	2.515	51.346
4	3.125	3.029	0.058	2.876	57.528
4 1/2	3.375	3.279	0.058	4.281	88.729
5	3.625	3.529	0.072	4.436	92.729
6	4.125	3.979	0.072	6.603	138.283

Tubo de cobre flexible rollos de 18 29 m

Diámetro exterior		Diámetro interior		Espesor		Peso en Kgs Por rollo	No. de rollos por caja
Mm	Pulg	Mm	Pulg	Mm	Pulg		
3.175	1/8	1.66	0.065	0.762	0.30	0.935	10
4.763	3/16	3.24	0.127	0.762	0.30	1.558	10
6.350	1/4	4.83	0.190	0.762	0.30	2.171	9
7.938	5/16	6.32	0.248	0.812	0.32	2.948	5
9.525	3/8	7.91	0.311	0.812	0.32	3.598	6
12.700	1/2	11.08	0.436	0.812	0.32	4.922	5
15.875	5/8	14.10	0.555	0.869	0.35	6.799	2
19.050	3/4	17.27	0.680	0.889	0.35	8.261	2

Tuberías de hierro galvanizado.

DIÁMETRO		PESO (kg/m)	ESPESOR EN MILIMETROS	ROSCA (NUMERO DE HILOS POR PULGADA)
PULGADAS	MILIMETROS			
1/2	12.7	1.280	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

Tuberías de polietileno (rollos de 100 m)

De tipo multicapas fabricada a base de polietileno de alta densidad, resina adhesiva y aluminio. Se fabrica en cinco tipos diferentes por su color, con las características que se

COLOR DE LA TUBERIA	USO	TEMPERATURA PERMISIBLE ° C.	PRESION DE TRABAJO Kg/cm <sup>2</sup>	DIÁMETRO INTERIOR mm.	DIÁMETRO EXTERIOR mm.
VERDE	AGUA FRIA	- 40 A 60	10	12	16
				16	20
				20	25
				25	30
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
AMARILLO	GAS (BUTANO Y PROPANO)	- 40 A 40	10	10	14
				12	16
				16	20
				20	25

**2.6 MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS**

Por muebles o aparatos sanitarios se entienden los aparatos que se instalan en los edificios con dotación de agua y desagüe entubados  
 Los muebles sanitarios deben ser de materiales impermeables, durables y fácilmente lavables, además deben cumplir con las normas correspondientes  
 Los muebles o aparatos sanitarios se pueden clasificar por su finalidad de la siguiente manera

GRUPO	APARATO
EVCUADORES	Retretes y mingitorios
LIMPIEZA DE OBJETOS	Fregaderos y lavaderos
HIGIENE	Tinas, lavabos, regaderas y bidé

**Cantidad minima de muebles sanitarios**

Como ya se mencionó en el resumen de los Reglamentos de "Ingeniería Sanitaria" y en el de "Construcciones del D F", existen requerimientos minimos para el número de muebles y aparatos sanitarios, el Reglamento de Construcciones establece los minimos, según el uso del predio, lo que se presenta en la siguiente tabla:

**REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SERVICIOS SANITARIOS (RCDF)**

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 # BAÑOS PUBLICOS	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 SAL UD.	Salas de espera			
	Por cada 100 personas	2	2	---
	De 101 a 200	3	2	---
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	---
	Cuartos de camisas			
	Hasta 10 camas	1	1	1
	De 11 a 25	3	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1
	Empleados			
	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	---

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

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas	
III INDUSTRIAS	Industrias, almacenes y bodegas donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto de olores	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 De 26 a 50 De 51 a 75 De 76 a 100 Cada 100 adicionales o fracción	2	1	1
			3	2	2
			4	3	2
			5	3	3
			3	2	2
IV ESPACIOS ABIERTOS	Jardines y parques Hasta 100 personas De 101 a 400 Cada 200 adicionales o fracción	2	2	---	
		4	4	---	
		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 esterior, cisterno o similar por cada usuario.

En baños de apoyo de aire caliente se deberán colocar adicionalmente dos regaderas de agua caliente y tres 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 en domosede el predominio de un sexo sobre otro entre los usuarios, podrá hacerse la proporción equitativa señalándose 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 parte de los baños 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 para 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 dispensador de agua potable en proporción de uno por cada treinta trabajadores o fracción que excede de quince, o uno por cada cien a quinientos según sea el caso.
- VIII En industrias y lugares de trabajo donde el trabajador esté expuesto a contaminación por aerosoles 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 lóxas:

		Frente (m)	Fondo (m)
Baños de uso doméstico y cuartos de baño	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	0.90
	Regadera	0.80	0.80
	Regadera a presión	1.20	1.20

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

- 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 utilizarse 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 antideslizantes 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.

**UBICACIÓN DE LOS MUEBLES Y LOS BAÑOS**

La ubicación de los muebles sanitarios dentro de una construcción, será siempre responsabilidad del diseñador del edificio o del dueño. Es muy importante que la localización de los muebles sea compatible con el movimiento de la gente que ocupará el edificio. La inadecuada ubicación de los baños y otros accesorios sanitarios (en especial los bebederos) pueden disminuir la productividad, incrementar el mantenimiento y crear una serie de problemas.

La posición de los aparatos sanitarios dentro del baño o un área determinada es muy importante, ya que se requieren espacios mínimos (tamaño del mueble, separación entre muebles y separación entre el mueble, la pared y las puertas).

**ESPACIOS MÍNIMOS REQUERIDOS PARA LOS MUEBLES (E. U. A.)**

MUEBLE	ESPACIOS REQUERIDOS PARA EL USO DEL MUEBLE	DISTANCIA ENTRE MUEBLES (EJE A EJE)	DISTANCIA DEL EJE A PAREDES LATERALES O A PUERTAS
Excusado con tanque	Ancho 75 cm Largo 120 cm	75 cm	37.5 cm
Mingitorio pedestal o empotrado	Ancho 75 cm Largo 100 cm	75 cm	37.5 cm
Lavabo	Ancho 50 cm Largo 100 cm	50 cm	30 cm
Regadera	Ancho 75 cm Largo 75 cm		

Es importante recordar que prácticamente todos los muebles sanitarios tienen conexiones a tubos por debajo, por detrás o por las dos, algunas instalaciones como las de los excusados montados en la pared requieren soportes localizados en el muro detrás del mueble, por eso es importante considerar suficiente espacio en el muro atrás de los muebles y arriba en el techo para que las tuberías queden bien ubicadas y ocultas, generalmente tenemos muros de 14 cm donde podemos colocar en ellos tuberías de hasta 10 cm de diámetro. Se debe procurar ubicar los baños uno arriba de otro en edificios de varios niveles y además colocar los baños "espalda con espalda" cuando están en el mismo piso. Este tipo de diseño nos da una instalación más económica para el drenaje, ventilación, agua fría y caliente porque el arreglo de juegos de muebles se colocan en el mismo muro. Por lo común los diseñadores se refieren al muro que contiene tuberías de instalaciones hidráulicas y sanitarias como "muro húmedo" (wet wall) y este, es un punto donde convergen varios tipos de instalaciones, por lo que se requiere de mucha coordinación entre los que participan en otro tipo de instalaciones.

**DESCRIPCIÓN DE LOS MUEBLES O APARATOS SANITARIOS**

**Excusados**

Existen diversos tipos, pero en nuestro medio el de uso común es el conocido como **excusado inglés** (que puede ser con fluxómetro o tanque), por considerarse el más eficaz para el objeto, éste tiene su origen en Inglaterra, está diseñado para desalojar por vía hidráulica las deyecciones humanas (excreta = excremento + orina), generalmente acompañados con papel higiénico, conservando después de su descarga una acción sifónica, es decir, un **sello de agua** no menor de 7.5 cm de profundidad para impedir la entrada al edificio de gases (malolientes y nocivos) y de fauna nociva que habita en el drenaje, a este aparato no deben arrojarse desechos de cualquier otra naturaleza, **en el tubo de alimentación es conveniente colocar una llave de paso.**

**Mingitorios**

Estos deben ser de tipo individual y como todo mueble sanitario, fabricado de una pieza, deben desaguar por medio de un obturador hidráulico tipo bote, para su mejor funcionamiento deben estar provistos de un tubo ventilador.

En edificios de carácter público, es decir de uso rudo, es conveniente construirlos en el sitio para uso colectivo, construidos de mampostería con acabado de cemento pulido o con acabado de azulejo, o construido de acero inoxidable.

**Lavabos**

En la actualidad el lavabo dentro del cuarto de baño ha adquirido especial importancia; se puede conseguir muy simple, sofisticado, con mueble o sin él (batea) pudiendo construirse una cubierta de diversos materiales incluyendo la construcción de compartimientos en la parte de abajo del mueble.

Los lavabos, además del orificio para desagüe, deberán tener aberturas para rebosadero en un lugar visible y a la máxima altura que deba alcanzar el agua dentro del recipiente. Las llaves pueden ser independientes una para agua fría y otra para agua caliente, pero es más conveniente instalar una unidad mezcladora para tener el agua a la temperatura deseada, es aconsejable que cada tubo de alimentación esté provisto de una llave de paso.

### Tinas y regaderas

Un cuarto de baño está completo cuando además del excusado y el lavabo cuenta con tina de baño o regadera. El baño en la tina, aun cuando no es estrictamente higiénico, es eficaz para aliviar la fatiga y el estrés, además es muy útil para personas enfermas. Tanto la tina como la coladera de la regadera desaguarán por intermedio de un obturador hidráulico de bote.

### Bidés

Es un mueble de gran utilidad sanitaria, la entrada del agua se hace por el interior del borde y también por la ducha central (de abajo hacia arriba) de la taza. Tienen llave de agua fría y caliente, así como un transfusor para enviar el agua ya mezclada. La descarga es del tipo de palanca, el desagüe debe descargar por medio de un obturador hidráulico de bote podrá evitar riesgo de retro-sifonaje.

Se recomienda que el abastecimiento de agua a estos aparatos se realice con una instalación independiente de la del edificio.

### Bebedores

Estos deben ser "sanitarios", son aparatos diseñados para beber el agua sin apoyar la boca en el tubo de salida del chorro, arrojando éste en forma inclinada, a modo de surtidor, eliminándose el uso de vasos y haciendo que el excedente del agua no caiga sobre el orificio del chorro de agua que sea contenida y desalojada en el bebedero.

Generalmente el tubo de alimentación es de 13 mm de diámetro y se acciona con una llave de resorte, además debe desaguar por medio de un obturador hidráulico tipo bote. Cuando se trate de un grupo de bebederos, los tubos de desagüe pueden descargar sobre un caño de sección semicircular revestido al menos con cemento pulido y con un diámetro de 10 cms y pendiente mínima del 1% hasta una coladera de obturación hidráulica.

## 2.7 CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA

Para determinar la cantidad de agua que debe proporcionarse a un edificio o predio, se requiere saber el tipo de ocupación que tendrá (tipología), o el servicio que va a proporcionar (subgénero) y el número de personas que lo habitarán, u ocuparán.

Para determinar la dotación requerida de acuerdo al uso del edificio (vivienda, comercio, servicio, recreación, etc.), se utiliza la tabla de dotaciones mínimas que establece el Reglamento de Construcciones del D.F., la que se presenta a continuación, donde se puede observar las diferentes unidades de medida (habitante, empleado, huésped, cama, metros cuadrados, etc.).

Cuando se trata de uso habitacional se requiere determinar el número de habitantes que tendrán las casas habitación, al proyectista se le debe indicar el número de habitantes que tendrá la vivienda, dato que en ocasiones resulta difícil obtener si no se le proporciona, para solucionar éste problema, se ha tomado como norma considerar dos habitantes por cada recámara, y para mayor seguridad se le agrega un habitante más al resultado.

- Departamento de 3 recámaras	$3 \times 2 + 1 = 7$ habitantes
- Edificio de 18 departamentos con 2 recámaras c/u	$18 (2 \times 2 + 1) = 90$ habitantes
- Residencia con 5 recámaras	$5 \times 2 + 1 = 11$ habitantes

En ciertas ocasiones, cuando se requiere aumentar la dotación mínima que indica la tabla, ya sea por razón del clima o por la situación de la zona económica en que se construye, el aumento se hará con base en la experiencia del proyectista o en otras ocasiones a petición del propietario, se recomienda que por ningún motivo se disminuya la dotación mínima propuesta, ya que si se hiciera una disminución podría ponerse en riesgo la salud y el bienestar de los usuarios, tal como se indicó en el Capítulo 1.

DOTACIONES MINIMAS (RCDF)

TIPOLOGIA	SUBGENERO	DOTACION MINIMA	OBSERVACIONES
I. HABITACION	Residencias Vivienda	250 - 500 l/hab/dia 150 l/hab/dia	a
II. SERVICIOS II.1 OFICINAS	Cualquier tipo	20 l/m <sup>2</sup> /dia 70 l/empleador/dia	A,c
II.2 COMERCIO	Locales comerciales	6 l/m <sup>2</sup> /dia	a
	Mercados	100 l/puesto/dia	
	Baños públicos Lavandería de autoservicio	300 l/bañista/regadera/dia 40 l/kilo de ropa seca	b ---
II.3 SALUD	Hospitales, clínicas y centros de salud Orfanatos y asilos	800 l/cama/dia 300 l/huésped/dia	a,b,c a,c
II.4 EDUCACION Y CULTURA	Educación elemental	20 l/alumno/turno	a,b,c
	Educación media y superior	25 l/alumno/turno	a,b,c
	Exposiciones temporales	10 l/asistente/dia	b
II.5 RECREACION	Cines	2 l/espectador/función	
	Alimentos y bebidas	12 l/comida	a,b,c
	Entretenimiento	6 l/asiento/dia	a,b
	Circos y ferias	10 l/asistente/dia	b
	Dotación para animales, en su caso	25 l/asistente/dia	---
	Recreación social	25 l/asistente/dia	a,c
	Deportes al aire libre, con baño y vestidores	150 l/asistente/dia	a
Estadios	10 l/asistente/dia	a,c	
II.6 ALOJAMIENTO	Hoteles, moteles y casas de huéspedes	300 l/huésped/dia	A,c
II.7 SEGURIDAD	Reclusorios	150 l/interno/dia	A,c
	Cuarteles	150 l/persona/dia	a,c
II.8 COMUNICACIONES Y TRANSPORTE	Garage público	5000 l/edificio	
	Estaciones de transporte	10 l/pasajero/dia	c
	Estacionamientos	2 l/m <sup>2</sup> /dia	---
III. INDUSTRIA	Industria donde se manipulen materiales u sustancias que ocasionen manifiestos desaseo	100 l/trabajador	---
	Otras industrias	30 l/trabajador	---
	IV. ESPACIOS ABIERTOS	Jardines y parques	5 l/m <sup>2</sup> /dia

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

TOMA DOMICILIARIA

El diámetro de la toma debe estar de acuerdo con el gasto requerido para el edificio, para edificios unifamiliares el diámetro de 13 mm es suficiente. Las conexiones de agua potable para abastecer las instalaciones de los edificios, deben hacerse de la red de servicios municipales, tomándola de las tuberías, generalmente es un trabajo que realiza personal oficial del organismo operador. Consta de los siguientes elementos:

- 1 Llave de inserción
- 2 Tramo de longitud variable de tubo de plomo, cobre flexible o de polietileno, aquí llevará una curva hacia arriba llamada "cuello de ganso".
- 3 Válvula de paso con llave de cuadro
- 4 Caja de banqueta de hierro fundido
- 5 Dos codos de acero galvanizado o de cobre
- 6 Tramo de tubo de acero galvanizado cédula 40 o de cobre rígido tipo M
- 7 2 niples de acero galvanizado cédula 40 o de cobre rígido tipo M, de 10 cm
- 8 Medidor. Cada extremo del medidor está provisto de una tuerca universal (de unión), y
- 9 Llave de globo

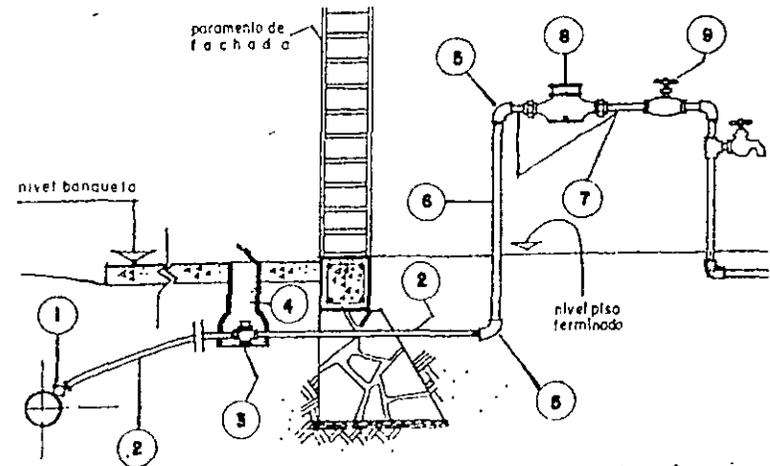


Figura 2.2 Toma domiciliar tipo

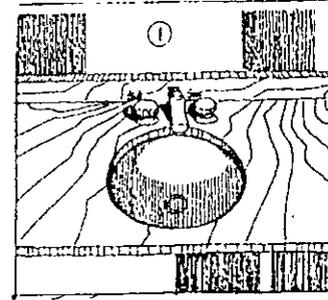
FIGURAS DE MUEBLES SANITARIOS



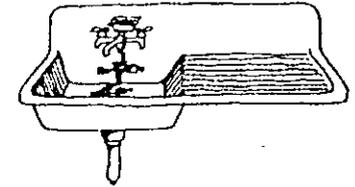
w c con depósito



w c con fluxómetro



lavabo con cubierta amplia



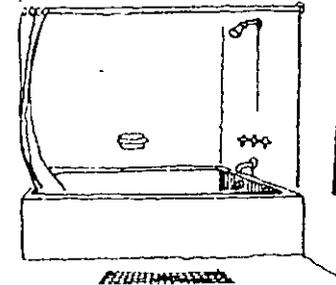
fregadero



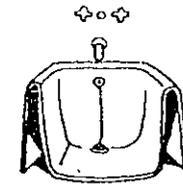
mingitorio



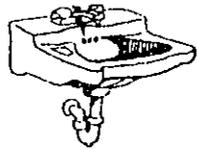
vertedero



tina



bebedero



empotrado o en patas

Lavabos



de pedestal



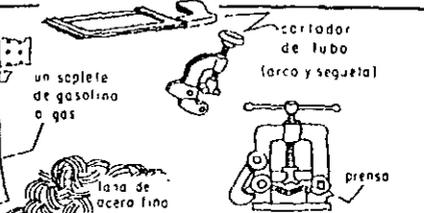
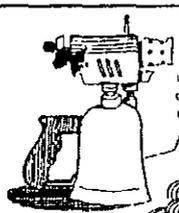
bidet



**2.8 CONEXIONES EN TUBERIAS**

**1 COBRE RIGIDO**

material necesario:



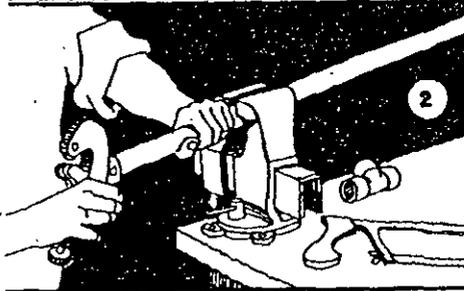
**1.1 CORTE CON**

- Cortador de tubo
- Arco y segueta
- Cortar a escuadra



**1.2 LIMPIEZA EXTERIOR:**

- Lana de acero fina
- Lija neutra en cinta
- Con rima en cortatubo



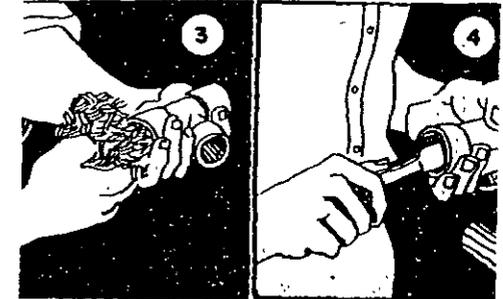
**1 COBRE RIGIDO (CONTINUACIÓN)**

**1.3 LIMPIEZA INTERIOR**

- Cepillo de alambre
- Lana de acero

**1.4 APLICACIÓN DE PASTA**

- Pasta fundente
- Se aplica en:
  - Exterior del tubo
  - Interior conexión
- Capa delgada

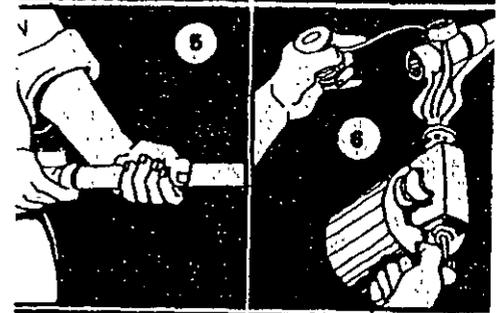


**1.5 INTRODUCCION TUBO-CONEXIÓN**

- Tubo hasta el tope
- Girar conexión ambas Direcciones

**1.6 APLICACIÓN FLAMA**

- En la conexión
- Nunca en el tubo

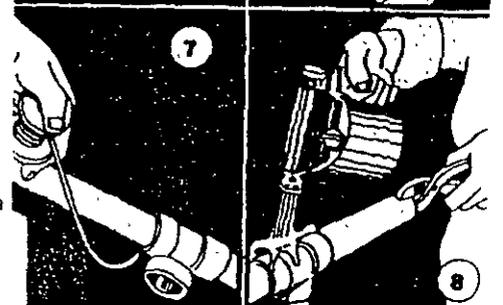


**1.7 APLICACIÓN SOLDADURA**

- Retirar flama
- Poner punta de cordón de soldadura en el borde de conexión
- Aplicar uno o dos puntos
- Hasta aparecer anillo soldadura

**1.8 DESOLDAR CONEXIÓN**

- Aplicar flama con soplete en conexión
- Retirar tubo



2 COBRE FLEXIBLE

2.1 DESENRROLLAR

- Solo cantidad necesaria

2.2 CORTAR

- Usar cortatubos
- Girar cortatubos

2.3 REMOVER Y LIMPIAR

- Con la rima que lleva cortatubo

2.4 PREPARAR EXPANSION

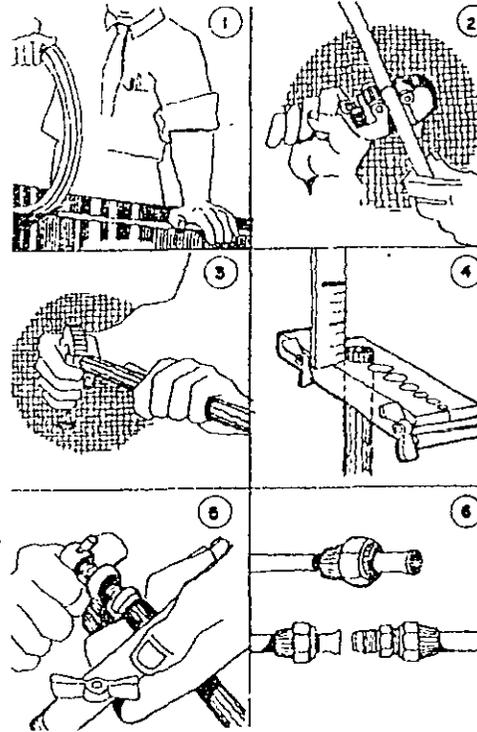
- Extremo de Tubo en orificio adecuado
- Sobresalga 1/8" sobre el "bloque"

2.5 EXPANDIR

- Apretar "cono de expansión" sobre tubo que sobresale
- Cono asienta sobre el bisel formado

2.6 UNION

- Colocación correcta
- Apretar tuerca unión



3 POLICLORURO DE VINILO (P.V.C.)

3.1 CORTE

- Solo cantidad necesaria
- Cortes rectos
- Utilizar fijador de alineación

3.2 LIMPIEZA

- Eliminar rebabas
- Eliminar reborde en pared interior
- Limpiar extremo de tubo e Interior de conexión
- Usar papel lija fino

3.3 CEMENTADO Y UNION

- Tubo libre de humedad
- Aplicar cemento en extremo de tubo e interior de conexión
- Presentar, insertar el tubo hasta el borde

3.4 UNION FLOJA

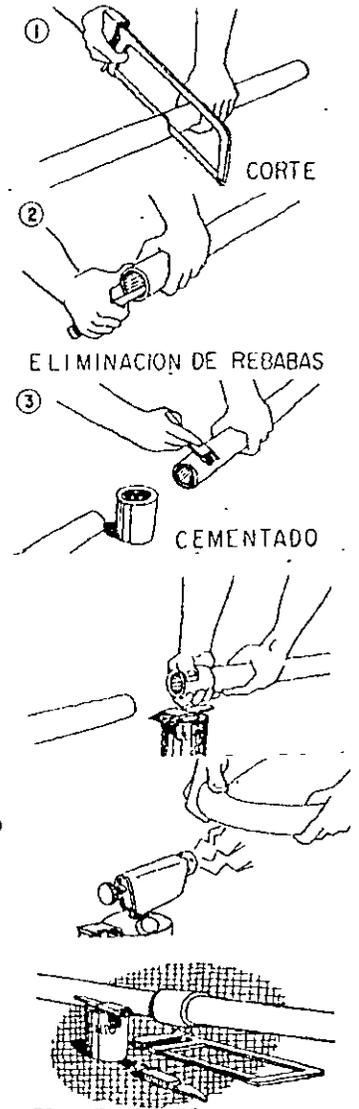
- Záfese unión inmediatamente
- Aplíquese varias capas
- Esperar secado de cada capa

3.5 DOBLADO

- Aplicar calor uniforme rotando el tubo
- Doblar tubería
- Aplicar agua o trapo húmedo

3.6 EXTREMOS ACAMPANADOS

- Calor en el extremo de tubo
- Insertar un "macho" con diám. igual al tubo para insertar
- Proceder al cementado



## INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

### CAPITULO 3 HERMETICIDAD, TINACOS Y CISTERNAS

- 3.1 PRUEBAS DE HERMETICIDAD
- 3.2 TANQUES O DEPOSITOS
- 3.3 CARACTERISTICAS Y DISEÑO DE TINACOS
- 3.4 DISEÑO DE TOMA DOMICILIARIA Y CISTERNA
- 3.5 DUCTOS Y SOPORTES PARA INSTALACIONES

#### 3.1 PRUEBAS DE HERMETICIDAD

Cualquier instalación solo debe ser entregada o recibida cuando se ha verificado que está correctamente realizada, esto se hace tanto **en forma visual** como en su funcionamiento; es decir que en ninguna circunstancia presenta fugas del fluido que transportará. Lo primero se hace mediante un recorrido revisando las instalaciones que aun deben estar sin cubrir con material o plafones y lo segundo llevando a cabo las pruebas de hermeticidad.

Las pruebas de hermeticidad se realizan en las instalaciones hidráulicas y sanitarias, para verificar si se tienen o no fugas en las uniones roscadas, soldadas, a comprensión, en retacadas etc, también para detectar tramos de tubería defectuosos

Las pruebas de hermeticidad en forma general se clasifican como sigue:

- 1 PRUEBA HIDROSTATICA
- 2 PRUEBA A TUBO LLENO
- 3 PRUEBA A COLUMNA LLENA

**PRUEBA HIDROSTATICA** - Esta se realiza en las tuberías de agua fría, caliente, retornos de agua caliente, de vapor, de condensados, etc, es decir, solamente en las instalaciones hidráulicas

Al introducir a las tuberías o recipientes sometidos a la prueba de hermeticidad agua, aire o cualquier gas inerte hasta alcanzar una cierta presión, cuyo valor debe ser de acuerdo al material de las tuberías, conexiones, tipos de válvulas, etc y conociendo el tipo de fluido por conducir además de la presión de trabajo, podemos estar seguros que el principio de PASCAL se cumple

Si por alguna razón técnica o simplemente tratando de demostrar el principio de PASCAL, se cambia de lugar el **MANÓMETRO** que generalmente se instala inmediatamente después del equipo de inyección del fluido de prueba, se pueden instalar varios manómetros en diferentes lugares de las tuberías (en circuito cerrado) sujetas a presión, el valor de la presión medida en cada punto a considerar debe ser exactamente el mismo

Es importante que el supervisor de esta prueba compruebe, antes del inicio de la misma, que el manómetro trabaja correctamente, verificando que marque cero de presión y una vez iniciada detenerla en la presión establecida para la prueba (7 a 8 kg/cm<sup>2</sup>)

Las pruebas se llevan a cabo, introduciendo agua fría a presión en las tuberías con ayuda de una bomba de mano o bomba de prueba, o bien por otros medios similares. Cuando la prueba se realiza con ayuda de la bomba de prueba, en la tubería de descarga de dicha bomba se acopla un manómetro cuya escala normalmente esta graduada en kg/cm<sup>2</sup> o su equivalencia en libras/pulg<sup>2</sup>

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

Las tuberías de agua fría, caliente y retorno de agua caliente, se prueban a presiones promedio de 7 a 8 kg/cm<sup>2</sup> (99.4 a 113.6 libras/pulg<sup>2</sup>), presiones mayores ocasionan daños irreversibles a las cuerdas de las tuberías y a las partes interiores de las válvulas

Las tuberías para vapor y condensado, dependiendo del tipo de material, presión de trabajo y a que las válvulas son de mayor consistencia, pueden ser probadas a presiones promedio de 10 kg/cm<sup>2</sup>.

Una vez que se ha introducido el agua dentro de las tuberías, inclusive alcanzado la presión deseada, la prueba durará un mínimo de 4:00 horas para comprobar que las conexiones y sellos están en perfecto estado y la instalación está exenta de fallas

**PRUEBA A TUBO LLENO** - Esta prueba se realiza a la presión atmosférica en los desagües horizontales, llenando de agua las tuberías correspondientes sin presurizarlas. Por Reglamento, el tiempo de la prueba debe durar como máximo 4:00 horas, principalmente en los niveles superiores a la planta baja en las tuberías de cobre, Fo Fo, o PVC sanitaria.

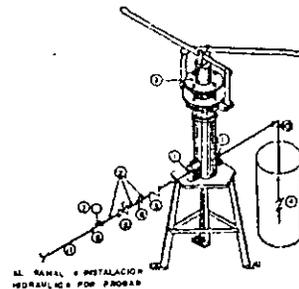
En la práctica, siempre se ha considerado que el tiempo de prueba especificado por el Reglamento es demasiado, porque al realizarse a tubo lleno, la estopa alquitranada y el material se empiezan a humedecer, lo que origina una disminución en el nivel tomado como referencia.

Por lo anterior, se aconseja reducir el tiempo de esta prueba, ya que la disminución rápida de niveles determinan la existencia de fugas y las humedades en los techos y muros marcan los puntos de tales irregularidades

**PRUEBA A COLUMNA LLENA** - Esta se lleva a cabo en columnas de ventilación, bajadas de aguas negras y bajadas de aguas pluviales

Se realiza a cada nivel, tomando como referencia el nivel máximo en el casquillo o codo de plomo que recibe el desagüe de los WC

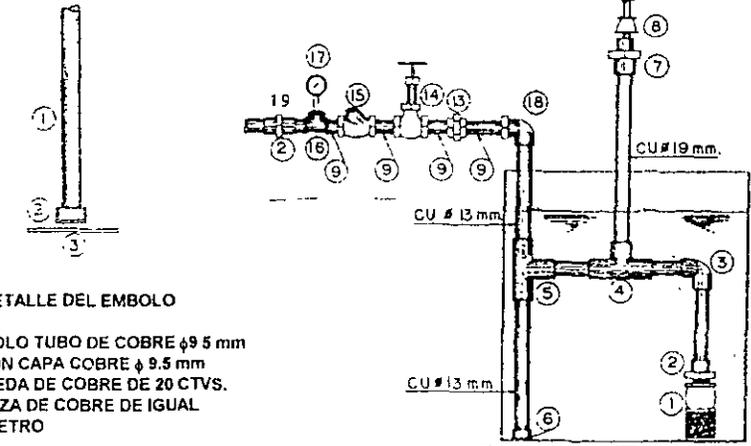
El tiempo de prueba está sujeto a las mismas condiciones que la prueba a tubo lleno



ACCESORIOS PARA SU INSTALACIÓN

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

ARMADA EN OBRA



DETALLE DEL EMBOLO

- 1. EMBOLO TUBO DE COBRE φ 9.5 mm
- 2. TAPON CAPA COBRE φ 9.5 mm
- 3. MONEDA DE COBRE DE 20 CTVS. O PIEZA DE COBRE DE IGUAL DIAMETRO

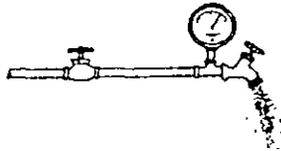
Fig 3 1 Bombas de prueba de fábrica

MATERIALES PARA EL ARMADO DE LA BOMBA DE PRUEBA

1. PICHANCHA CHECK  $\phi$  13 mm
2. CONECTOR DE PRUEBA CUERDA EXTERIOR  $\phi$  13 mm
3. CODO DE COBRE  $\phi$  13 x 90°
4. TEE DE COBRE  $\phi$  13 x 13 x 19 mm
5. TEE DE COBRE  $\phi$  13 mm
6. TAPON CAPA DE COBRE  $\phi$  13 mm
7. CONECTOR DE COBRE CUERDA EXTERIOR  $\phi$  19 mm
8. REDUCCIÓN CAMPANA GALV  $\phi$  19 x 13 mm
9. NIPLE GALV DE CUERDA CORRIDA  $\phi$  13 mm
10. TUERCA DE ESTÓPERO PARA ALIMENTADOR DE LAVABO
11. TUBO DE COBRE (EMBOLO)  $\phi$  9.5 MM
12. TEE DE COBRE  $\phi$  9.5 mm
13. TUERCA UNION GALV  $\phi$  13 mm
14. VÁLVULA DE COMPUERTA ROSCADA  $\phi$  13 mm
15. VÁLVULA CHECK DE COIMPPIO  $\phi$  13 mm
16. TEE GALV  $\phi$  13 mm
17. MANÓMETRO ESCALA DE 0 A 10 kg/cm<sup>2</sup>
18. CODO DE COBRE CON CUERDA INTERIOR  $\phi$  13 mm
19. REDUCCIÓN BUSHING GALV  $\phi$  1/2" A 1/4"

Presión de Flujo

Ejemplo de como se mide la presión manométrica en un tubo en el que se transporta agua, cuando se encuentra abierto y fluyendo el líquido, para ello se coloca el manómetro cerca del sitio de salida, es conveniente medir las presiones antes y después de que fluya el agua



3.2 TANQUES O DEPÓSITOS DE AGUA

El almacenamiento de agua en las edificaciones se hace a través de dos tipos de depósitos que tienen funciones diferentes: **la cisterna y el tinaco.**

La cisterna tiene como principales funciones: 1º. servir para el almacenamiento del agua y 2º. utilizarse como cárcamo de bombeo. Se diseña para almacenar un volumen de agua calculado, es decir la cantidad necesaria para dar servicio al menos durante dos días, cuando el líquido va directamente al tinaco entrega un caudal constante, pero si se bombea directamente a la instalación mediante un sistema con tanque hidroneumático puede entregar un caudal variable. La tubería que alimenta a la cisterna (acometida), debe entregarle un caudal constante, **se calcula con el gasto máximo diario** ( $Q_{MD} = Q_{Med} \times \text{Coef. variación diaria}$ ), según el RCDF.

El tinaco, por su ubicación en la estructura de un edificio y su peso, por norma está establecido que debe tener el menor volumen posible, es decir debe calcularse para almacenar únicamente el volumen de agua que se requiere para el consumo en un día, lo que le permite funcionar como un tanque que regula los gastos de oferta con los gastos que demandan los usuarios durante el día, además controla las demandas máximas en las horas pico las que son abastecidas con el volumen de agua previamente almacenada como se muestra en la figura 3.1, por ello su línea de alimentación (acometida) **se calcula con el gasto máximo horario** ( $Q_{MH} = Q_{Med} \times \text{coef. Var. Diaria} \times \text{coef. Var. Horaria}$ ), según el RCDF.

Los gastos señalados para las acometidas están establecidos en las Normas Técnicas Complementarias de RCDF

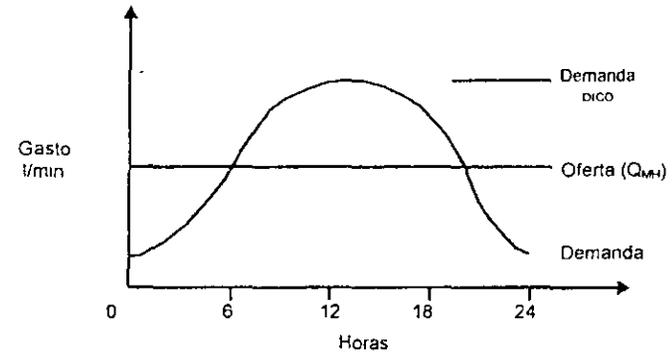


Fig. 3.2 Regularización diaria de la red hidráulica mediante el tinaco

Los tanques para toma de las bombas o cisternas se construyen de mampostería o de asbesto-cemento, los de grandes dimensiones deben dividirse en dos o más compartimientos y disponiéndose además en algún caso de otra cámara como reserva para incendios

Los tanques domiciliarios o tinacos deben estar bastante elevados para dar presión suficiente al ramal y al mueble más alto que se alimenta (mueble crítico), además debe contener agua de reserva para las horas de demanda excesiva del edificio que alimenta. Las tuberías que requiere un tanque son: 1º. la de alimentación que viene de la bomba y que suele formar codo sobre la parte alta del tanque, cuenta con un flotador que, al llenarse el tanque, cierra la válvula de alimentación, 2º. la de distribución que parte del fondo del tanque penetrando en él unos cuantos centímetros para evitar la salida de sedimentos que se hayan depositado, y 3º. el tubo de rebosadero, empalmado en la pared casi en el borde del tanque. Para vaciar el tanque hay una conexión que une el fondo y la tubería de rebosadero, ésta tubería de vaciado y limpieza lleva válvula de compuerta.

Los tanques domiciliarios (tinacos) cuya ubicación sea en el exterior, pueden construirse de acero, de mampostería, de concreto o de polietileno de alta densidad, pero los que se instalan en el interior del edificio generalmente son prefabricados de asbesto-cemento o de polietileno, también se pueden construir de mampostería

La operación de llenar los tanques se gobierna por flotadores que están conectados eléctricamente con las bombas y que por medio de sus movimientos de ascenso y de descenso acompañando el nivel del agua del tanque, detienen o arrancan automáticamente los electromotores que accionan las bombas. Otros tipos de regulación del nivel del agua en los tanques se fundan en las diferencias de presión a distintas alturas. Una tubería agregada al tanque llamada de excedencias, al pasar el agua por ella avisa que éste está lleno en casos de interrupción del sistema eléctrico del control por niveles. Para el mismo fin también se emplean manómetros de mercurio provistos de timbre de alarma.

**3.3 TINACOS**

Los tinacos para almacenamiento de agua y distribución de ésta por gravedad, son de materiales como PVC, fibra de vidrio, fibrocemento y polietileno multicapas, son de formas y capacidades diversas. También se pueden construir en mampostería de tabique reforzándolo con castillos, el fondo y la cubierta se construyen de concreto armado. Se indican los de fábrica de uso más frecuente.

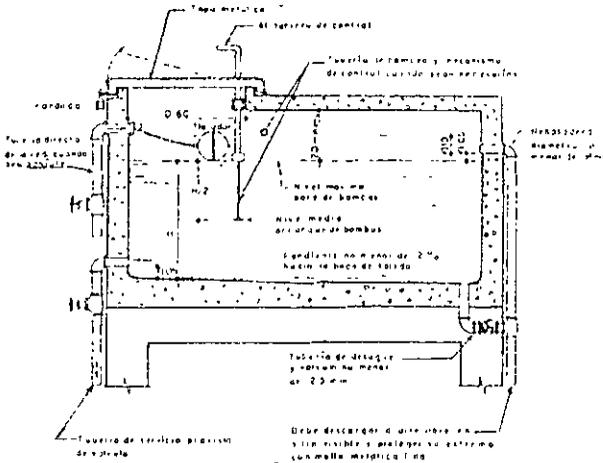


Fig 3.3 Instalaciones en un tinaco construido de mampostería

**Verticales sin patas**  
200, 400, 600 y 1100 lts

**Verticales con patas**  
200, 300, 400, 600, 700, 800, 1100 Y 1200 lts

**Verticales cuadrados**  
400, 600 y 1100 lts

**Horizontales**  
400, 700, 1100 y 1600 lts

**Trapezoidales**  
600 y 1100 lts  
**Estéricos asb-c**  
1500, 2500 y 3000 lts

**Estéricos f. de vidrio**  
400, 600 y 1100 lts

**Verticales Multicapa**

**DISEÑO DE TINACOS**

La capacidad mínima de litros en los tinacos o tanques elevados para almacenar el agua que se consume en un día, es de acuerdo al valor de la dotación asignada y al número de personas, en el caso de viviendas se puede calcular en forma aproximada de acuerdo al número de recámaras, con el siguiente criterio:

- Para 1 Recámara =  $1 \times 2 + 1 = 3$  personas
- Para 2 Recámaras =  $2 \times 2 + 1 = 5$  personas
- Para 3 Recámaras =  $3 \times 2 + 1 = 7$  personas

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

Para edificios con otro uso, se toman los datos de la tabla de "dotaciones mínimas" (inciso 2.7 del capítulo 2)

Ejemplo No 1

Para 4 recámaras deberán considerarse como mínimo  $(4 \times 2 + 1) = 9$  personas  
 $9 \times 150 = 1300$  litros/día

Para 5 recámaras =  $(5 \times 2 + 1) = 11$  personas.

$$11 \times 150 = 1650 \text{ litros/día}$$

Ejemplo No 2

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

Personas =  $3 \times 2 + 1 = 7$   
 Total litros =  $7 \times 150 = 1050$  litros  
 El tinaco deber ser de 1100 litros

**3.4 DISEÑO DE TOMA DOMICILIARIA Y CISTERNA**

El tramo entre el cuadro de la toma domiciliaria y la cisterna se le llama línea de llenado de la cisterna y se instala por cuenta del usuario del predio

La capacidad mínima de la cisterna se calculará considerando el almacenamiento para dos días y el valor de la dotación asignada según el uso del edificio

**Diámetro de la "toma" y de la línea de llenado**

Para determinar los diámetros, hay que tomar en cuenta lo siguiente

- Gasto medio diario, se calcula:

$$Q_{md} = \frac{\text{Habitantes} \times \text{Dotación (l/hab/día)}}{96\,400 \text{ (segundos/día)}}$$

- Gasto de diseño, será el gasto medio diario multiplicado por el coeficiente de variación diaria (1.4)  $Q_{md}$  cuando va de la toma a la cisterna y se multiplica por 1.55  $Q_{md}$  (coeficiente de variación horaria) cuando va de la toma al tinaco los coeficientes 1.4 y 1.55 fueron establecidos por la CNA en 1994 sustituyendo a los anteriores de 1.2 y 1.5
- Gasto de la "toma", se considerará igual al consumo diario probable ( $Q_{MD}$ ) dividido entre las horas de servicio de la red municipal, por lo que en cada caso habrá necesidad de verificar las horas de suministro, quedando

$$Q_{max} = \frac{(Q_{MD} \times Q_{var}) \times 24}{\text{No horas de servicio}}$$

- Presión mínima disponible de la red municipal en el probable punto de conexión con la línea de "toma" la que se puede conocer en forma **manométrica** utilizando un manómetro como se muestra en la figura de la página 5, ó en forma

**piezométrica**, conectando una manguera, elevarla y observar hasta que altura llega el agua (mca), estas mediciones se pueden hacer en el propio predio o en otro predio cercano

- Diferencia de nivel entre el punto de conexión a la red municipal y el punto donde descarga o el punto de salida de la línea de llenado, en la cisterna
- Pérdidas de carga por fricción en las tuberías, válvulas, conexiones, medidor y flotador

Si no se cuenta con todos los datos anteriores, el diámetro de la toma que va a la cisterna, se puede encontrar con la expresión  $A = \frac{Q_{MD} \cdot T \cdot D}{\sqrt{4 \cdot Q_{MD} \cdot T \cdot \pi \cdot I}}$ ; podemos considerar una velocidad entre 1 y 1.5 m/seg, (velocidad con la que normalmente se calculan las redes de distribución de agua del servicio municipal)

**EJEMPLO DE CALCULO DE UNA TOMA DOMICILIARIA**

Edificio de 10 departamentos con 3 recámaras cada uno, con dotación de 150 l/persona/día, con cisterna y bombeo directo

**Datos:**

- No de departamentos 10
- Recámaras por departamento 3
- Total de personas 10(3x2+1)= 70
- Dotación 150 l/persona
- Velocidad de flujo 1 m/seg (estimada)
- Toma conectada a la cisterna
- Suministro de agua 24 horas, con probabilidad de contar únicamente con suministro de 12 horas al día

**1º. Solución, para suministro de 24 horas**

$$Q_{gastomediodiario} = \frac{70 \times 150}{86400} = 0.1216 \text{ l/seg}$$

$$Q_{gastomax} = 0.1216 \times 1.2 = 0.14592 \text{ l/seg}$$

$$A = Q/V = (0.14592 \text{ l/seg} / (1.00 \text{ m/seg})) = (0.00014592 \text{ m}^3/\text{seg}) / (1 \text{ m/seg}) = 0.0001459 \text{ m}^2$$

$$A = 0.785 \text{ d}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{A}{0.785}} = \sqrt{\frac{0.0001459}{0.785}} = 0.013m$$

$d = 1.3 \text{ cm} = \text{mm} \approx \frac{1}{2}''$  de diámetro

## 2°. Solución, para suministro de 12 horas

En el mismo ejemplo, si el suministro fuera de 12 horas al día, tendríamos

$$Q_{\text{vta}} = 0.14592 \text{ lts / seg}$$

$$Q_{\text{toma}} = \frac{0.14592 \times 24}{12} = 0.29184 \text{ lts / seg}$$

$$A = \frac{0.29184}{1.00 \times 1000} = 0.0002918 m^2$$

$$d = \sqrt{\frac{0.0002918}{0.785}} = 0.01928 m$$

$$d = 1.928 \text{ cms} = 19.28 \text{ mm} = 3/4''$$

Entonces es suficiente una toma de  $\frac{3}{4}''$

## CISTERNA

### Zona de succión y recolección de sedimentos

En el lado donde se instalen las tuberías de succión se proyectará un foso para la recolección de los sedimentos que sean arrastrados a la cisterna por el agua y para darle la sumergencia adecuada a las tuberías de succión. La profundidad de este foso, a partir del fondo de la cisterna, deberá considerar 30 cm para sedimentos mas 4 diámetros de la tubería de succión de mayor diámetro. Estos 4 diámetros se contarán a partir de la parte inferior de la válvula de retención en el caso de las tuberías de succión verticales, o a partir de la parte superior de la tubería de succión cuando ésta es horizontal, como es el caso de un cabezal de succión.

Si se tienen succiones verticales directas, el ancho del foso será de 0.6 metros y el largo mínimo será el requerido para todas las tuberías de succión.

Cuando la succión de las bombas es por medio de un cabezal, se tiene solamente una tubería horizontal. En este caso el foso deberá tener una área horizontal no menor de 2.0 x 2.0 metros.

La succión de la cisterna deberá estar en el lado opuesto a la ubicación de la tubería de alimentación.

## Ventilación

Para la entrada del aire exterior y la salida del vapor y gases desprendidos del agua, deberán proyectarse tubos de ventilación con un diseño adecuado para evitar la entrada de insectos, roedores y otros animales y, en general, de basura y materias extrañas.

Se pondrá una ventilación de 100 mm de diámetro por cada 200 metros cuadrados o fracción de área superficial. En caso de que el tanque esté dividido y de haber trabes o celdas, se podrán dejar, en ellas "pasos de aire" de 76 mm de diámetro y contiguos a la losa superior para no tener que poner una ventilación por cada depósito.

## Accesos para inspección y limpieza

En el lugar más cercano al flotador, a las tuberías de succión y a los electrodos para el control de los niveles alto y bajo, deberán proyectarse registros de acceso y una escalera marina de aluminio adosada al muro.

## Localización

Para la localización de las cisternas considerar lo siguiente:

a) Deben estar lo más cerca posible a los equipos de bombeo.

b) La cisterna de agua cruda podrá estar enterrada, semienterrada o superficial, dependiendo del tipo de suministro en la red municipal de distribución de agua.

Si la distribución municipal de agua es por bombeo, la cisterna siempre estará enterrada.

Si el suministro municipal se efectúa a partir de un tanque de distribución con la suficiente altura que garantice que siempre se tendrá carga suficiente en el punto de "toma", la cisterna podrá estar enterrada, semienterrada o superficial.

La altura máxima estará dada en función de la carga mínima en el punto de "toma" y de las recomendaciones estructurales.

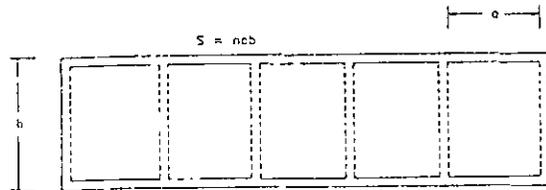
c) En el caso de cisternas enterradas, se evitará el contacto con las aguas freáticas y se tratará de mantener una separación no menor de 3 metros de fosas sépticas o de albañales de aguas negras que no sea de tubería impermeable, en caso contrario, es suficiente una distancia de 0.6 metros.

## Proporciones de las cisternas más económicas

Determinado el volumen que se almacenará y la profundidad del agua dentro de la cisterna, queda definida la superficie total que deben tener los compartimientos, cuyo número se fija en atención a sus dimensiones constructivas, a fin de no tener que recurrir a espesores exagerados en las losas de concreto con que se cubrirán éstos (no olvidar que

se requiere un bordo libre entre el nivel máximo del agua y la losa de cubierta).

Si la cisterna tiene (s) metros cuadrados de superficie en planta, se subdivide en (n) en compartimentos, siendo cada uno de (a) metros por (b) metros, en planta que



En el caso de que los (n) compartimentos formen una sola hilera, la superficie de los muros será proporcional a la altura interior de la cisterna dimensión que se toma como fija y proporcional a la suma de las longitudes de los muros, suma que será

$$M = 2 na + (n+1) b$$

Pero como  $b = S/na$

$$M = b(n+1) + 2 s/b$$

Y para que el desarrollo de los muros sea mínimo, derivamos e igualamos a cero

$$\frac{dM}{db} = (n+1) - 2 s/b^2 = 0$$

o sea que.

$$n+1 = 2 s/b^2 = na/b$$

De lo que resulta que las proporciones de cada compartimento están en la relacion

$$a/b = (n+1)/2n$$

Y por otra parte se ve que el minimo se obtiene cuando la suma de las longitudes es igual a la de los muros transversales

$$2 na = b (n+1)$$

Según lo anterior las proporciones óptimas de cada compartimento, en cisternas de una

sola hilera de celdas son como sigue

Total de celdas	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Proporciones de los lados	a b	1,1	3 4	2 3	5 8	3 5	7 12	4 7	9 16	5 19	11.20

Para cisternas con dos hileras de celdas, se tiene como superficie total en planta de los (n) compartimentos

o bien

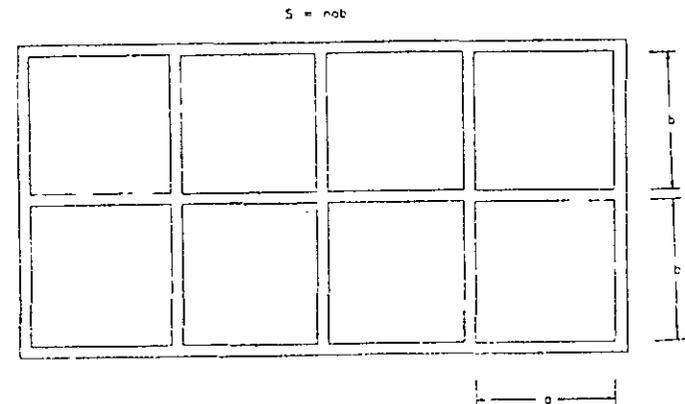
$$M = 3 na/2 + b (n+2)$$

por lo que

$$\begin{aligned} dM/db &= 3 s/2b + (n+2) = 0 \\ n+2 &= 3 na/2b \end{aligned}$$

Y también en este caso el mínimo de muros se obtiene cuando el desarrollo de los transversales es igual al de los muros longitudinales

$$2na/2 = b (n+2)$$



De acuerdo con lo anterior, las proporciones óptimas para cada compartimiento en cisternas con dos hileras de celdas son

Total de celdas	n	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Proporciones de los lados	a b	4 3	1 1	8 9	5 6	4 5	7 9	16 21	3 4	20 27	11 15

Así, por ejemplo una cisterna de 72,000 litros, con un metro de lámina de agua y de 3 compartimientos, puede construirse con dimensiones a = 4 00 metros y b = 6 00 metros a cada compartimiento, dando un largo de 12 metros, más 4 espesores de muro, y una anchura de total de 5 metros, más el grueso de 2 muros. Esta misma cisterna podría tener 10 compartimientos de a = 2 40 m por b = 3 00 m, con una longitud total de 12 metros más gruesos de muro y un ancho en total de 12 metros más 6 gruesos de muro y un ancho total de 6 metros más 3 espesores de muro

Igualmente, una cisterna de 200 m<sup>2</sup> de planta con 10 compartimientos en dos hileras, resulta con dimensiones de 4,00 m por 5 00 en cada compartimiento, dando una longitud total de 20 metros más 6 espesores de muro, y una anchura total de 10 metros más el grueso de 3 muros

En los tres ejemplos anteriores puede comprobarse que los muros longitudinales miden lo mismo que los transversales, sin tomar en cuenta los espesores:

Primer ejemplo - los muros longitudinales miden 12 m x 2 = 24 metros, en tanto los transversales suman 6m x 4 = 24 m

Segundo ejemplo - total de muros longitudinales: 3 x 5 x 2.40 = 36 metros, suma de muros transversales 2 x 3 x 6 = 36 m

Tercer ejemplo - Muros transversales con desarrollo total de 2 x 5 x 6 = 60 metros, muros longitudinales: 3 x 5 x 4 = 60 m

**Diseño práctico de cisternas**

Para realizar en forma práctica el diseño de una cisterna sencilla, es necesario tener presente lo que establecen los Reglamentos y demás Disposiciones sanitarias en vigor, pues es importante evitar en lo posible la contaminación del agua almacenada, a base de una construcción "impermeable" y de establecer distancias mínimas de dicha cisterna a los linderos más próximos, a las bajadas de aguas residuales y con respecto a los albañales, además de considerar otras condiciones impuestas por las características y dimensiones del terreno disponible, del volumen de agua requerido o por otras condiciones generales o particulares en cada caso

Si la capacidad de la cisterna es mayor de 79 m<sup>3</sup> es conveniente dividirla en dos celdas

Las grandes edificaciones con mas de 2,500 metros cuadrados deben tener una cisterna con una reserva para incendios que contenga 5 litros por metro cuadrado de construcción, pero nunca será menor de 20,000 litros. El almacén de esta reserva se recomienda se tenga en el fondo de la cisterna con una salida independiente al fondo, en tal forma que el agua para servicio se tomará en una salida arriba del tirante correspondiente a la reserva. También se puede construir un tanque especial para ello, o un depósito junto al del agua de servicio, con el mismo tirante y divididos por un muro

**Distancias mínimas recomendables**

- a) Al lindero más próximo debe ser 1.00 m.
- b) Al albañal 3 00 M.
- c) A las bajadas de aguas negras 3 00 M.

Las distancias señaladas en b y c pueden reducirse hasta a 60 cms., cuando la evacuación de las mismas es mediante tubería de fierro fundido o cuando se hace con tubo de polietileno de alta densidad

**PASOS PARA EL DISEÑO DE CISTERNAS**

Cuando se trata de diseñar una cisterna para almacenar el volumen de agua requerido, conociendo el valor de la dotación, los litros de agua de reserva por persona, en su caso el número de recámaras y las dimensiones del terreno disponible

**Solución**

1 - De acuerdo al uso del edificio, de la tabla de "dotaciones mínimas" (inciso 2.7) se obtiene la dotación en el caso de un edificio habitacional, de acuerdo al número de recámaras se determina en forma aproximada el número de personas

2 - Una vez determinada la dotación, se calcula el volumen total de agua por almacenar, considerando además de la dotación una cantidad en litros como reserva previendo en estos casos fallas en el sistema de abastecimiento. El Reglamento de Construcciones del D.F. y algunas instituciones recomiendan construirla para una capacidad de reserva de mínima para dos días

3 - Con los valores obtenidos y de acuerdo con las características del terreno, se diseña la cisterna definiendo sus valores en cuanto a profundidad, largo y ancho

**EJEMPLO 1**

Diseñar una cisterna para una casa habitación que consta de 3 recámaras, en cuyo caso se asigna una dotación de 150 litros por persona y por día, además de una reserva de 150 litros por persona

a) - Total de personas =  $3 \times 2 + 1 = 7$   
 b) - Volumen requerido = DOTACION TOTAL + RESERVA  
 DOTACION TOTAL =  $7 \times 150 = 1,050$  litros  
 Volumen requerido =  $1,050 + 1050 = 2,100$  litros  
 $V = 2,100$  litros =  $2,10$  M<sup>3</sup>

c) - Se diseña la cisterna, indicando medidas interiores y tomando en consideración piso y muros de concreto con doble armado de 20 cm de espesor, sin olvidar que para cisternas de poco volumen y como consecuencia de profundidades que no rebasen los 2.00 metros, ni sean menores de 1.60 m de la altura interior, la altura del agua debe ocupar como máximo las 3/4 partes cuando se trabaja con valores específicos

Otra solución es calcular la cisterna de acuerdo al volumen total requerido y enterrarla más, para dejar de 40 a 50 cms. De bordo libre entre el nivel del agua y la parte baja de la losa que la cubre, para la correcta operación y manejo de los controles

Como puede observarse, se dispone a lo ancho del terreno de

$$8.00 - A - B - C - \text{dos veces el ancho del muro}$$

$$= 8.00 - 1.00 - 3.00 - 1.00 - 0.40$$

$$= 2.60 \text{ m}$$

siendo,

- 8.00 ancho total del terreno
- A = Distancia del albañal al lindero más próximo
- B = Distancia mínima del albañal a la cisterna
- C = Distancia de la parte exterior de la cisterna al lindero más próximo
- 0.40 = espacio total ocupado por los dos muros de concreto con doble armado

Considerando que no se tiene problema con la dureza del terreno ni con los niveles freáticos y tomando en cuenta el reducido volumen requerido, se dará para este caso un valor a la altura total interior de la cisterna de  $H = 1.60$  m

$$\text{Si } H = 1.60 \text{ m } \quad h = \frac{3}{4} H = \frac{3}{4} (1.60) = 1.20 \text{ m.}$$

Conociendo el volumen requerido  $V = 2.10$  m<sup>3</sup> y la altura máxima del agua dentro de la cisterna  $h = 1.20$  m, al dividir el volumen  $V$  entre la altura  $h$ , se obtiene el área de la base de la cisterna, es decir

$$A = \frac{V}{h} = \frac{2.10 \text{ m}^3}{1.20 \text{ m}} = 1.75 \text{ m}^2$$

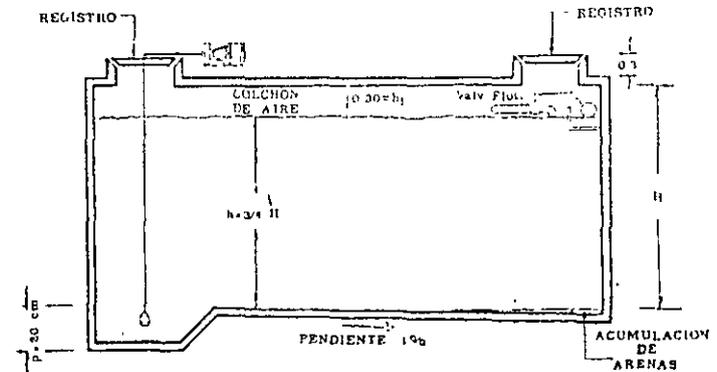


Fig 3.4 Características básicas de una cisterna

Si se tratara de una cisterna con base cuadrada, para calcular el valor de sus lados bastaría con sacarle raíz cuadrada al valor del área, en virtud de que  $A = \text{Lado} \times \text{lado} = \text{Lado al cuadrado} = L^2$

Como en este caso se desea una cisterna con base rectangular, para facilitar el cálculo puede asignarse al ancho  $a = 1.00$  m se tiene

$$\text{Area} = \text{ancho} \times \text{largo} = a \times b$$

$$A = a \times b$$

Como "A" y "a" son valores conocidos se calcula el largo que debe tener la base de la cisterna

$A = a \times b$  en consecuencia

$$b = \frac{A}{a} = \frac{1.75}{1.00} = 1.75 \text{ m}$$

Por tratarse de una cisterna pequeña no se considera el cárcamo

**EJEMPLO 2**

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

Solución

No de departamentos = 10  
 Recámaras por departamento = 3  
 No de personas por departamento = 3 x 2 + 1 = 7  
 Total de personas = 7 x 10 = 70  
 Dotación asignada = 150 litros por persona por día  
 Reserva = 100 litros por persona  
 Total por persona = 250 litros  
 Volumen de agua por almacenar = V<sub>1</sub>  
 V = 250 x 70 = 17,500 litros = 17 5 m<sup>3</sup>

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

NOTA - Todas las esquinas interiores de las cisternas, deben ser redondeadas para evitar la fácil formación de colonias de bacterias y para una mejor limpieza

EJEMPLO 3

Diseñar una cisterna para un condominio, protegido con sistema contra incendio

Datos.

Planta baja y 6 niveles

2 Departamentos en planta baja y por cada nivel  
 3 Recámaras por departamento  
 Dotación = 150 litros/ persona /día  
 Sistema Entrega agua las 24 hrs  
 Hidrantes Trabajan 2 durante 90 min

Solución

No de departamentos = 7 x 2 = 14  
 No de personas/depto. = 3 x 2 + 1 = 7  
 No total de personas = 14 x 7 = 98

Volumen mínimo requerido por día  
 = 150 x 98 = 14,700 litros  
 Gasto medio = Q medio

$$Q_{medio} = \frac{\text{Volumen mínimo requerido/día}}{\text{No de segundos/día}}$$

$$Q_{medio} = \frac{14,700}{24 \times 60 \times 60} = \frac{14,700}{86,400} = 0.17 \text{ litros/seg}$$

Gasto máximo diario

$$Q_{máx \text{ diario}} = Q_{medio} \times 1.4$$

$$Q_{máx \text{ diario}} = 0.17 \times 1.4 = 0.238 \text{ litros/seg}$$

Siendo 1.4 el coeficiente de variación diaria, el cual afecta al gasto medio, porque se ha demostrado que de acuerdo a las estaciones del año, se tienen variaciones notables en el gasto máximo diario, con un valor promedio de 1.4

El mayor consumo de agua en forma general, se considera de las 6 00 a las 9 00 de las 13 00 a las 16 00 y de las 18 00 a las 21 00 horas

Consumo máximo promedio/día

$$\text{Cons máx prom /día} = Q_{máx \text{ horario}} \times \text{No de seg /día}$$

$$\text{Cons máx prom /día} = 0.238 \times 86,400 = 20,563 \text{ lts}$$

La reserva del consumo diario previendo fallas en el sistema de abastecimiento y considerando que se va a contar con un sistema contra incendio, se estima debe ser como mínimo del 50% del consumo máximo promedio por día

Consumo max pro /día + Reserva

$$= 20,563 + 10,281 = 30,844 \text{ litros}$$

VOLUMEN MINIMO REQUERIDO PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIO

Se considera que como mínimo DOS mangueras de 38 mm de diámetro, deben funcionar en forma simultánea y que cada una tiene un gasto Q = 140 litros/minuto

$$\text{Gasto Total de las DOS mangueras} \\ QT \times 2 \text{ h} = 140 \times 2 = 280 \text{ litros/min}$$

Tiempo mínimo probable que deben trabajar las DOS mangueras, en tanto se dispone del servicio de bomberos = 90 minutos

$$\text{Gasto total del sistema contra incendio} = QTSI$$

$$QTSI = 280 \text{ litros/min} \times 90 \text{ min.}$$

$$QTSI = 25,200 \text{ litros}$$

Sumando el consumo máximo promedio, más el 50% de esta cantidad para reserva, más el volumen requerido para el sistema contra incendio, se obtiene la Capacidad Util de la Cisterna

Capacidad Util de la Cisterna

Cap Util Cist = 20,563 + 10,281 + 25,200

Cap Util Cist = 56,044 litros = 56 m<sup>3</sup>

También se pueden construir dos tanques de 30 m<sup>3</sup> y de 26 m<sup>3</sup>

EJEMPLO 4

Diseño de la cisterna en un hotel

DATOS

-SUPERFICIE - 6000 M<sup>2</sup>

-CUARTOS - 150

-DOTACION 300 lts/huesped/día

-TIEMPO DE SERVICIO 12 HORAS

- INCENDIO

- 2 Horas hidrante = 120 minutos
- 5 lts/m<sup>2</sup> de superficie (mínimo 20 m<sup>3</sup>)

SOLUCION

HUESPEDES - 150 x 2 x 300 lts = 90,000 lts/día

AIRE ACONDICIONADO (dato) = 50,000 lts

dotación diaria total = 140,000 lts/día

$$Q = \frac{140,000}{86,400/2} = 3.24 \text{ lts/seg}$$

cisterna para tres días = 420 m<sup>3</sup>

+ incendio 5 lts/m<sup>2</sup> superficie (mínimo 20 m<sup>3</sup>) 6000 x 5 = 30 m<sup>3</sup>

capacidad total = 450 m<sup>3</sup>

Otra solución:

LA ASOCIACION MEXICANA DE INSTITUCIONES DE SEGUROS (AMIS) ESTABLECE CAPACIDAD MINIMA PARA 2 HIDRANTES TRABAJANDO MINIMO 2 HORAS

140 lts/m x 60 min x 2 hrs x 2 hidrantes = 33.6 m<sup>3</sup>

uso	420
incendio	33.6
	453.6 m <sup>3</sup>

SE HARAN DOS CAMARAS DE 230 m<sup>3</sup>

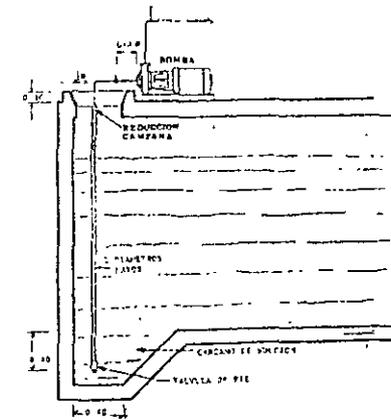


Fig. 3.5 Características constructivas de una cisterna (a)

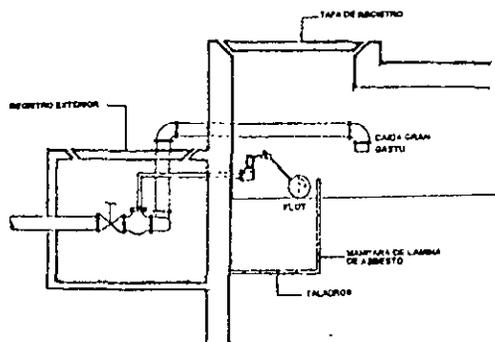


Fig 3.5 Características constructivas de una cisterna (b)

**3.5 DUCTOS Y SOPORTES PARA INSTALACIONES**

Ducto es el espacio destinado para colocar las tuberías de todo tipo de instalaciones. Es muy importante que durante el proyecto del edificio trabajen en conjunto, además del proyectista del mismo, los proyectistas de las instalaciones, con el fin de que se determine la ubicación y dimensiones de los ductos verticales, las tuberías horizontales, así como los soportes apoyados en las losas, traves y de las zanjias a nivel de piso.

Los soportes y perchas son importantes para que todas las tuberías de agua a presión (fría y caliente), drenaje y ventilación, estén sujetas debidamente durante su recorrido. La necesidad de cuidar la pendiente adecuada y para evitar que se cuelguen o pandeen, así como las obstrucciones en las tuberías es de suma importancia si el sistema debe trabajar en forma adecuada sin un mantenimiento excesivo o innecesario.

Las tuberías que se instalan sobre el piso, necesitan estar cuidadosamente sujetas. Normalmente las perchas deben estar siempre soportadas o ancladas a la estructura del edificio, no deben aceptarse tuberías ni perchas apoyadas en otros tubos, ductos u otros servicios similares, no importa que esto se considere conveniente.

**HORIZONTALES**

Los horizontales en caso de estar entre el plafond y la loza, deberá contar con un soporte, generalmente "colgante" de la losa, en caso de estar en la planta baja, se construirá una zanja impermeable de mampostería o de concreto que permita la colocación de los ductos con su debida separación; como estos ductos deben estar visibles, en la parte de arriba de

la zanja o canal se colocará una rejilla de material resistente al paso de personas, de maquinaria o equipo según sea el caso, además la zanja deberá tener una pendiente y la instalación requerida para su desagüe.

**VERTICALES**

Deben tener un ancho mínimo de 60 centímetros mientras que el largo dependerá del número y tipo de ductos que se coloquen, el largo se recomienda de 1 a 2.5 metros, estas dimensiones permiten que el personal pueda inspeccionarlos y manejar las herramientas y el equipo necesarios para hacer las reparaciones que se requieran, por eso en cada nivel debe tener un piso de rejilla o puente metálico, al que se pueda acceder a través de una puerta. Con objeto de comunicar cada piso a través de estos ductos es conveniente instalar escaleras marinas.

**PRINCIPALES FUNCIONES DE LOS DUCTOS**

- 1 No permitir que las instalaciones pasen por lugares inadecuados y tenerlos aislados o separados de circulaciones y áreas que no permitirían su reparación sin causar molestias.
- 2 Conocer los tipos de fluidos que se transportan identificándolos con los colores que establece el "Código de Identificación de Fluidos en Tuberías".
- 3 Revisar tuberías y detectar los problemas, así como facilitar su arreglo.
- 4 Cambiar tuberías cuando se requiera.
- 5 Localización de válvulas, switches y otras instalaciones de control.
- 6 Evitar que las fugas que se puedan presentar, se propaguen y deterioren los muros o pongan en riesgo la estructura, además de la vida y la salud de los ocupantes del edificio.

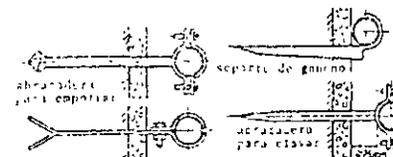


Fig 3.6 Accesorios para la fijación de las tuberías (a)



## INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

### CAPITULO 4 DISTRIBUCION DE AGUA FRIA

- 4.1 GENERALIDADES
- 4.2 SISTEMAS DE ALIMENTACION
- 4.3 VELOCIDADES
- 4.4 SELECCIÓN DE DIAMETROS
- 4.5 GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCIÓN
- 4.6 DIAMETROS Y CARGAS DE TRABAJO
- 4.7 PERDIDAS POR FRICCIÓN
- 4.8 DISEÑO DE LA RED DE AGUA FRIA
- 4.9 CONEXIONES CRUZADAS Y RETROSIFONAJE
- 4.10 MATERIALES DE LAS INSTALACIONES
- 4.11 CONTROL Y PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES
- 4.12 EJEMPLOS DE DISEÑO DE REDES

#### 4.1 GENERALIDADES

El diseño de las instalaciones hidráulicas (redes de agua fría y agua caliente) se basa en el consumo y el funcionamiento simultáneo de varios muebles para la determinación de los diámetros de cada tramo de tubería

#### COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN HIDRÁULICA

**RED DE DISTRIBUCIÓN.** Es el conjunto de tubos destinados a conducir el caudal de agua necesario y con la presión adecuada a cada artefacto del edificio que para su diseño debe concebirse como un todo, incluye además las piezas especiales (codos, tees, etc) y válvulas

**ACOMETIDA** Es el ramal que une la tubería de la red pública con la instalación de agua del edificio

**DISTRIBUIDORES.** Tubos principales horizontales, de alimentación, inician al final de la acometida, se localizan en el zócalo o en la azotea de los edificios, se dividen en 1° Ramificado (peine) y 2°. Anillo (red cerrada)

**CONDUCCIONES.** 1°. Columnas, tubos verticales por las que sube el agua (montante) o baja (bajante), inician en los distribuidores 2° Derivaciones o ramales, tubos horizontales que se inician en las columnas en cada piso, llevando el agua a cada mueble sanitario

**UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA** comprende el equipo de bombeo con tanque de presión y compresora, o equipo de bombeo con tanque elevado, y la red de tuberías de distribución necesarias para alimentar, con el gasto y presión requeridos, a todos los muebles y artefactos que requieran este servicio

Cuando la presión de que se dispone en la red pública de abastecimiento de agua no es suficiente para que ésta llegue a los muebles sanitarios más elevados venciendo la gravedad y las resistencias, se debe proyectar un tanque elevado con altura suficiente para que puedan contar con la presión requerida. Los tanques pueden hallarse en el interior o en el exterior del edificio y es necesario servirse de alguna clase de bombas para llenarlos

La presión mínima en las tuberías de agua para asegurar un buen servicio doméstico en casas de cinco a seis plantas ha de ser de 2 a 3 kg/cm<sup>2</sup>, muchas instalaciones públicas y suministros particulares con tanque elevado o neumático se proyectan para estas presiones. Cuando se trata de establecimientos comerciales o industriales suele exigirse 4 50kg/cm<sup>2</sup>. En muchos edificios, es necesario instalar bombas, ya sea por razón de la altura del inmueble o por el uso a que se destina

Esta prohibido empalmar las bombas directamente a la red, porque la presión se reduciría de una manera intermitente, se afecta el caudal disponible en las instalaciones vecinas y

pueden provocarse golpes de ariete en la red pública, por ello, debe instalarse una cisterna en los bajos del edificio que se llenará con el caudal de la red, de ahí las bombas toman el agua ya sea para elevarla hasta los depósitos, en lo alto del edificio o para dar la presión requerida utilizando el sistema hidroneumático con el que se bombea en forma directa a la red de servicio de agua

**PROYECTO GENERAL**

El proyecto del suministro de agua de un edificio comprende primero la determinación de la cantidad total de agua necesaria para alimentación, servicios sanitarios, jardines, estacionamientos, lavandería, calefacción, aire acondicionado y protección contra incendios. Una vez determinada esta cifra global se determina la capacidad de los tanques, los diámetros de las tuberías y las capacidades de las bombas necesarias para distribuir el agua entre los distintos servicios en las cantidades requeridas y a las presiones que se deseen. Para edificios bajos y relativamente pequeños el proyecto de suministro de agua es sencillo, pero para edificios elevados con muchos ocupantes, se requiere un estudio cuidadoso para conseguir un servicio eficiente con economía de tuberías y de consumo de agua

**4.2 SISTEMAS DE ALIMENTACION**

Existen dos tipos de sistemas de alimentación a la red del edificio, el primero cuando el agua de la red llega al edificio con suficiente presión o se diseña el bombeo directamente a sus instalaciones mediante tanque hidroneumático o bombeo programado, y el segundo cuando el agua de la red municipal no trae presión y es necesario bombearla a un depósito elevado (tinaco), para de ahí, por gravedad distribuirlo a las instalaciones

**ALIMENTACIÓN DIRECTA**

La alimentación directa se emplea en construcciones de poca altura cuando la presión de la red municipal es suficiente para asegurar la presión deseada en la toma más alta, tomando en cuenta las pérdidas por fricción. Las derivaciones se toman de la misma red de distribución en la base del edificio y las columnas la llevan directamente a los ramales correspondientes y a artefactos. Este sistema también se aplica en conjuntos habitacionales cuando se emplean tanques elevados instalados fuera de los edificios, dando la presión requerida y en forma constante, también cuando en las instalaciones se controla la presión del agua mediante un sistema de tanque hidroneumático o de bombeo programado

Para determinar el diámetro de un montante o columna de alimentación directa se debe tener en cuenta su longitud, y la de los ramales que de él se derivan a los distintos muebles o artefactos, así como la presión que se desee mantener en el mueble más alejado. Considerando la presión requerida para la instalación (elevación, mas presión requerida en el mueble crítico) debe agregársele la presión para vencer la resistencia de fricción y la de paso por codos, tees y válvulas; además considerando el caudal de agua

en litros por segundo que requiere cada sección de la conducción, nos permite encontrar el diámetro de tubo conveniente para cada sección

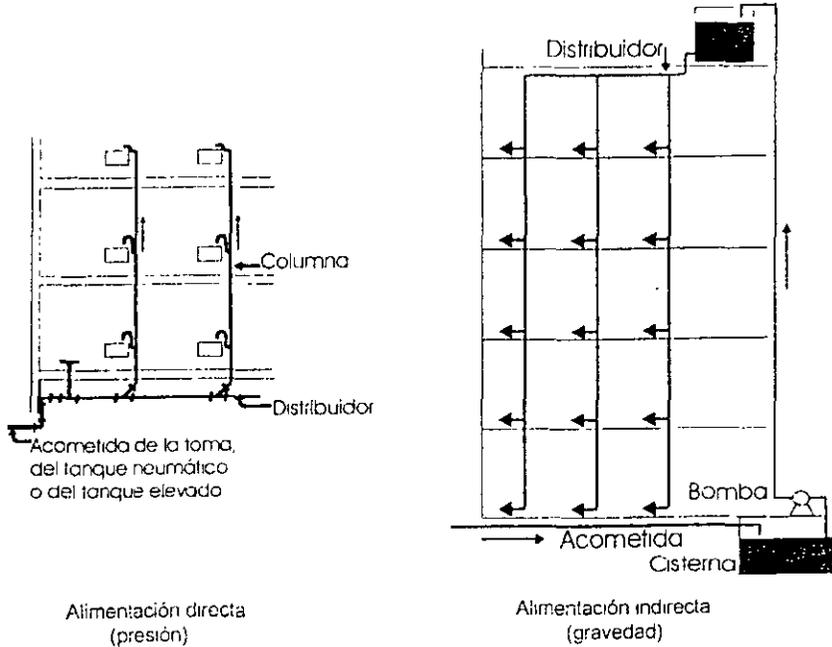
**ALIMENTACIÓN INDIRECTA**

El sistema de alimentación por gravedad o indirecta consiste en instalar una red de conductos que se inicia en un tanque elevado (tinaco) instalado arriba del edificio, continúa por los distribuidores, de ahí a una o más columnas para llevar el agua a los ramales hasta los muebles o artefactos. El tanque se puede llenar por medio de bombeo o directamente desde la red de abastecimiento cuando esta tiene presión suficiente las 24 horas, o solo durante la noche pero es débil durante el día. La altura del tinaco debe ser tal, que pueda alimentar las tomas más elevadas del edificio en forma adecuada

Considerando que este sistema comprende por lo comun un tanque elevado, el primer requisito es colocar el tanque en un punto a suficiente altura para que las tomas más altas tengan la presión requerida. Por razones arquitectónicas y estructurales en ocasiones no es posible obtener una altura suficiente para conseguir la presión de 1 kg/cm<sup>2</sup> en el mueble mas alto del ultimo piso, por ello se aceptan presiones más bajas en dicho piso aun cuando puedan mantenerse presiones más elevadas en los pisos inferiores. Las válvulas de descarga (fluxómetros) de los W.C. y de los mingitorios requieren una presión mínima de 0.7 kg/cm<sup>2</sup>. Pero los tanques de W.C. funcionan con sólo 0.20 kg/cm<sup>2</sup>. Por consiguiente se utilizan estos muebles con tanque o depósito en los pisos mas altos y con fluxómetro en los pisos más bajos. Cuando los edificios son muy altos están subdivididos en zonas, cada sección se diseña por separado, empezando por el extremo inferior de las bajadas

**Ventajas de los sistemas**

Sistema directo	Sistema indirecto
1. Menos tubería y una cisterna más pequeña o ausencia de ésta, lo que facilita y hace menos costosa la instalación	1. Una cisterna de almacenamiento de gran capacidad constituye una reserva de agua durante la interrupción del suministro.
2. Se dispone de agua potable en todos los puntos de descarga.	2. Se reduce la presión del agua en los grifos abastecidos por el tinaco, lo que minimiza el desgaste y el ruido en los mismos
3. Una cisterna más pequeña que puede colocarse abajo de la techumbre	3. Se evita que los aparatos e instalaciones que reciben agua del tinaco, produzcan contaminación del agua potable por contrasfonaje
4. En sistemas sin cisterna no hay riesgo de contaminar el agua desde esa fuente	4. Menor demanda sobre la tubería principal



DISTRIBUCIÓN POR ZONAS

Cuando el suministro de agua de los edificios muy elevados se toma como una sola unidad, las capacidades necesarias para los tanques, bombas y canalizaciones resultan excesivas y dan lugar a presiones exageradas en la parte baja del sistema de alimentación por gravedad, es costumbre en tales casos dividir la altura total del edificio en zonas o fajas horizontales y proyectar los servicios de agua fría y de agua caliente en forma separada para cada una. Con excepción de las bombas que se hallan en la planta inferior del edificio, cada zona está abastecida en forma independiente por su propio sistema de tubería de alimentación, bajantes, depósitos y calentadores de agua. Se deben prever plafones para cubrir las entradas de las tuberías de alimentación del abastecimiento de agua.

La determinación del número de zonas se hace por consideraciones económicas, teniendo en cuenta que al incrementar las zonas se aumenta el número de tanques y de bombas y la longitud de las conducciones pero decrecen sus capacidades y la presión en los tubos de alimentación, además se requieren muchos plafones suspendidos y armazones

pesados, perdiéndose en algunos pisos un espacio aprovechable para el uso al que será destinado el edificio (viviendas, oficinas, etc.) Se considera que las zonas deben comprender de 10 a 20 plantas como solución más práctica, y los diámetros y presiones son los que resultan de alturas en zonas no mayores de 65 metros. Es necesario llevar a cabo un estudio de los costos para tomar la mejor decisión.

4.3 VELOCIDADES

LÍNEA PRINCIPAL

Para no tener pérdidas de carga excesivas en la línea principal debido a la fricción, cuando se determina la carga total de bombeo, se recomienda que las velocidades de flujo estén lo más cercanas posible a las que producen una pérdida de carga del 8 al 10%. La velocidad máxima será de 2.5 m/s para diámetro de 64 mm o mayores.

LÍNEAS SECUNDARIAS Y RAMALES

Siempre que sea posible se recomienda que las velocidades de flujo estén lo más próximo a las que se mencionan a continuación.

DIAMETRO NOMINAL mm	VELOCIDAD RECOMENDADA m/s
13	0.9
19	1.3
25	1.6
32	2.15
38 ó mayor	2.5

VELOCIDADES MÍNIMA Y MÁXIMA

En cualquier caso, la velocidad mínima será de 0.7 metros por segundo y la máxima de 2.5 metros por segundo.

Un consejo práctico es saber que las velocidades cercanas a 1 m/seg se pueden considerar como promedio y con esa base determinar el gasto que puede llevar una tubería, que es igual al cuadrado del diámetro en pulgadas, por ejemplo en tubo de 3" puede llevar un gasto de  $3 \times 3 = 9$  l/seg a una velocidad de 1.25 m/seg aproximadamente.

4.4 SELECCIÓN DE DIAMETROS

SISTEMAS POR GRAVEDAD.

En estos sistemas lo importante es determinar el mueble que origine la mínima pendiente de pérdida de carga permisible, la cual se obtiene dividiendo la carga disponible para

perder por fricción entre la longitud total equivalente de la tubería hasta el punto de alimentación considerado (ver figura 4.7)

Con esta pendiente y tomando en cuenta las velocidades recomendadas, seleccione los diámetros de esta línea, que será la línea principal, de tal forma que la suma de las pérdidas de carga por fricción sea igual o menor que la carga disponible para perder por este concepto

Es de hacerse notar que en donde se tienen suministros de agua fría y de agua caliente, esta línea principal generalmente consiste de tramos de ambos sistemas y que hay que seleccionar primero los diámetros de la red de agua caliente, por ser los mas desfavorables, para después calcular los diámetros de la red de agua fría tratando que las presiones disponibles en cada mueble con estos dos servicios sean sensiblemente iguales, especialmente en el caso de regaderas

#### SISTEMAS POR BOMBEO

En estos sistemas, la selección de los diámetros de ramales y columnas se hará exclusivamente con base en la velocidad, tomando en cuenta los valores recomendados para no tener pérdidas por fricción excesivas, ya que no deben tenerse pérdidas mayores del 10% en ningún tramo

### 4.5 GASTOS EN UNA RED DE DISTRIBUCIÓN

Existen diversos métodos empíricos y probabilísticos, para calcular los gastos en la red de distribución de agua fría y caliente, algunos de los cuales se muestran en el capítulo 11. A partir del gasto calculado se determinan los diámetros, velocidades y pérdidas de carga por fricción mediante las gráficas anexas, cuyo uso depende del material de la tubería (cobre, fierro, etc.)

En México los gastos de los diferentes tramos de una red de distribución de agua fría o de agua caliente para muebles sanitarios, se calcula generalmente con base en el método de Unidades-Mueble (U.M.), también llamado de Hunter, que resultó de un estudio realizado considerando posibilidades de uso de un mueble, el tiempo de descarga y el tiempo entre dos usos consecutivos así como la simultaneidad con otros muebles, la unidad corresponde a un lavabo de uso privado y equivale actualmente a 10 lts/min, los valores de la U.M. para cada tipo de mueble se anexan en este capítulo

Se anexa tabla de cálculo para el diseño de redes de agua fría y caliente, en el inciso 4.12 se presentan ejemplos de diseño para los dos tipos de sistema de alimentación (directa e indirecta) utilizando ésta tabla de cálculo

#### NUEVOS VALORES DE UNIDADES-MUEBLE (U.M.) PARA MUEBLES SANITARIOS

Debido a que en la actualidad el consumo máximo por descarga se ha reducido de 18

litros a 6 litros para inodoros, y a 4 litros para mingitorios; los demás muebles sanitarios deben tener dispositivos para que no proporcionen más de 10 litros por minuto, por ello se han modificado los valores en Unidades-Mueble que se usaban para el cálculo de gastos

Estos nuevos valores de Unidades-Mueble para los muebles sanitarios constituyen un cambio radical con respecto a los valores tradicionalmente usados y tienen como resultado disminución de gastos y, por consecuencia, de diámetros

En las tablas 4.2 se presentan los valores anteriores (en desuso) y en las tablas 4.3 y 4.4 se indican los nuevos valores en Unidades-Mueble de los muebles y equipos sanitarios

#### CÁLCULO DE LAS UNIDADES-MUEBLE DE LOS DIFERENTES TRAMOS

Para el cálculo de las Unidades-Mueble correspondiente a cada uno de los diferentes tramos de una red de distribución sume las Unidades-Mueble de los muebles y equipos a los que da servicio el tramo, con la única salvedad de que al ir acumulando las Unidades-Mueble el último inodoro del último tramo de cualquier línea vale 10 U.M., independientemente de su valor dado por las tablas, y a partir del segundo tramo ya todos los muebles involucrados tendrán el valor dado por las tablas.

#### DETERMINACIÓN DE GASTOS

Los gastos de los diferentes tramos de las redes de distribución de agua fría o de agua caliente a muebles sanitarios se determinarán con base al cuadro 4.5 GASTOS EN FUNCION DE UNIDADES-MUEBLE

Cuando el tramo al que se le va a determinar su gasto alimenta exclusivamente a muebles sin fluxómetro, se usará la columna "sin fluxómetro", pero en caso de que el tramo alimenta a uno o varios muebles con fluxómetro, su gasto se determinará usando la columna "con fluxómetro"

### 4.6 DIÁMETROS Y CARGAS DE TRABAJO MÍNIMAS

Para el diseño de la red es necesario conocer los diámetros mínimos con los que se deben alimentar los muebles sanitarios, así como las cargas de trabajo mínimas que se deben considerar para su adecuada operación.

Considerando lo anterior, es importante tomar en cuenta en el caso de tener un inodoro con fluxómetro ubicado en el último tramo de un ramal, independientemente que el servicio sea público o privado, a dicho mueble debe de considerársele el valor de 10 unidades mueble (recomendación del IMSS) y por lo tanto no se podrá calcular éste tramo con un diámetro menor de 32 mm, que es el diámetro del mueble; esto repercute en el cálculo de la pérdida de carga del tramo, (10 UM = 1.7 l/seg en la gráfica correspondiente a cobre se encuentra  $h_f = 18 \text{ m} \times 100\text{m}$ ), que no representa mayor problema para la acumulación de pérdidas de carga

En el cuadro 4.1 se tienen los datos de diámetros y cargas mínimas para diferentes muebles

4.1 DIÁMETROS Y CARGAS DE TRABAJO MINIMAS REQUERIDAS EN MUEBLES Y EQUIPOS USUALES

MUEBLE O EQUIPO	DIÁMETROS (mm)	CARGA DE TRABAJO (kg)
<b>ÁREAS GENERALES</b>		
Artesa	13	3
Destilador de agua	19	5
Inodoro (flujo normal)	32	10
Inodoro (banquete)	13	3
Lavabo	13	3
Lavabo de cuanacos	13	5
Lavadero	13	3
Lavacomodos	32	10
Lavadora de cuanacos	13	3
Mesa de autopisaje	13	5
Mingitorio (flujo normal)	25	10
Mingitorio (aire de resorte)	13	5
Regadera	13	10
Revestidor automático	13	21-32*
Revestidor manual	13	3
Salida para negro con maniguera	19	17
Unidad dental	13	5
Vertedero de asco	13	3
Vertedero en mesa de trabajo	13	3
<b>COCINAS</b>		
Cafetera	13	3
Cocedor de verduras	13	5
Fabricador de hielo	13	3
Fregadero (con mezcladora)	13	3
Fuente de agua	13	3
Lavadora de losa	13	13
Mesa fría o mesa caliente	13	5
Mezcladora en zona de mármol	13	5
Suba calentador	19	14
Triturador de desperdicios	19	5
<b>HIDROTERAPIA</b>		
Tanque de remojo de brazos	13	21-32*
Tanque de remojo de piernas	19	21-32*
Tina de Hubbard	25	21-32*

\* Equipados con válvula mezcladora automática. Verificar con la guía mecánica del fabricante la carga de trabajo y consultar con el IMSS

**4.7 CONSIDERACIONES GENERALES PARA PERDIDAS POR FRICCIÓN**

La pérdida de carga total por fricción en una línea de tuberías, es la suma de las pérdidas en las tuberías, más las pérdidas en conexiones, válvulas y accesorios

PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN TUBERIAS

Los nomogramas y tablas de pérdidas de carga por fricción en tuberías que conducen

agua a presión (gráficas 4.2, 4.3 y 4.4), fueron calculadas usando la fórmula de Darcy Weisbach, que es

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

en la que:

$h_f$  = Pérdida de carga de fricción, en metros de columna del fluido

$f$  = Factor de fricción, sin dimensiones, que dependen de la rugosidad de la pared interior del tubo, del diámetro interior del tubo, de la velocidad promedio de flujo y de la viscosidad del fluido

$L$  = Longitud del tubo, en metros

$V$  = Velocidad promedio de flujo, en metros segundo

$g$  = Aceleración de la gravedad, considerada constante e igual a 9.80665 metros/segundo/segundo (m/seg<sup>2</sup>)

PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN CONEXIONES, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

Existen dos métodos para calcular estas pérdidas: el de la carga de velocidad y el de la longitud equivalente

a) En función de la Carga de Velocidad

Esta forma de cálculo es la más precisa y está dada por la expresión:

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

en la que

$h$  = Pérdida de carga en la conexión o válvula en metros de columna de agua

$V$  = Velocidad media de flujo, en metros/segundo, en una tubería de diámetro igual al de la válvula o conexión

$g$  = Aceleración de la gravedad y que para propósitos prácticos se considera constante e igual a 9.80665 metros/seg<sup>2</sup>.

$K =$  Coeficiente de fricción de la conexión o válvula, sin dimensiones, y que depende de su tipo y de su diámetro

b) En Función de la Longitud Equivalente

En este método se considera que la conexión o válvula produce una pérdida de carga igual a la que se tuviera en una determinada longitud de tubo del mismo diámetro, por lo que equivale a sustituir esas conexiones o válvulas por longitudes adicionales de tubo. En este caso, la longitud total equivalente que se debe usar para el cálculo es

$$L = L_m + L_v$$

en la que

$L =$  Longitud total equivalente, en metros

$L_m =$  Longitud medida o longitud real del tramo en estudio, en metros

$L_v =$  Longitud equivalente de las conexiones y válvulas, en metros

Para el cálculo de los datos presentados en los cuadros 4.6 al 4.8 se consideró que la pérdida de carga por fricción en una conexión o válvula es igual a la producida en una tubería de longitud " $L_v$ " en condiciones iguales de gasto y diámetro, o sea

$$h = K \frac{V^2}{2g} = h_f \times L_v$$

en la que:

$h =$  Pérdida de carga por fricción, en metros de columna de agua

$h_f =$  Pérdida de carga por fricción en la tubería, en metros de columna de agua por metro de tubo.

$L_v =$  Longitud equivalente de la conexión o válvula, en metros

Despejando a " $L_v$ " de la expresión anterior, nos queda  $L_v = K \frac{V^2}{h_f \cdot 2g}$

Los valores, en longitudes equivalentes para los diámetros comerciales, se utilizan en los cálculos de las redes intradomiciliarias (ver plantilla de cálculo)

#### 4.8 DISEÑO DE LA RED DE AGUA FRÍA

Existen diferentes métodos para determinar los gastos en la red. En todos ellos se considera el gasto requerido por los aparatos y muebles así como la simultaneidad de su uso, la que se reduce conforme aumenta su número, algunos métodos consideran un porcentaje del gasto total. El método de HUNTER utiliza "unidades mueble" (UM) cuya unidad es el lavabo, donde ya se tiene considerado la simultaneidad, al final de este capítulo se presentan tablas en donde se encuentra la equivalencia de las unidades mueble (UM) con los gastos en lts/seg. los detalles de este método se pueden ver en el Capítulo 11 Anexos

- 1 Ubicar el lugar y el trazo de la toma domiciliaria, además calcular el diámetro de la misma
- 2 Ubicar y calcular, en su caso, la cisterna y la línea de bombeo, así como las tuberías que las unen. En el caso de servicio por gravedad se deberá calcular el depósito elevado y su tubería de alimentación
- 3 Localizar en el plano (planta) los muebles sanitarios y equipos que requieren agua, es conveniente pintarlos de color rojo
- 4 Ubicar las "columnas" poniéndoles letras o números y las longitudes correspondientes en metros a los tramos de cada piso, hacer lo mismo con los distribuidores, o sea las tuberías que unen la bomba o el tinaco, (según sea el caso) con las columnas.
- 5 Trazar los "ramales", indicando las longitudes en metros y poniendo letras o números en cada tramo. Los tramos se trazan: de mueble a mueble, de grupo de muebles iguales a otro grupo diferente de muebles o a otro mueble diferente; el último tramo se traza del último mueble o grupo de muebles hasta la columna que lo alimenta
- 6 Para el método de "unidades mueble", utilizar la plantilla o tabla de cálculo para redes intradomiciliarias de agua potable anexa, donde se tabulan los pasos (del 7 al 14).
- 7 Determinar las "unidades mueble" en cada tramo del "ramal" y las correspondientes al último tramo del "ramal", las que servirán para el diseño de las columnas
- 8 Buscar en las tablas y en las gráficas los gastos, diámetros, velocidades y pérdidas de carga para cada tramo del "ramal" y de la "columna"
- 9 Localizar e indicar las piezas especiales en los "tramos" y con las tablas determinar sus "longitudes equivalentes"

- 10 Encontrar la "longitud equivalente total" en cada tramo, (se obtiene sumando a la longitud medida, la suma de las longitudes equivalentes)
- 11 Encontrar las pérdidas de fricción por cien metros (hf%) utilizando las gráficas correspondientes al material de la tubería utilizada (acero, hierro galvanizado, cobre o plástico).
- 12 Encontrar la pérdida (hf) real del tramo con la siguiente expresión

$$hf = \frac{\text{longitud equivalente del tramo} \times hf\%}{100}$$

Para fines prácticos, en el diseño de grandes instalaciones se puede simplificar el cálculo de  $h_f$  de las piezas especiales, considerando que se pierde aproximadamente un 10% por este concepto, entonces se encuentra la pérdida total en el tramo al multiplicar por 1.10 la pérdida  $h_f$  del tramo que se está analizando, evitando calcular las pérdidas pieza por pieza.

13. Calcular primero las U.M., gasto y la pérdida de carga en el ramal que tiene el mueble crítico estos datos se requieren para el cálculo de las U.M., gastos y cargas en la columna correspondiente
- 14 Determinar las cargas (estática y disponible), primero en los tramos de columnas y después en los ramales, principalmente en los pisos y muebles críticos. **Carga estática** es la carga máxima que se tiene en la columna de cada piso del edificio, al restársele la "pérdida acumulada" del primer tramo (columna - primer mueble o grupo de muebles) se obtiene la **carga disponible** (piezométrica) en el primer mueble o grupos de muebles. Continuando con el sentido del escurrimiento, en cada tramo se le restan las pérdidas acumuladas, y se van obteniendo las cargas disponibles en ellos

**Los puntos críticos**, en el caso de bombeo, son el mueble más alejado de la bomba (último piso) debido a que tiene la mínima presión de trabajo y el más cercano a ella por tenerse ahí la máxima presión, los puntos críticos en el caso de distribución por gravedad son el mueble del piso más alto y más alejado del tanque por tenerse ahí la mínima presión de trabajo y el más alejado en el sótano o planta baja para tener la máxima presión de trabajo

- 15 Es conveniente verificar que la carga disponible en los muebles o aparatos que se consideren críticos y los equipos especiales como lavadoras de trastes, y otros equipos, por ejemplo los que se utilizan en los hospitales, la presión mínima sea la requerida para su adecuado funcionamiento y la máxima sea de 45 mca, o la que indique el fabricante.
- 16 Cuando se tiene alimentación indirecta en edificios con varios pisos, es conveniente reducir los diámetros de los pisos más bajos para 1°. Disminuir la presión y con ello

evitar desperdicios de agua y 2°. Ahorrar en la compra de la tubería, esto se hará previo cálculo hidráulico de los diámetros correspondientes.

17. Cuando se requiera calcular el equipo de bombeo En el caso de alimentación directa, deberá incluirse para su cálculo la "presión diferencial", (de 10 a 15 mca), requerida por el equipo de bombeo; y en el caso de alimentación por gravedad el cálculo se hará con la presión necesaria para llegar al depósito elevado.

Se presentan tres ejemplos en el subcapítulo 4.12..

La tabla o plantilla de cálculo que se anexa está basada en el método de HUNTER para calcular los gastos, en el caso de utilizarse otro método para el cálculo de gastos, es necesario modificarle las primeras columnas y adaptarlas al método utilizado. En el Capítulo 11 Anexos, se presentan otros métodos que se pueden utilizar según las preferencias del diseñador, en México se utiliza principalmente el método de HUNTER o de Unidades Mueble

#### 4.9 CONEXIONES CRUZADAS Y RETROSIFONAJE

El retrosifonaje es el contraflujo de agua posiblemente contaminada, hacia la tubería de suministro de agua potable. Para que ocurra el retrosifonaje es necesario que exista una presión negativa o vacío parcial en la tubería conectada a una instalación o aparato cuya salida está sumergida en agua. Esto puede suceder cuando en los pisos inferiores la demanda sobre la tubería principal es suficiente para succionar el agua de la tubería conectada a un aparato, dejando así atrás un vacío parcial.

De esta manera se crea una acción sifónica que permite que una parte del agua contaminada del aparato circule de regreso hacia la tubería principal.

En todos los países los reglamentos indican que los sistemas de agua fría se deben instalar de modo que se evite el retrosifonaje. Para ello, es necesario observar los siguientes aspectos:

1. Las válvulas de flotador en las cisternas deben estar por arriba del tubo de excedencias o demasias, y si se instala un tubo silenciador, debe descargar el agua por encima de la válvula de flotador mediante un aspersor.
2. Las salidas de los grifos conectados a las instalaciones o aparatos sanitarios deben estar lo suficientemente arriba de nivel de control del aparato, debiendo tener una separación (altura) mínima de dos veces el diámetro del grifo.
3. Los depósitos de retretes deben alimentarse directamente desde un depósito de almacenamiento.
4. Los aparatos con entradas para agua a baja altura por ejemplo los bidés y ciertos

tipos de aparatos para hospitales, deben ser alimentados por un depósito de almacenamiento independiente y nunca directamente por la tubería principal

- 5 En caso de tenerse dos alimentaciones en el predio con diferente calidad del agua, se deben instalar válvulas check o de no retorno en cada una de las dos líneas, lo mas cercano posible a la descarga o a la pieza "T" que las une, según sea el caso

#### 4.10 MATERIALES DE LAS INSTALACIONES

##### TUBERÍAS

Las de 64 mm de diámetro o menores serán de cobre rígido tipo "M"

Las de 75 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 para soldar 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 trabajos de  $10.5 \text{ Kg/cm}^2$

##### UNIONES

Para tuberías y conexiones de cobre se usará soldadura de baja temperatura de fusión, con aleación de plomo 50% y estaño 50%, utilizando para su 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: AWSE 6010

Para unir bridas, conexiones bridadas o válvulas bridadas, utilizar tornillos maquinados de acero al carbono, con cabeza y tuerca hexagonal, y junta de hule rojo con espesor de 3.175 mm

##### VÁLVULAS

Todas las válvulas serán clase 8.8  $\text{Kg/cm}^2$

En las líneas de succión de bombas las válvulas de compuerta y las válvulas de

retención serán roscadas hasta 38 mm de diámetro y bridadas de 50 mm o mayores

En todo el resto de la instalación las válvulas de compuertas y de retención serán roscadas hasta 50 mm de diámetro y bridadas de 64 mm o mayores

Las válvulas de compuerta serán de vástago fijo

##### 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 para todos los diámetros

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 lamina de aluminio lisa de 0.718 mm de espesor, traslapada 5 centímetros, tanto longitudinalmente como transversalmente, sujeta con 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 y en terrenos de baja capacidad de carga, se instalarán juntas flexibles, las que serán "omegas" para tubos hasta de 19 mm de diámetro y mangueras metálicas con interiores y entramado exterior de acero inoxidable para tubos de 25 mm de diámetro o mayores

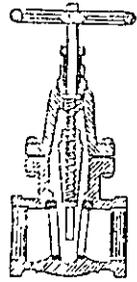
##### SOPORTES Y DUCTOS

Todas las tuberías que no estén enterradas deberán estar sostenidas con soportes, y en su caso (verticales) deberán pasar por ductos o cubos de luz y sujetos en losas o muros

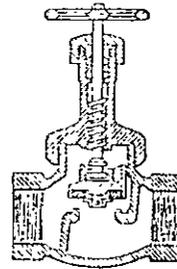
#### 4.11 CONTROL Y PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La presión máxima admisible en los accesorios de los muebles no debe ser mayor de  $3.5 \text{ Kg/cm}^2$  (35 mca) debiendo considerarse sobre los muebles más altos de la instalación  $1 \text{ Kg/cm}^2$  (10 m) si son de fluxómetro y  $0.5 \text{ Kg/cm}^2$  (5 m) si son muebles ordinarios (Mínimos  $0.70 \text{ Kg/cm}^2$  y  $0.20 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente)

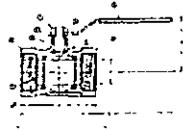
Válvulas son necesarias para el control del flujo en las instalaciones



VALVULA DE COMPUERTA



VALVULA DE GLOBO



VÁLVULA DE BOLA



VÁLVULA DE MARIPOSA

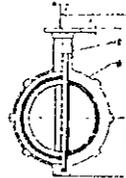


Fig. 4.1 Válvulas para el control del fluido

**Cámaras de aire o presión** son dispositivos para atenuar el golpe de ariete en la instalación hidráulica, lo atenúan mediante la compresión del aire que se encuentra en las cámaras o tramos de tubería verticales. El golpe de ariete, cuando no es atenuado, se manifiesta a través de ruidos molestos producidos por la vibración de las tuberías, lo que puede dar lugar al desacoplamiento de alguna conexión y presentarse fugas.

Las cámaras de aire consisten en tramos de tubo verticales cerrados en un extremo, que no deben ser menores de 60 cm, de no ser así se arrastraría el aire que debería amortiguar la sobrepresión, si estas cámaras se hacen más cortas, corren el riesgo de que la circulación del agua arrastre el aire que contienen y poco a poco se llenen de agua, además con el tiempo, siempre se pierde un poco de aire al estar en contacto con el agua, sobre todo si esta se encuentra a cierta presión.

En todos los aparatos con fluxómetro deben instalarse cámaras de aire, en México se acostumbra que deben tener el mismo diámetro que las tuberías de alimentación a los muebles, deberán instalarse también en lavabos y regaderas cuando tengan presiones de 10 mca o mayores.

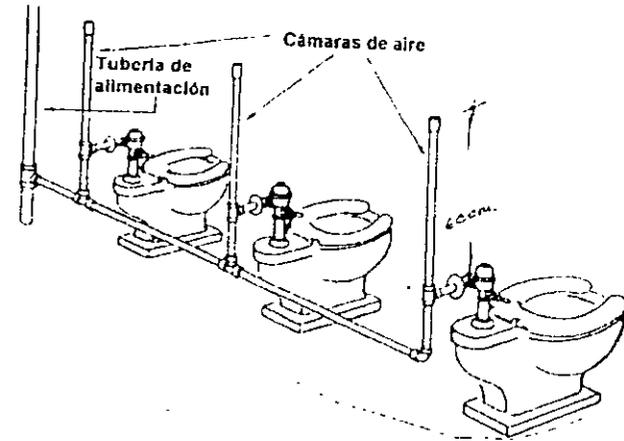
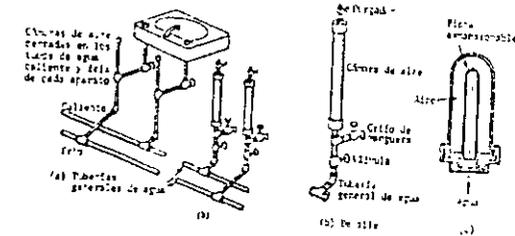


FIG 4.2 Camaras de aire en una tubería de inodoros

**Jarros de aire** Estos elementos se instalan en los sistemas de alimentación indirecta y tienen por objeto eliminar el aire disuelto que trae el agua y que puede quedar atrapado en las tuberías y por lo mismo formar tapones que impidan la circulación del agua, o bien, al operar la instalación se forme un pistón neumático dentro de las tuberías que al ser expulsado por las llaves ocasiona intermitencias molestas del flujo. Por otra parte al operar la instalación, el jarro proporciona un incremento de presión en una cantidad igual a la atmosférica sobre la columna de agua.

El jarro de aire del agua fría deber ser conectado principalmente en el punto en que se inicia la columna descendente del agua fría, es decir, en lugar de poner ahí un codo se pone una tee, debe tener una altura superior de 20 cm como mínimo al nivel máximo del agua de los tinacos y el jarro de aire del agua caliente, también con igual altura sobre el tinaco, se conecta mediante una tee al tubo de salida del calentador o boiler.

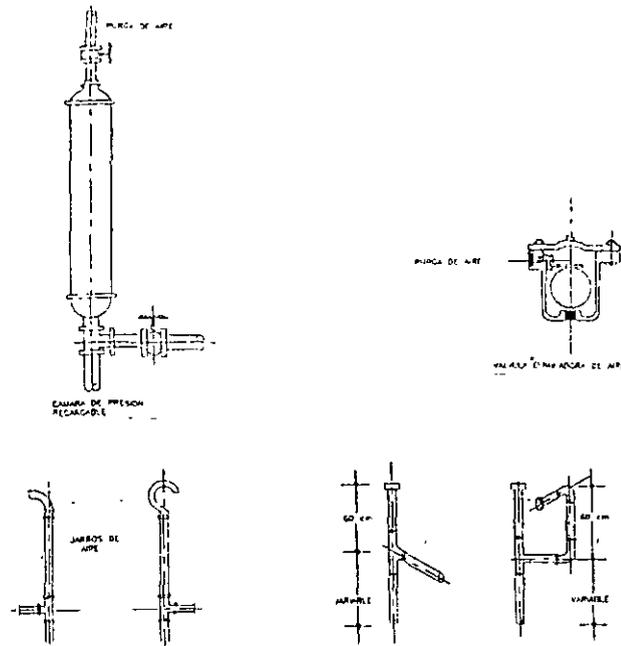


FIG 4 3 Válvulas y jarros de aire

**Válvulas eliminadoras de aire** Tiene el mismo objeto que el jarro de aire, pero se instalan en los sistemas en los cuales no pueden tenerse extremos abiertos, son pequeñas con un elemento de flotador, el cual cae por su peso cuando hay aire dentro de la válvula, dejándolo escapar y cerrándose cuando el agua vuelve a llenar el receptáculo.

**Válvulas check** También llamada de no retorno, son de varios tipos: verticales, horizontales o de columpio, con émbolos verticales o de balanceo que permiten el flujo dentro de la tubería en un sólo sentido.

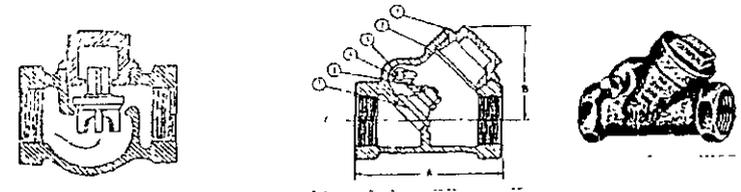


FIG 4 4 Válvula check

**Válvula de ángulo.** Esta válvula es para el control de flujo, cuando la tubería cambia de dirección 90°, funciona como una válvula de globo.

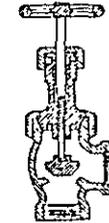
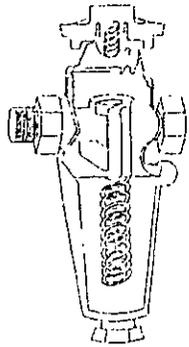
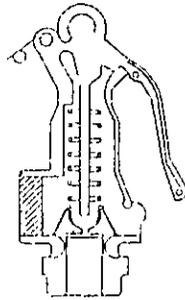


FIG 4 5 Válvula de ángulo

**Válvulas reductoras de presión y de seguridad** Las reductoras funcionan oponiendo una fuerte resistencia al flujo, por medio de diafragmas y resortes reducen la presión dentro de las tuberías. Y las de seguridad se abren al presentarse una presión mayor a la que esta diseñada la instalación, o a la que esta calibrada.



Reductora de presión



De seguridad

FIG 4.6 Válvulas de presión y de seguridad

#### 4.12 EJEMPLOS DE DISEÑO PARA RED DE AGUA FRÍA

El diseño de las redes hidráulicas de agua fría y agua caliente, consta básicamente de tres partes:

1. Encontrar el caudal o gasto que transportara cada tramo de la instalación, para esto existen diversos métodos, aquí se utilizará el de HUNTER (unidades mueble), se determinan las unidades muebles correspondientes y después su equivalente en gasto.
2. Determinar diámetros, velocidades y pérdidas de carga totales en cada tramo, determinando también las pérdidas por, codos, tees, válvulas, etc.
3. Encontrar las cargas disponibles de columna de agua (mca), correspondientes a los muebles, principalmente el mueble que se considera crítico, al ramal donde se encuentra, se le llama ramal crítico.

Todo lo anterior se facilita utilizando la "Tabla de Cálculo para Redes Intradomiciliarias de Agua Potable" que se anexa.

Se presentan tres ejemplos con características diferentes, para cada ejemplo se tendrá croquis, datos de diseño, unidades mueble que se utilizarán, croquis de las pérdidas de carga en ramales y columnas y los datos manejados, impresos en la tabla de cálculo correspondiente.

Con lo anterior se considera que se comprenderá mejor el procedimiento y con su aplicación se disminuyan las probabilidades de cometer errores.

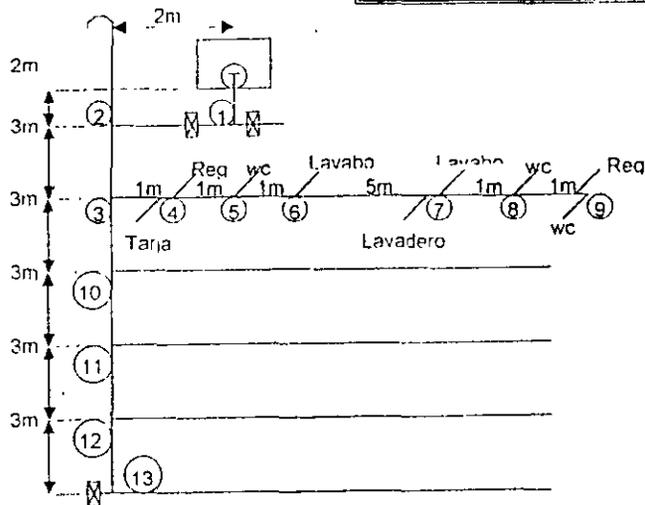
- CASO 1. -

EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS DE CINCO PISOS

Datos

- Pisos 5
- Distribución de muebles igual en cada piso (croquis)
- Alimentación indirecta (gravedad)
- Método Hunter
- Columnas: Hierro galvanizado
- Ramales: Cobre tipo "M"
- Excusados: Depósitos de 8 litros

CARGA DE DISEÑO (Estática) (Algunos Datos se Obtienen de la tabla de cálculo)	
- Altura Tanque - Ramal	+ 5 00 m
- hf1 (Columna) (T - 3)	- 0 489 m
- hf2 (Ramal) (3 - 9)	- 0 827 m
- Carga Disponible para El Mueble Crítico	3 684 m



Unidades Mueble Utilizadas.

Mueble	Tipo de Uso	Unid	Mueble	Cantidad	Total
Regadera	Privado	2		2	4
Inodoro (wc)	Privado/tanque	3		3	9
Lavabo	Privado	1		2	2
Lavadero	Privado	3		1	3
Tarja	Privado	2		1	2
Total Ramal				20	20



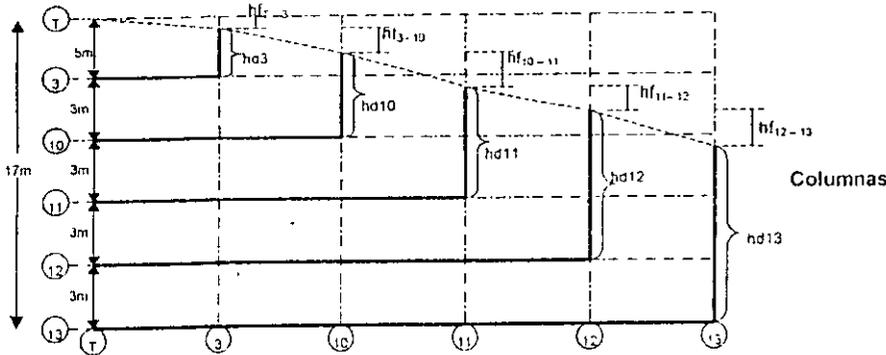
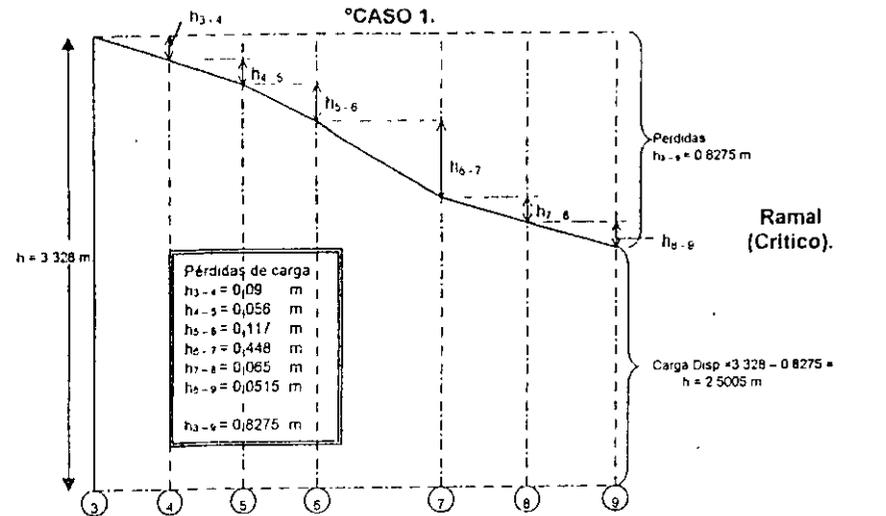
CAPITULO 4

CASO I

Obra EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS - ALIMENTACION INDIRECTA Hoja UNO De UNO  
Localidad MEXICO, D.F. Fecha ENERO 2001.

INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

TRAMO	UNIDADES MUEBLE		GASTO LPS	DIAM (mm)	VEL (m/seg)	% m/100	HI	MEDIDAS			LONGITUDES			TOTAL EQ	HI Tramo (m)	HI Acumulado tramo (m)	CARGAS		
	PUNTO	ACUM						PIEZA	CANT	Le	Σ Le	ESTATICA	DISPONIBLE						
RAMALES (COBRE TIPO M)																			
8-9	5	5	0.37	25	0.5	2.5	1	T	1	1	1	0.31	0.76	1.06	2.06	0.0515	0.8275	4.511	3.684
7-8	3	8	0.5	25	0.8	5	1	T	1	1	1	0.3	0.3	1.3	0.065	0.776	4.511	3.725	
6-7	4	12	0.65	25	1.1	8	5	T	2	0.3	0.6	5.6	0.448	0.711	4.511	3.8			
5-6	1	13	0.68	25	1.1	9	1	T	1	0.3	0.3	1.3	0.117	0.263	4.511	4.248			
4-5	3	16	0.79	32	0.9	4	1	T	1	0.4	0.4	1.4	0.036	0.146	4.511	4.365			
3-4	4	20	0.93	32	1	5	1	T	2	0.4	0.8	1.8	0.09	0.09	4.511	4.421			
Σ = 1 0 827 5																			
COLUMNAS (FIERRO GALVANIZADO)																			
12-13	20	20	0.93	32	1	10	3	T	1	4.1	4.1	7.1	0.71	1.222	17	14.876			
11-12	20	40	1.58	38	1.2	13	3	T	1	0.5	0.5	3.5	0.495	1.402	14	12.598			
10-11	20	60	2.1	50	1	6	3	T	1	0.6	0.6	3.6	0.216	0.957	11	10.043			
9-10	20	80	2.45	50	1.2	7	3	T	1	0.6	0.6	3.6	0.252	0.741	8	7.255			
2-3	20	100	2.79	65	1	4.5	3	L	1	1.94	1.94	4.94	0.262	0.489	5	4.511			
T-2	20	100	2.79	65	1	4.5	4	L	1	1.94	1.94	5.94	0.267	0.267	2	1.733			
Σ = 2 122																			
NOTE QUE LA CARGA DISPONIBLE EN EL TRAMO 2-3 (DE LA COLUMNA) ES LA CARGA ESTATICA EN EL RAMAL 3-9																			



Tramo	hf [m]	h estática [m]	hf acumulada [m]	h Disponible [m]
T - 3	0,489	5	0,489	$h_{3,3} = 5 - 0,489 = 4,511$
3 - 10	0,252	8	1,924	$h_{10,0} = 8 - 0,741 = 7,255$
10 - 11	0,216	11	2,140	$h_{11,1} = 11 - 0,957 = 10,043$
11 - 12	0,455	14	2,595	$h_{12,2} = 14 - 1,402 = 12,598$
12 - 13	0,710	17	3,305	$h_{13,3} = 17 - 2,122 = 14,878$
Total = 3,305				

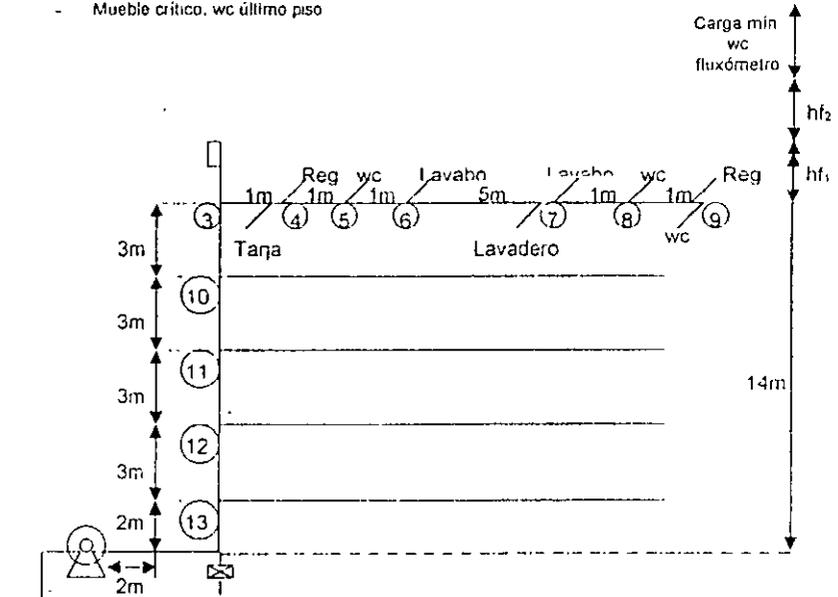
**- CASO 2**

**EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS DE CINCO PISOS**

Datos

- Pisos 5
- Distribución de muebles igual en cada piso (croquis)
- Alimentación: directa (bombeo)
- Método Hunter
- Columnas: Hierro galvanizado
- Ramales: Cobre tipo "M"
- Excusados: Con fluxómetro
- Mueble crítico: wc último piso

CARGA DE DISEÑO (Estática)	
(Algunos Datos se Obtienen de la tabla de cálculo)	
- Altura Último Ramal.	+ 14,00 m
- Carga WC	+ 10,00 m
- hf1 (Ramal) (ver tabla)	+ 1,2371 m
- hf2 (Columna) (ver tabla)	+ 1,3975 m
Total Redondeado 26,7 m.	
Carga mínima necesaria en el mueble crítico = 10 m c a	



**Unidades Mueble Utilizadas (Ramal)**

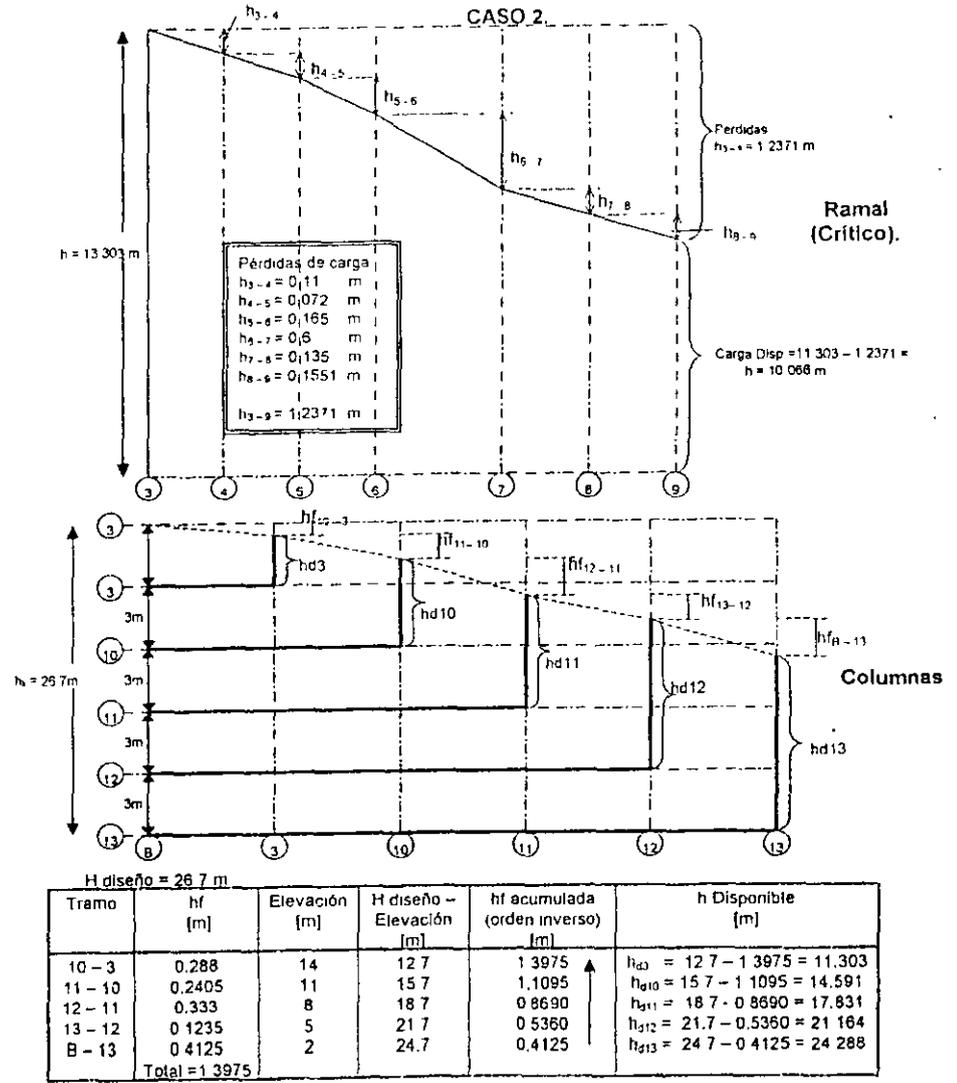
Mueble	Tipo de Uso	Unid Mueble	Cantidad	Total
Regadera	Privado	2	2	4
Inodoro (wc)	Privado/fluxom	6	3	18
Lavabo	Privado	1	2	2
Lavadero	Privado	3	1	3
Taño	Privado	2	1	2
Total				29



CASO II

Obra EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS - ALIMENTACION DIRECTA Hoja UNO De UNO  
 Localidad MEXICO, D.F. Fecha ENERO 2001

TRAMO	UNIDADES MUJEBLE		GASTO LPS	DIAM (mm)	VEL (m/seg)	Hf % m/100 m	MEDIDAS			LONGITUDES			TOTAL EO	Hf Tramo (m)	Hf Acumulado tramo (m)	CARGAS		
	PUNTO	ACUM					PIEZA	CANT	Le	Le	Le	ESTATICA				DISPONIBLE		
RAMALES (COBRE TIPO M)																		
8-9	8	8	156	38	1.3	5.5	1	T/Codo	1/1	10.51	3.2	1.82	2.82	0.155	11.237	11.303	10.066	
7-8	6	14	193	38	1.6	9	1	T	1	0.5	0.5	1.5	1.5	0.135	1.082	11.303	10.221	
6-7	4	18	213	38	1.7	10	5	T	2	0.5	10	6	6	0.8	0.847	11.303	10.356	
5-6	1	19	217	38	1.8	11	1	T	1	0.5	0.5	1.5	1.5	0.165	0.347	11.303	10.956	
4-5	6	25	241	50	1.3	4.5	1	T	1	0.6	0.6	1.6	1.6	0.072	0.182	11.303	11.121	
3-4	4	20	257	50	1.4	5	1	T	2	0.6	1.2	2.2	2.2	0.11	0.11	11.303	11.193	
= 1.2371																		
COLUMNA (FIERRO GALVANIZADO)																		
B-13	29	145	488	75	1.1	3.75	4	T/T	1/1	15.200	8	7	11	0.4125	0.4125	24.7	24.288	
13-12	29	116	444	75	0.9	3.25	3	T	1	0.8	0.8	3.8	3.8	0.1235	0.536	21.7	21.164	
12-11	29	87	395	64	1.5	9	3	T	1	0.7	0.7	3.7	3.7	0.333	0.869	18.7	17.831	
11-10	29	58	336	64	1.2	6.5	3	T	1	0.7	0.7	3.7	3.7	0.2405	1.1095	15.7	14.591	
10-3	29	29	257	50	1.2	8	3	T	1	0.6	0.6	3.6	3.6	0.288	1.3975	12.7	11.303	
= 1.3975																		
NOTESE QUE LA CARGA DISPONIBLE EN EL TRAMO 10-3 DE LA COLUMNA ES LA CARGA ESTATICA EN EL RAMAL 3-9																		

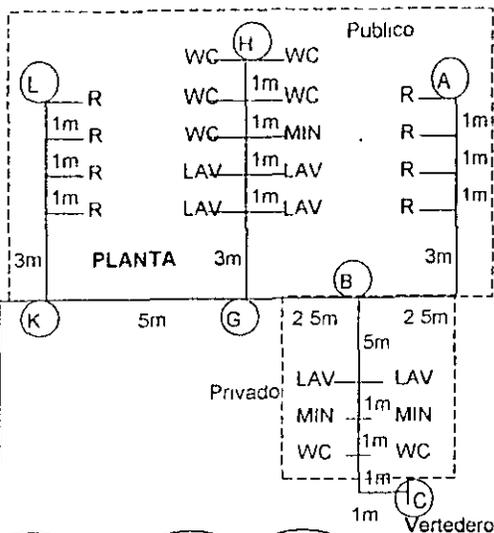


EDIFICIO DE OFICINAS

Datos:

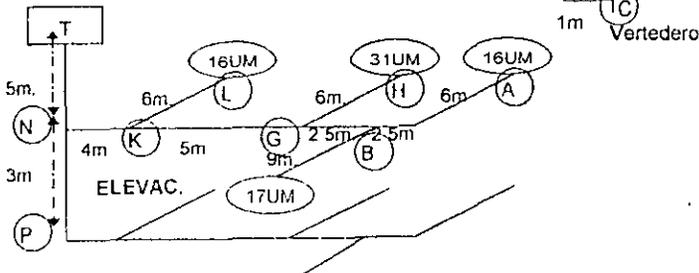
- Pisos 2
- Distribución de muebles igual en cada piso (croquis)
- Alimentación indirecta (gravidad)
- Metodo Hunter
- Ramales cobre
- Columnas hierro galvanizado

CASO 3.



**CARGA DE DISEÑO (Estática)**

- Altura Último Ramal + 5 00 m
- hf1 (Ramal) (ver tabla) - 1 375m
- hf2 (Columna) (ver tabla) - 0 456 m.
- Total Redondeado 3 169 m
- Carga disco Regadera = 1 296 m



Parte Pública

Mueble	Tipo de Uso	Unid.	Mueble	Cantidad	Total
Regadera	Público	4		8	32
Inodoro (wc)	Público/tanque	4		5	20
Mingitorio	Público/tanque	3		1	3
Lavabo	Público	2		4	8
Total					63

\* Se encuentra fuera de los baños privados

Parte Privada

Mueble	Tipo de Uso	Unid.	Mueble	Cantidad	Total
Lavabo	Privado	1		2	2
Mingitorio	Privado/tanque	3		2	6
Inodoro (wc)	Privado	3		2	6
Vertedero	Público*	3		1	3
Total					17

CAPITULO 4

INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

CASO III

Obr: EDIFICIO DE OFICINAS - ALIMENTACION INDIRECTA

Hoja UNO De UNO

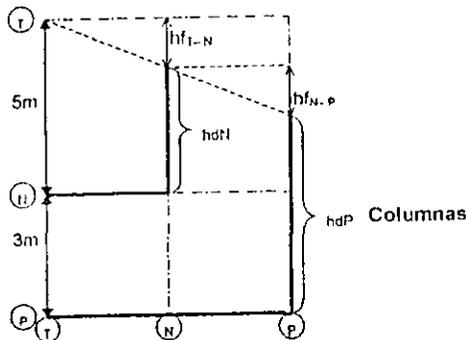
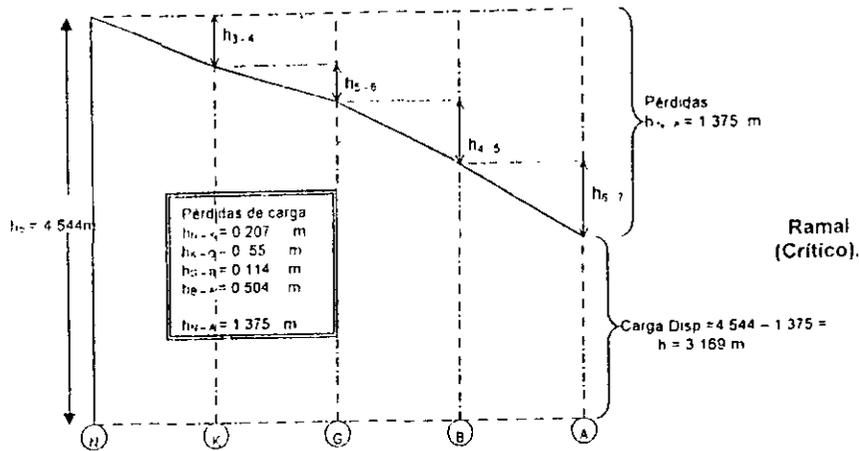
Localidad MEXICO D.F.

Fecha ENERO 2001

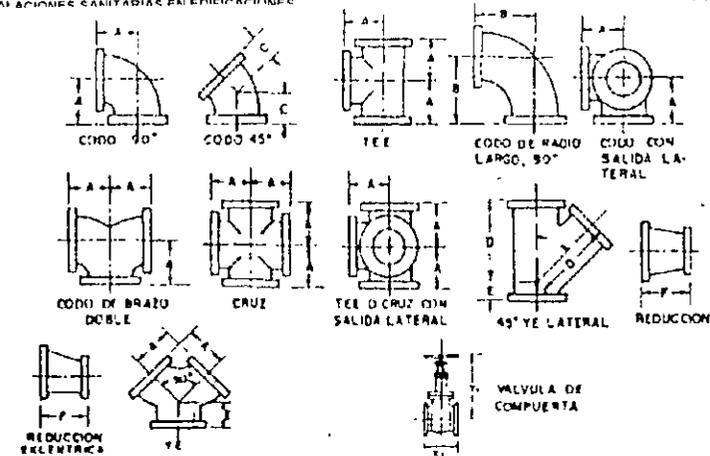


TRAMO	UNIDADES MUEBLE		GASTO DIAM LPS	VEL (m/seg)	H: % m/100	MEDIDAS			LONGITUDES			CARGAS		
	PUNTO	ACUM				PIEZA	CANT	Le	Σ Le	PIEZA	CANT	ESTÁTICA	DISPONIBLE	
A-B	16	0.79	32	0.9	4	8.5	1	4.1	4.1	12.6	0.504	1 375	4 544	3 169
C-B	17	0.82	32	0.9	4	9	1	0.4	0.4	9.4	0.376			
B-G		33	1.27	3.8	1.1	2.5	1	0.5	0.5	3	0.114	0.871	4 544	3 673
H-G	31	1.31	38	1	3.8	7	1	4.6	4.6	11.6	0.441			
K-G		64	2.17	3.8	1.8	10	5	0.5	0.5	5.5	0.55	0.757	4 544	3 787
L-K	10	0.79	22	0.8	3.8	5	1	4.1	4.1	10.1	0.384	0.207	4 544	4 337
K-N		80	2.54	1.4	4.5	4	1	0.6	0.6	4.6	0.207	0.207	4 544	4 337
COLUMNA (FIERRO GALVANIZADO)														
T-N		160	3.71	64	1.3	8	5	0.7	0.7	5.7	0.456	0.456	5	4 544
N-P		80	2.45	50	1.1	7.2	3	5	5	8	0.576	1 032	8	6 968
Σ = 1 032														

- Caso 3. -



Tramo	hf [m]	h estática [m]	hf acumulada [m]	hd (disponible) [m]
T - N	0.456	5	0.456	4.544
N - P	0.576	8	1.032	6.968



D Nom	D Intema mm	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	D De la brida	Espe - sor de la brida	X1	Y1
1	25	89	127	44	146	44	-	108	11	-	-
1 - 1/4	32	95	140	51	159	44	-	118	13	-	-
1 - 1/2	38	102	152	57	177	51	-	127	14	-	-
2	51	114	165	63	203	63	127	152	16	177	330
2 - 1/4	63	127	177	76	241	63	140	177	17	190	348
3	76	140	197	76	254	76	152	190	19	203	394
3 - 1/4	89	152	215	89	292	76	165	215	21	215	419
4	102	165	228	102	305	76	177	228	24	228	472
5	127	190	286	114	342	89	203	254	24	254	543
6	152	203	292	127	368	89	228	279	25	267	587
8	203	228	355	140	444	114	279	342	29	292	698
10	254	279	419	165	521	127	305	406	30	330	838
12	305	305	483	190	622	140	355	483	32	355	927
14	355	355	546	190	686	152	406	533	35	381	997
16	406	381	610	203	762	165	457	596	37	406	1225
18	457	419	673	215	813	177	483	635	40	432	1238
20	508	457	737	241	889	203	508	698	43	457	1333
24	610	559	864	279	1029	228	610	813	48	508	1613
30	762	635	1054	381	1244	254	762	987	54	610	1918
36	914	711	1244	457	-	-	914	1168	60	711	2336
42	1068	787	1435	533	-	-	1067	1346	67	838	2892
48	1219	864	1625	610	-	-	1219	1511	70	914	2895

Dimensiones de accesorios (Normas ASA)



UNIDADES MUEBLE CALCULO DE GASTOS EN OTROS TIPOS DE EDIFICIOS

MUEBLE	UNIDADES - MUEBLE			
	TIPO DE USO	TOTAL	AGUA FRÍA	AGUA CALIENTE
Grupo de Baños Completo				
Inodoro con fluxómetro	Privado	3	2	15
Inodoro con tanque	Privado	2	2	15
Inodoro con fluxómetro	Privado	3	3	=====
Inodoro con tanque	Privado	1	1	=====
Lavabo	Privado	1	0.75	0.75
Lavadero	Privado	2	2	=====
Lavadora de loza	Privado	2	15	15
Regadera	Privado	2	1.5	1.5
Cocineta	Privado	2	15	15
Fregadero de cocina	Privado	2	15	15
Fregadero de cocina	Hotel	3	2.25	2.25
Fregadero de cocina	Restaurante	3	2.25	2.25
Regadera	Público	3	2.25	2.25
Cocineta	Público	2	15	15
Inodoro con fluxómetro	Público	5	5	=====
Inodoro con tanque	Público	2	2	=====
Lavabo	Publico	1	1	=====
Mingitorio con fluxómetro	Público	3	3	=====
Mingitorio con tanque	Público	2	2	=====

FUENTE INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL, NORMA IMSS 1993

CUADRO 4.4

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	2.61	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	1.38	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	1.78	41	1.61	2.94	92	2.66	4.04
12	0.65	1.87	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	3.01	4.41
23	1.03	2.33	56	2.02	3.32	116	3.04	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 4.5

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	152	4.16	5.55	252	4.95	6.36
134	3.32	4.71	154	4.19	5.58	254	4.98	6.39
136	3.35	4.74	156	4.22	5.60	256	5.00	6.42
138	3.38	4.77	158	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	5.19	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 4 5

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	7.38	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	7.59	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 4 5

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	8.52	630	8.43	10.30	780	11.24	11.74
494	7.93	8.84	635	8.54	10.35	785	11.30	11.79
496	7.95	8.56	640	8.59	10.40	790	11.36	11.82
498	7.97	8.98	645	8.65	10.45	795	11.42	11.89
500	7.99	9.09	650	8.71	10.50	800	11.48	11.93
505	8.04	9.05	655	8.77	10.56	805	11.54	11.95
510	8.10	9.10	660	8.83	10.60	810	11.60	12.00
515	8.16	9.15	665	8.89	10.65	815	11.65	12.05
520	8.22	9.25	670	8.95	10.70	820	11.71	12.10
525	8.28	9.25	675	9.00	10.75	825	11.78	12.15
530	8.34	9.30	680	9.05	10.80	830	11.82	12.20
535	8.40	9.35	685	9.10	10.85	835	11.87	12.25
540	8.46	9.40	690	9.16	10.90	840	11.93	12.30
545	8.51	9.45	695	9.22	10.95	845	11.98	12.35
550	8.58	9.50	700	9.28	11.00	850	12.04	12.40
555	8.62	9.55	705	9.34	11.05	855	12.09	12.45
560	8.68	9.60	710	9.40	11.10	860	12.15	12.50
565	8.74	9.65	715	9.46	11.15	865	12.20	12.55
570	8.80	9.70	720	9.52	11.20	870	12.25	12.60
575	8.86	9.75	725	9.58	11.25	875	12.31	12.65
580	8.92	9.80	730	9.64	11.30	880	12.37	12.70
585	8.97	9.85	735	9.70	11.35	885	12.42	12.75
590	9.02	9.90	740	9.76	11.40	890	12.48	12.80
595	9.07	9.95	745	9.82	11.45	895	12.53	12.84
600	9.13	10.00	750	9.88	11.50	900	12.58	12.88
605	9.19	10.05	755	9.94	11.54	905	12.64	12.92
610	9.25	10.10	760	10.00	11.58	910	12.70	12.98
615	9.31	10.15	765	10.06	11.62	915	12.75	13.00
620	9.37	10.20	770	10.12	11.66	920	12.81	13.04
625	9.43	10.25	775	10.18	11.70	925	12.86	13.08

CUADRO 4.5

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
930	12.82	13.12	925	11.19	13.32	980	13.47	13.52
935	12.87	13.18	930	13.25	13.36	985	13.52	13.56
940	13.00	13.20	935	13.30	13.40	990	13.58	13.60
945	13.08	13.24	940	13.35	13.44	995	13.63	13.65
950	13.14	13.28	945	13.41	13.48	1000	13.68	13.68

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

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE						
1010	13.78	1220	15.51	1430	17.12	1840	18.60
1020	13.87	1230	15.59	1440	17.19	1850	18.67
1030	13.96	1240	15.67	1450	17.26	1860	18.74
1040	14.05	1250	15.75	1460	17.33	1870	18.81
1050	14.14	1260	15.83	1470	17.40	1880	18.88
1060	14.22	1270	15.91	1480	17.47	1890	18.95
1070	14.30	1280	15.99	1490	17.54	1900	19.02
1080	14.38	1290	16.05	1500	17.61	1910	19.09
1090	14.46	1300	16.13	1510	17.69	1920	19.16
1100	14.53	1310	16.21	1520	17.76	1930	19.23
1110	14.61	1320	16.29	1530	17.83	1940	19.30
1120	14.71	1330	16.37	1540	17.91	1950	19.37
1130	14.79	1340	16.45	1550	17.97	1960	19.44
1140	14.87	1350	16.53	1560	18.04	1970	19.51
1150	14.95	1360	16.60	1570	18.11	1980	19.58
1160	15.03	1370	16.67	1580	18.18	1990	19.65
1170	15.11	1380	16.74	1590	18.25	2000	19.72
1180	15.19	1390	16.81	1600	18.32	2010	19.79
1190	15.27	1400	16.88	1610	18.39	2020	19.86
1200	15.35	1410	16.95	1620	18.46	2030	19.93
1210	15.43	1420	17.04	1630	18.53	2040	20.00

CUADRO 4.5

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE						
1850	20 37	2360	23 54	3700	27 83	3940	33 15
1860	20 14	2350	23 67	3040	27 09	4000	33 40
1870	20 21	2460	23 50	3060	28 60	4050	33 65
1880	20 28	2420	23 94	3080	28 20	4100	33 90
1890	20 55	2440	24 08	3100	28 32	4150	34 14
1900	20 47	2460	24 21	3120	28 45	4200	34 38
1910	21 40	2480	24 34	3140	28 56	4240	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 76	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 36	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 48	5050	37 92
2160	22 20	2820	26 55	3480	30 61	5100	38 10
2180	22 33	2840	26 68	3500	30 71	5150	38 28
2200	22 46	2860	26 81	3520	30 83	5200	38 45
2220	22 60	2880	26 94	3540	30 94	5250	38 62
2240	22 74	2900	27 07	3560	31 05	5300	38 79
2260	22 88	2920	27 20	3580	31 16	5350	38 96
2280	23 02	2940	27 33	3600	31 27	5400	39 12
2300	23 15	2960	27 46	3620	31 37	5450	39 29
2320	23 28	2980	27 58	3640	31 48	5500	39 45
2340	23 41	3000	27 70	3660	31 58	5550	39 61

CUADRO 4 5

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

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE						
5600	39 77	6300	41 81	7200	43 87	8100	45 58
5650	39 93	6400	42 03	7300	44 08	8200	45 74
5700	40 09	6500	42 16	7400	44 28	8300	45 90
5750	40 24	6600	42 28	7500	44 48	8400	46 06
5800	40 39	6550	42 40	7600	44 68	8500	46 21
5850	40 54	6600	42 52	7700	44 87	8600	46 37
5900	40 68	6650	42 64	7800	45 06	8700	46 52
5950	40 82	6700	42 76	7900	45 24	8800	46 68
6000	40 96	6750	42 88	8000	45 42	8900	46 83
6050	41 10	6800	43 00	8100	45 59	9000	47 00
6100	41 24	6850	43 12	8200	45 75	9100	47 13
6150	41 38	6900	43 23	8300	45 92	9200	47 28
6200	41 51	6950	43 34	8400	46 09	9300	47 41
6250	41 65	7000	43 45	8500	46 25	9400	47 57
6300	41 78	7050	43 56	8600	46 42		

CUADRO 4 5

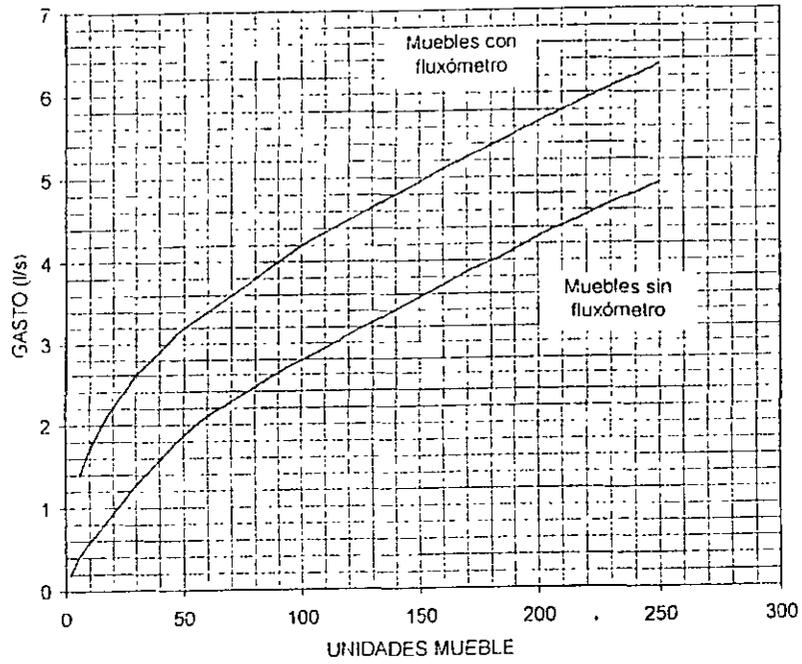


FIGURA 4.7 OBTENCIÓN DE GASTOS MEDIANTE UNIDADES – MUEBLE  
(Curvas para gastos pequeños)

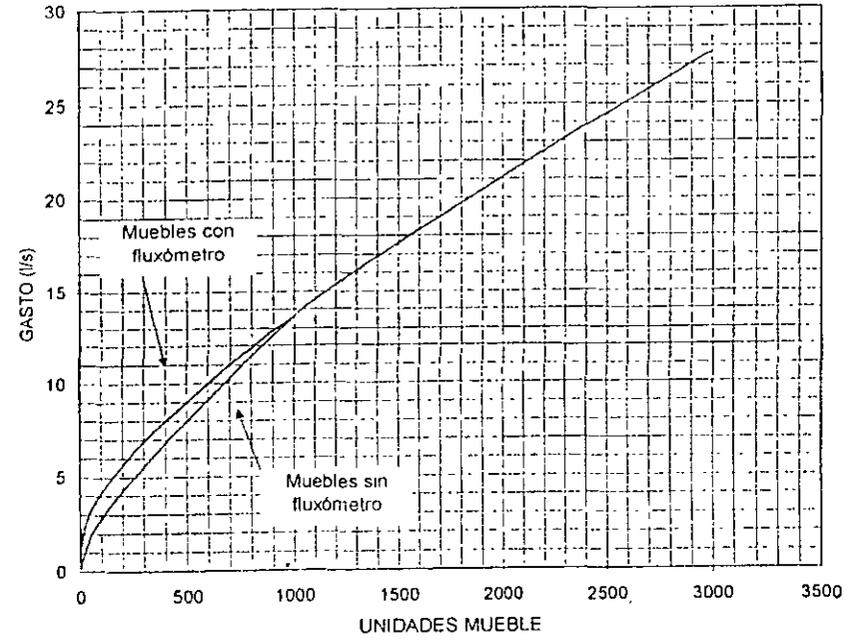


FIGURA 4.8 OBTENCIÓN DE GASTOS MEDIANTE UNIDADES – MUEBLE  
(Curvas para grandes gastos)

**LONGITUDES EQUIVALENTES (M) DE LAS PERDIAS LOCALIZADAS DE CARGA  
CORRESPONDIENTE A DIFERENTES TIPO DE ELEMENTOS SINGULARES DE LAS REDES HIDRAULICAS**

Clase de resistencia alada	Dámetro de las tuberías (mm)	Dámetro 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	8	10	15
	Reducción de unión	0.00	0.00	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.12	0.15	0.20	0.25			
	Codo de reducción	0.40	0.30	0.50	0.65	0.85	1.00	1.30	2.00	3.00	5.00	10.00	20.00			
	Codo o curva de 45°	0.20	0.31	0.43	0.47	0.56	0.70	0.83	1.00	1.18	1.25	1.43	1.63			
	Curva de 90°	0.18	0.33	0.45	0.60	0.84	0.94	1.27	1.48	1.94	1.97	2.51	3.42			
	Codo de 90°	0.38	0.53	0.83	0.78	1.01	1.32	1.71	1.94	2.01	2.21	2.94	3.93			
	Modo 45°	1.00	0.84	0.97	0.98	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00	3.50			
	Te archeda o de curvas (pasaciones)	1.30	1.68	1.80	1.92	2.40	3.00	3.60	4.20	4.00	6.40	6.00	6.80			
	Te por tubería de canal (paso recto)	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.50	0.70	0.80	0.90	1.00	1.20			
	Te derivación a canal	1.80	2.10	3.00	3.60	4.10	4.60	5.00	5.50	6.20	6.90	7.70	8.90			
	Válvula retención de borbotón de placa	0.20	0.30	0.65	0.75	1.15	1.30	1.90	2.05	3.40	4.85	6.60	8.30			
	Válvula retención paso de conducto	6.10	6.40	8.50	8.50	11.50	13.0	15.5	21.0	25.0	36.0	42.0	61.0			
	Válvula de compuerta abierta	0.11	0.18	0.21	0.28	0.36	0.44	0.56	0.68	0.81	1.00	1.44	1.10			
	Válvula de paso recto y asiento inclinado	1.10	1.34	1.74	2.28	2.88	3.46	4.53	5.51	6.69	8.30	10.8	13.1			
	Válvula de globo	4.05	4.90	6.25	6.25	10.8	13.0	17.0	21.0	25.0	33.0	36.0	41.5			
	Válvula de asiento o ángulo (abierta)	1.60	2.35	2.35	4.30	5.60	6.35	8.85	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	7.00	-	-	-	-	-			
	Interconmutador	-	-	-	2.10	5.00	12.5	13.2	14.2	25.0	-	-	-			
	Radiador	2.30	3.00	3.50	4.00	4.50	5.20	5.75	6.50	7.00	7.60	8.00	10.0			
	Radiador con válvula	3.75	4.40	5.25	6.00	6.75	7.60	8.00	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 válvula	3.00	4.20	4.90	5.50	6.30	7.00	8.00	8.75	9.50	10.0	11.0	12.0			
	Colector general individual o derivación	4.6 m c.d.a. 10 m c.d.a.														

Para tuberías de 0.60 mm (1/2") usar los valores del cuadro por 1.43

CUADRO 4 6

Diámetro Conexiones	LONGITUD EQUIVALENTE (m)						
	L 90°	L 45°	T	LAT T	Valv Comp	Valv Globo	Valv Ang
10	0.30	0.18	0.46	0.09	0.06	2.40	1.20
13	0.60	0.37	0.91	0.18	0.12	4.60	2.40
19	0.75	0.48	1.20	0.25	0.15	6.10	3.65
25	0.90	0.55	1.50	0.27	0.18	7.60	4.60
32	1.20	0.75	1.80	0.37	0.24	10.70	5.50
38	1.50	0.90	2.15	0.45	0.30	13.70	6.70
50	2.15	1.20	3.00	0.60	0.40	16.80	8.55
64	2.45	1.50	3.65	0.75	0.50	19.80	10.40
75	3.00	1.85	4.60	0.90	0.60	24.40	12.20
*90	3.65	2.15	5.50	1.10	0.73	30.50	15.25
*100	4.30	2.45	6.40	1.20	0.82	38.10	16.80
*125	5.20	3.00	7.60	1.50	1.00	42.70	21.35
150	6.10	3.65	9.15	1.85	1.20	50.30	24.40

\*No utilizadas comunmente

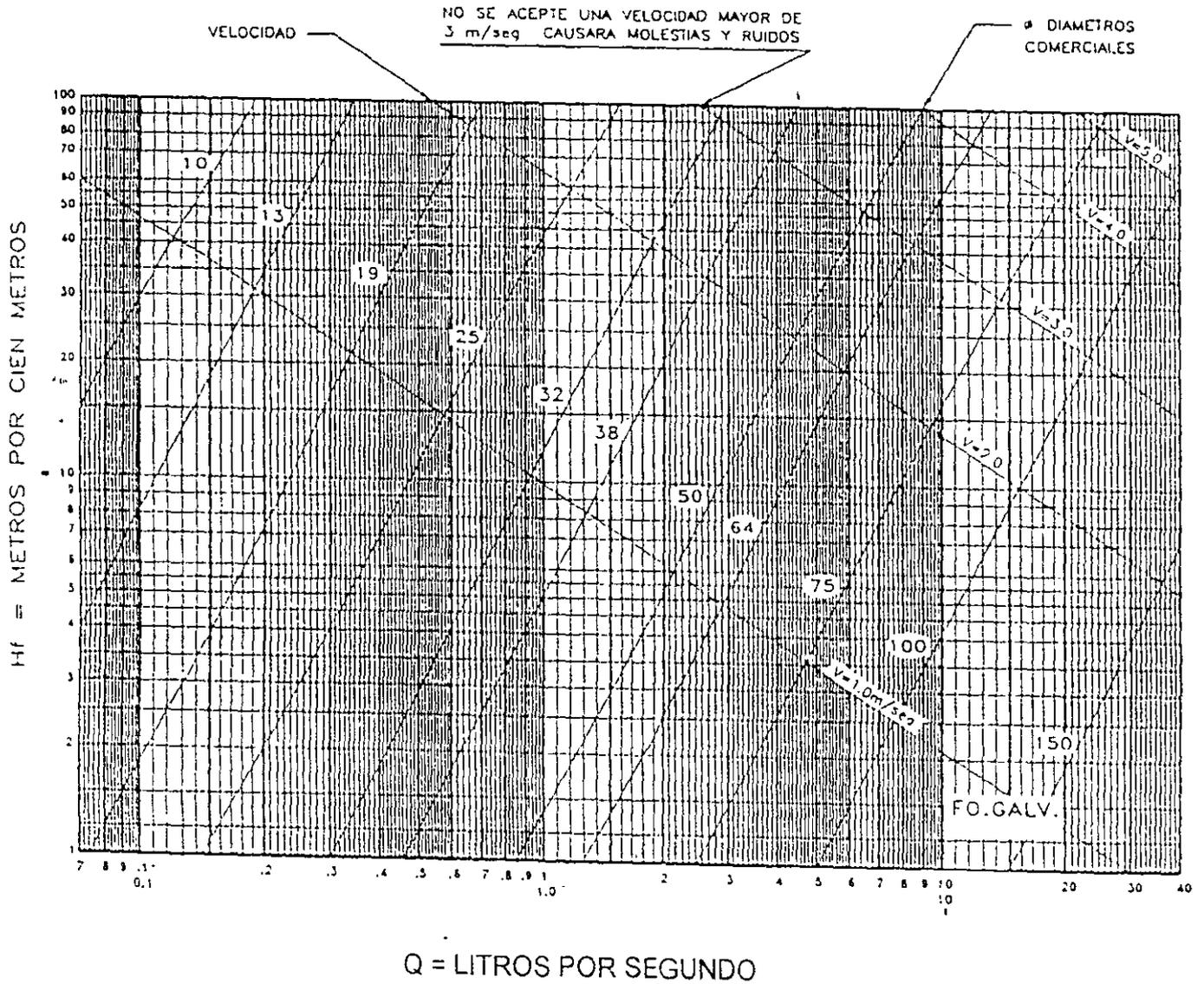
CUADRO 4 7 LONGITUD DE TUBOS EQUIVALENTE A CONEXIONES Y VÁLVULAS

APARATO	DIAMETRO DEL TUBO			
	13	19	25	32
CALENTADOR AGUA VER 110 19 mm	1.20	5.20	17.10	=====
CALENTADOR AGUA HORZ 19 mm	0.97	1.50	4.90	=====
<b>1100 L MEDIDOR DE AGUA (SIN VALV)</b>				
16 mm CONEXIÓN DE 13 mm	2.05	8.05	27.45	=====
16 mm CONEXIÓN DE 19 mm	1.45	5.18	19.36	=====
19 mm CONEXIÓN DE 19 mm	1.05	4.25	13.70	=====
25 mm CONEXIÓN DE 25 mm	=====	2.75	9.15	35.10
32 mm CONEXIÓN DE 25 mm	=====	1.55	4.25	16.45
ABLANDADOR DE AGUA	=====	15.61 00	=====	=====

CUADRO 4 8 LONGITUD EQUIVALENTE A TUBERÍA PARA DIFERENTES APARATOS

NOMOGRAMA PARA CALCULO DE GASTO, PERDIDA POR FRICCION, VELOCIDAD Y DIÁMETRO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA

67

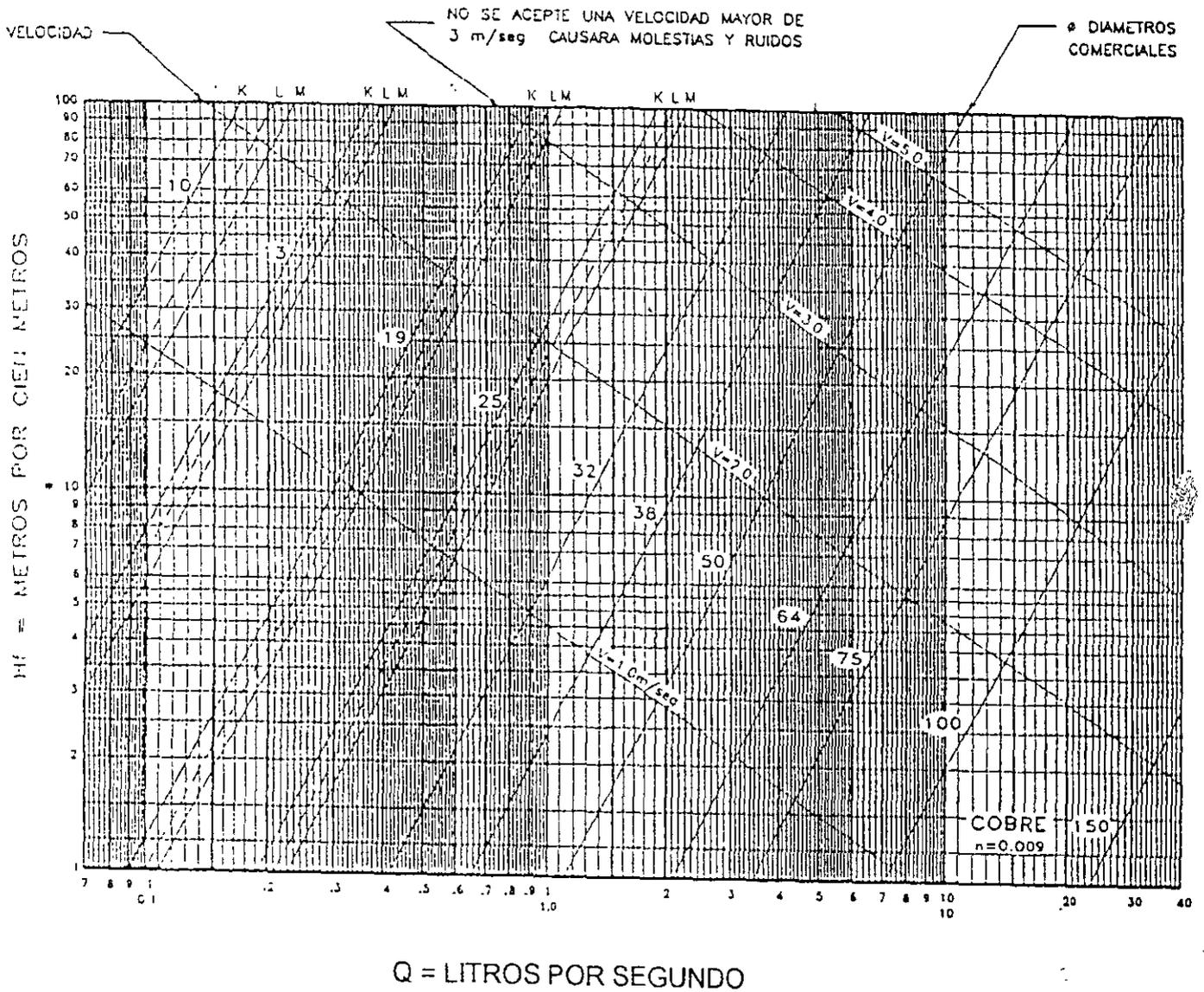


NOTA: En abastecimientos por presión se debe tomar muy en cuenta la pérdida por fricción, se sugiere no pase de 10 m por cada 100 m.

GRAFICA 4.3 TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO

NOMOGRAMA PARA CALCULO DE GASTO, PERDIDA POR FRICCION, VELOCIDAD Y DIÁMETRO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA

89

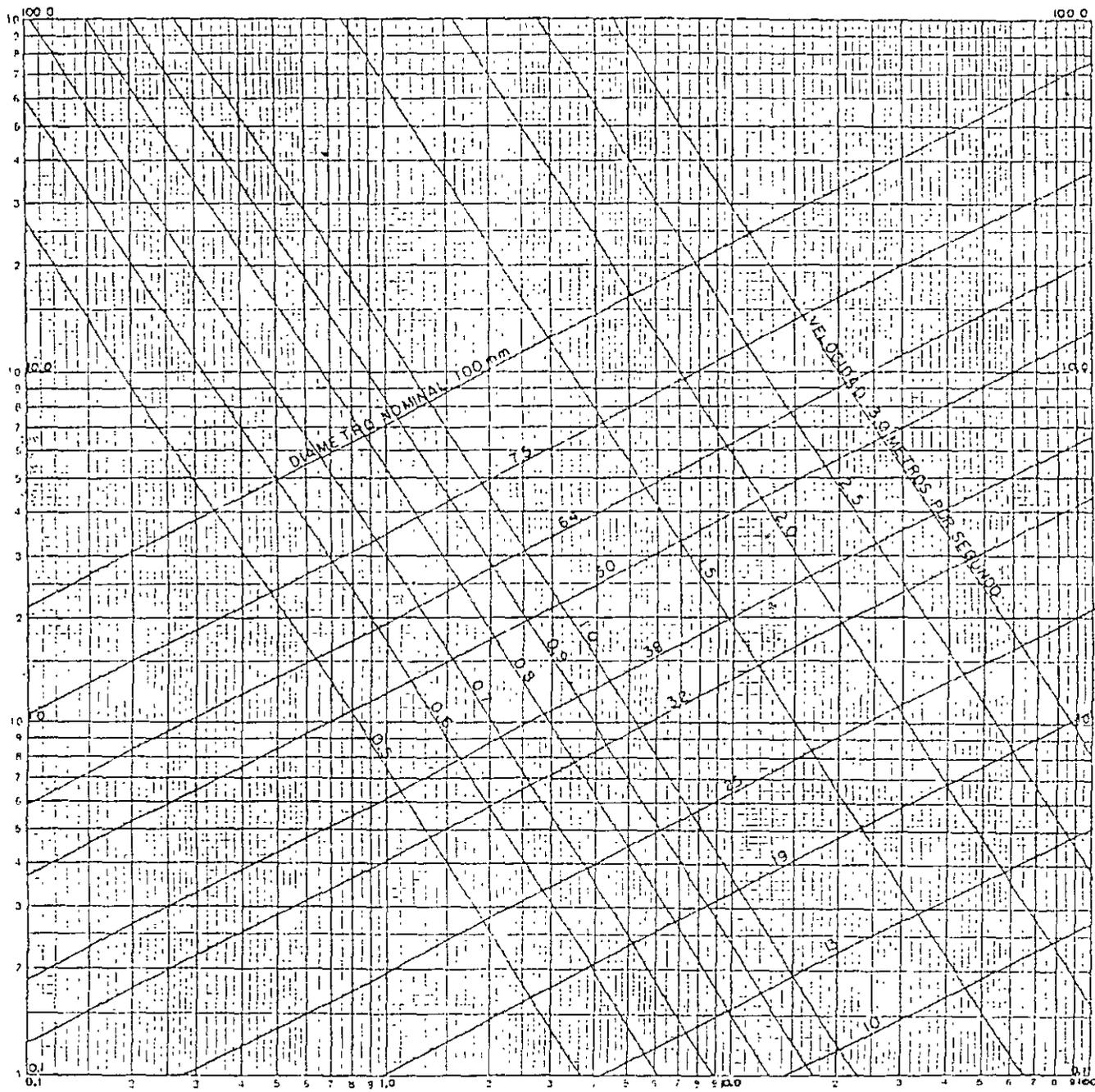


NOTA: En abastecimientos por presión se debe tomar muy en cuenta la pérdida por fricción, se sugiere no pase de 10 m por cada 100 m.

GRAFICA 4.2 TUBERIA DE COBRE

NOMOGRAMA PARA CALCULO DE GASTO, PERDIDA POR FRICCION, VELOCIDAD Y DIÁMETRO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA

69



GASTO EN LITROS POR SEGUNDO

NOTA: En abastecimientos por presión se debe tomar muy en cuenta la pérdida por fricción, se sugiere no pase de 10 m por cada 100 m.

GRAFICA 4.4 TUBERIA DE ACERO CEDULA 40



## INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

### CAPITULO 5 BOMBEO, PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO Y RIEGO DE JARDINES

- 5.1 BOMBEO
- 5.2 TIPO DE BOMBAS E INSTALACIONES
- 5.3 SISTEMA HIDRONEUMATICO
- 5.4 PROTECCION CONTRA INCENDIOS
- 5.5 RIEGO DE JARDINES

#### 5.1 BOMBEO

##### INTRODUCCIÓN

Las bombas son un ejemplo de aparato que no se considera como "mueble sanitario", a pesar de que es una parte muy importante dentro del sistema de plomería. Un "eyector" de aguas residuales, es una bomba que tiene la capacidad de manejar desechos de origen humano, una "bomba simple" tiene la capacidad de manejar solamente agua clara o desechos líquidos y una "bomba booster" se utiliza en abastecimientos domésticos de agua para elevar o incrementar la presión del agua.

El propósito de las bombas es transmitir energía a un fluido. Para el drenaje o para el agua potable, ésta energía es utilizada para impulsar el líquido a una parte más alta, esto es importante en aquellas situaciones en que el drenaje inferior o la línea más baja del drenaje dentro del edificio está instalada, a menor nivel que el drenaje municipal de la calle, es decir cuando el drenaje del edificio no puede drenar por gravedad al alcantarillado.

Se utiliza equipo de bombeo cuando la presión de la red no es suficiente para la máxima carga que se requiere en la parte más alta del edificio, lo que generalmente sucede en edificios de 3 o más niveles.

Cuando se requiera solo una bomba, se recomienda que se instalen al menos dos bombas, que deben alternarse. La tendencia actual es utilizar las bombas de velocidad variable que dan un mejor resultado que utilizar varias bombas donde se requieren diferentes caudales o gastos.

##### DETERMINACION DE LA CARGA TOTAL DE BOMBEO

Para determinar la carga total de bombeo se debe tomar en consideración las cargas siguientes:

##### Carga Estática (h<sub>e</sub>)

Es la distancia vertical, expresada en metros, entre el origen de la succión y la altura del mueble más desfavorable.

Esta carga está formada por la suma algebraica de la carga estática de descarga (h<sub>ed</sub>) más la carga, o altura, de succión (h<sub>es</sub>), (que generalmente es de 5 metros), o sea,

$$h_e = h_{ed} + h_{es}$$

**Carga Estática de descarga (h<sub>ed</sub>)**

Es la distancia vertical entre el eje de la bomba y el punto de alimentación considerado, expresada en metros

**Carga y Altura Estática de Succión (h<sub>es</sub>)**

Para propósitos prácticos, a la distancia vertical, expresada en metros, entre el fondo de la cisterna y el eje de la bomba, se le denomina "Carga estática de succión" si el fondo está arriba del eje de la bomba, y "Altura estática de succión" si el fondo está abajo del eje de la bomba.

Si el fondo de la cisterna esta abajo del eje de la bomba, siempre debe verificarse que se cumpla con la expresión siguiente

$$h_{es} = P_a \leq CNPS_R - P_v - h_{fs}$$

en la que.

- h<sub>es</sub> = Distancia vertical entre el eje de la bomba y el fondo de la cisterna, en metros
- P<sub>a</sub> = Presión atmosférica de la localidad, expresada en metros de columna de agua
- CNPS<sub>R</sub> = Carga Neta Positiva de Succión requerida por la bomba seleccionada para el gasto máximo por bombear, en metros.
- h<sub>fs</sub> = Pérdida de carga por fricción en la tubería de succión, en metros
- P<sub>v</sub> = Presión del vapor de saturación del agua a la temperatura considerada, en metros de columna de agua

A continuación se indican valores de "P<sub>v</sub>" expresados en metros de c. d. a. de acuerdo con la temperatura del agua

Temperatura del agua °C	P <sub>v</sub> metros
10	0.125
15	0.174
20	0.238

**Carga Total de Fricción (h<sub>f</sub>)**

La carga total de fricción es la suma de las pérdidas por fricción en la línea de succión (h<sub>fs</sub>) más las pérdidas por fricción en la línea de descarga desde la bomba hasta el mueble considerado como el más desfavorable (h<sub>fd</sub>), o sea

$$h_f = h_{fs} + h_{fd}$$

**Carga de Trabajo (h<sub>t</sub>)**

La carga de trabajo del mueble o equipo considerado es la carga requerida para su correcta operación, expresada en metros de columna de agua

Las cargas mínimas de trabajo para los diferentes muebles y equipos están anotados en la tabla 4.1, en el capítulo 4

**Carga Total de Bombeo (H)**

La carga total de bombeo será la correspondiente al mueble o equipo que proporcione el valor máximo a la suma algebraica de las cargas antes mencionadas, es decir, que la suma sea máxima

$$H = h_{es} + h_{fs} + h_{ed} + h_{td} + h_t$$

Para unas condiciones dadas, la suma de (h<sub>es</sub>+h<sub>fs</sub>) es constante, pero no siempre es fácil determinar cuál es el mueble que proporcione el valor máximo de (h<sub>ed</sub> + h<sub>td</sub> + h<sub>t</sub>). En estos casos se deben analizar dos o tres muebles que se consideren como los más desfavorables (por altura o por distancia) antes de establecer la carga total de bombeo definitiva

**PRESION MAXIMA**

La presión máxima en cualquier punto de la red de distribución, incluyendo la "diferencial de presión" considerada, no deberá ser mayor de 5.0 kg/cm<sup>2</sup>, si con una sola red de distribución se tiene una presión mayor, el proyectista deberá proponer, para su aprobación, sistemas de baja y alta presión, ver figura 5.17

**SELECCION DEL EQUIPO CON BOMBEO DIRECTO A LA RED**

En todos los casos, al seleccionar las bombas se deberá tomar en cuenta lo siguiente

- Que la diferencial de presión sea de 0.7 a 1.4 kg/cm<sup>2</sup> (7 a 14 mca)
- Que se tenga una Carga Neta Positiva de Succión (CNPS) igual o mayor que la requerida por las bombas, para lo cual se debe cumplir con la expresión

$$CNPSR = P_{at} \leq P_v - h_{res} - h_3$$

- Que las bombas operen lo más cercano posible a la zona de la curva de máxima eficiencia

**BOMBEO DIRECTO DE LA RED ELEVADO**

$h_1$  = Pérdida por fricción en succión  
 $h_2$  = Altura estática de succión  
 $h_3$  = Altura estática de elevación  
 $h_4$  = Altura alimentación del mueble  
 $h_5$  = Presión mínima para el mueble  
 $h_6$  = Pérdida de fricción en elevación comercial  
 $h_7$  = Carga de velocidad  
 $\Delta$  = Diferencial de presión  
 $H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + \Delta$

**BOMBEO A TANQUE**

$h_1$  = Pérdida por fricción en succión  
 $h_2$  = Altura estática de succión  
 $h_3$  = Altura estática de descarga  
 $h_4$  = Pérdidas por fricción descarga  
 $h_5$  = Carga de velocidad  
 $\Delta$  = Dif. entre  $H_0$  calculada y  $H_0$   
 $H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + \Delta$

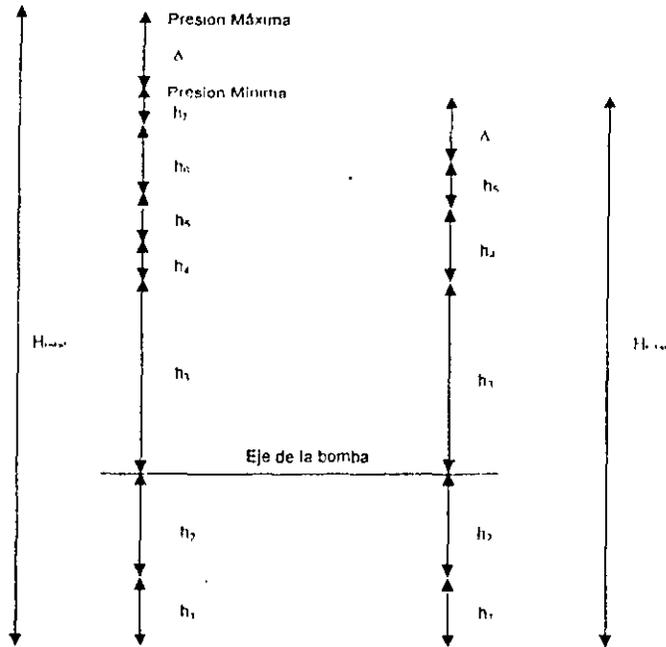


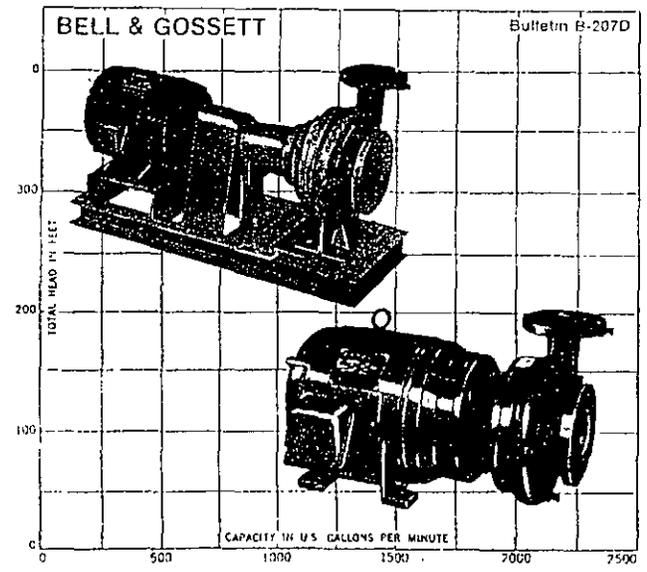
Fig. 5.1 DETERMINACION DE LA CARGA NECESARIA PARA EL DISEÑO DE

**BOMBAS**

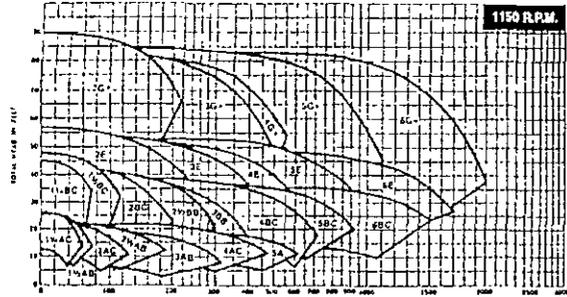
**TIPO DE BOMBAS E INSTALACIONES**

Para el diseño de las bombas, es conveniente utilizar catálogos de las diferentes marcas que se venden en el país, en seguida se presenta como ejemplo modelos de la marca BELL y GOSSETT. Para el diseño de la bomba requerida se debe conocer previamente el gasto que se bombea y también la altura a la que será elevada el agua, en éstos datos se entra a las "cartas de selección", en este caso para las series 1510/1531 (página 7) localizándose ahí el tipo de bomba identificada por una clave, en este ejemplo podría ser 1 1/2 AC o la 1 1/2 AB, se presentan las gráficas de cada tipo de bomba (página 8) donde se pueden obtener sus datos específicos como son potencia, eficiencia y diámetro del impulsor, con éstos datos queda diseñado el equipo de bombeo.

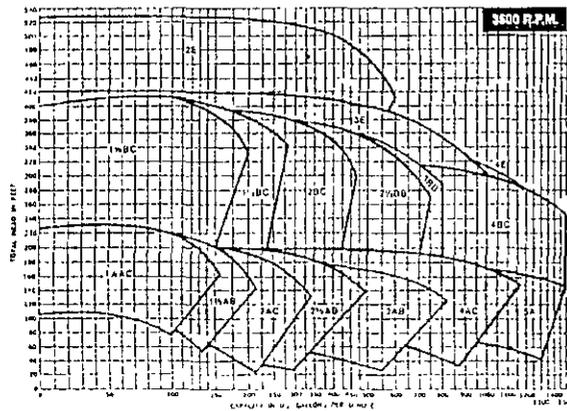
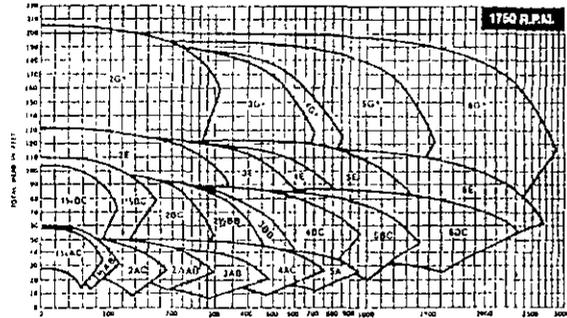
**EJEMPLO DE MOTOBOMBAS Y SUS CURVAS**



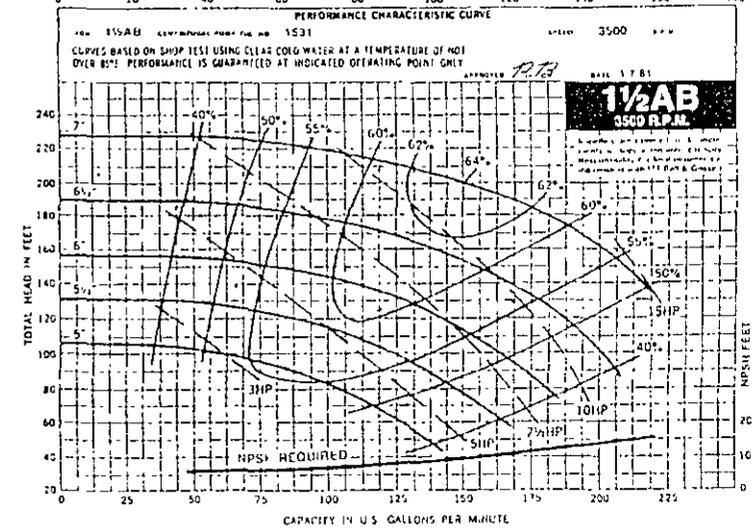
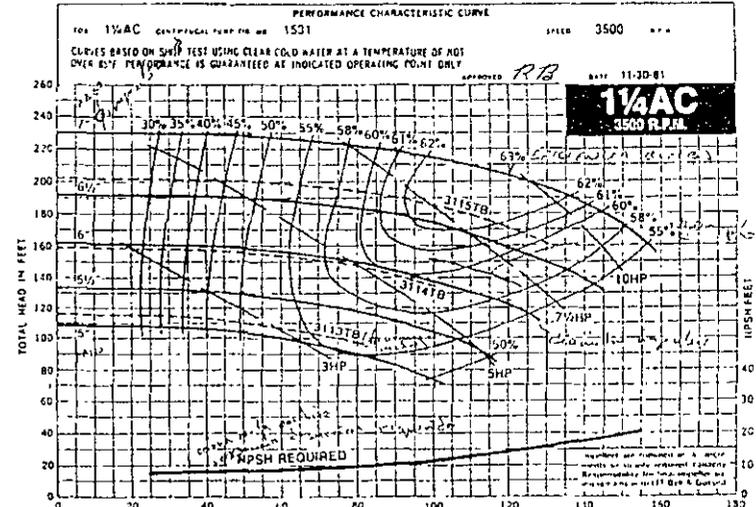
### Series 1510/1531 Selection Charts



\*Not available in Series 1531 close coupled style pumps



### 3500 RPM PUMP CURVES



**BOMBAS, PEQUEÑAS**

Existen en el mercado diferentes marcas de moto-bombas tipo centrifugas, por lo que es conveniente obtener catálogos que los diferentes fabricantes proporcionan y con ellos seleccionar los equipos requeridos, para tener una idea de las capacidades de pequeñas moto-bombas, a continuación se dan los datos correspondientes a la marca BONASA en sus diferentes capacidades para manejar pequeños gastos y relativamente poca altura

**DATOS BÁSICOS DE MOTOBOMBAS**

No	HP	VOLTS	RPM	CICLOS	SUCCION Y DESCARGA
1460	1/4	115	3450	60	1" X 1/4"
1450	1/4	115	2850	50	1" X 1/4"
1260	1/2	115/230	3450	60	1 1/4" X 1"
1250	1/2	115/230	2850	50	1 1/4" X 1"
1060	1	115/230	3450	60	1 1/2" X 1"
1050	1	115/230	2850	50	1 1/2" X 1"

**RENDIMIENTO 1 HP**

ALTURA	No. 1050 (LPM)	No. 1060 (LPM)
18	118	---
20	113	134
22	96	120
24	73	104
26	37	86
28	--	58

Recordar que el diámetro de succión siempre es mayor que el de salida, diámetro que debe respetarse, sin embargo en la tubería de salida, se puede aumentar el diámetro al superior siguiente, así se logra aumentar un poco el gasto al disminuirse las pérdidas en el tramo correspondiente.

La moto-bomba de 1 HP se recomienda en lugares donde se requiere mucho caudal a una altura considerable como son hoteles, fábricas, multifamiliares, lavanderías, etc.

**RENDIMIENTO 1/4" HP**

ALTURA	No. 1450 (LPM)	No. 1460 (LPM)
8	75	90
10	68	82
12	60	72
14	50	60
16	34	42

**RENDIMIENTO 1/2" HP**

ALTURA	No. 1250 (LPM)	No. 1260 (LPM)
10	114	138
12	108	130
14	99	120
16	90	108
18	78	95
20	64	78

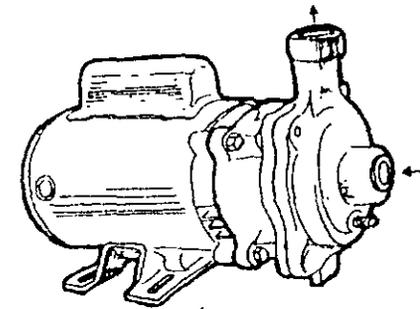
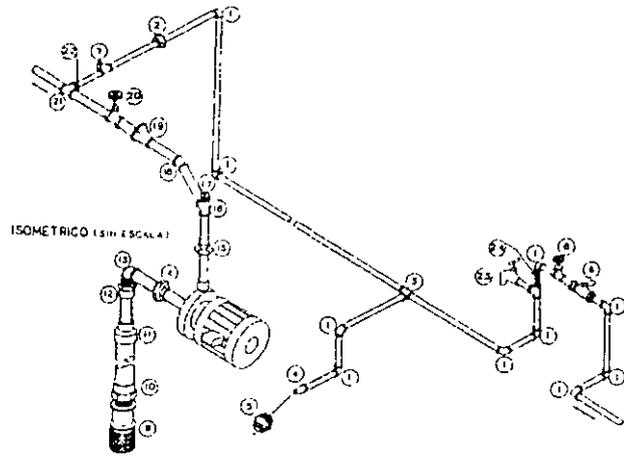


FIG 5.3 MOTOBOMBA PEQUEÑA

A continuación se presentan 3 instalaciones tipo, con motobomba monofásica de 0.5 HP y 110 volts (figuras 5.4 a 5.7)

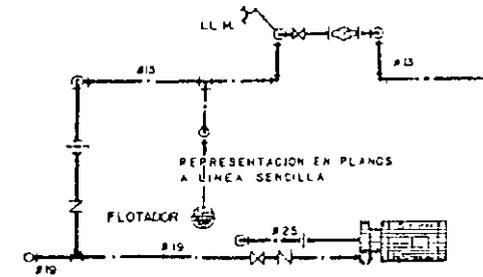
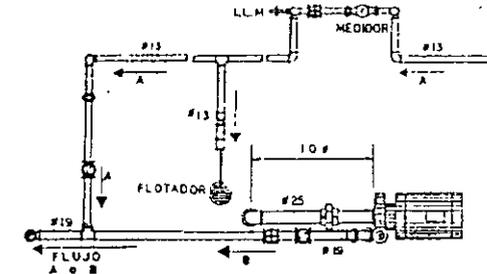
Arreglo común, para cuando en ciertas horas del día o algunos días la presión de la red es suficiente, entonces el agua sube directamente al tinaco o tanque elevado en caso contrario, la bomba recibe la señal de arranque o paro para trabajar automáticamente



MATERIAL PARA LA INSTALACION

- 1 CODO GALV  $\phi$  13 mm X 90°
- 2 TUERCA UNION GALV  $\phi$  13 mm
- 3 TEE GALV  $\phi$  13 mm
- 4 VALVULA DE FLOTADOR  $\phi$  13 mm A P
- 5 FLOTADOR PARA A P
- 6 VALVULA DE COMPUERTA ROSCADA  $\phi$  13 mm
- 7 VALVULA CHECK COLUMPIO ROSCADA  $\phi$  13 mm
- 8 MEDIDOR
- 9 VALVULA CHECK PICHANCHA  $\phi$  38 mm
- 10 CONECTOR DE COBRE CUERDA EXTERIOR  $\phi$  38 mm
- 11 REDUCCION CAMPANA DE COBRE  $\phi$  38 X 25 mm
- 12 CONECTOR DE COBRE CUERDA EXTERIOR  $\phi$  25 mm
- 13 CODO GALV  $\phi$  25 X 90°
- 14 TUERCA UNION GALV  $\phi$  25 mm
- 15 TUERCA UNION GALV  $\phi$  19 mm
- 16 YEE GALV  $\phi$  19 mm
- 17 TAPON MACHO  $\phi$  19 mm
- 18 CODO GALV  $\phi$  19 mm X 45°
- 19 VALVULA CHECK COLUMPIO ROSCADA  $\phi$  19 mm
- 20 VALVULA COMPUERTA ROSCADA  $\phi$  19 mm
- 21 TEE GALV  $\phi$  19 mm
- 22 REDUCCION BUSHING GALV  $\phi$  19 X 13 mm
- 23 LLAVE PARA MANGUERA  $\phi$  13 mm
- 24 NIPLE DE CUERDA CORRIIDA  $\phi$  13 mm

FIG 5 4 INSTALACION PARA SUMINISTRO ALTERNO DE RED Y BOMBA



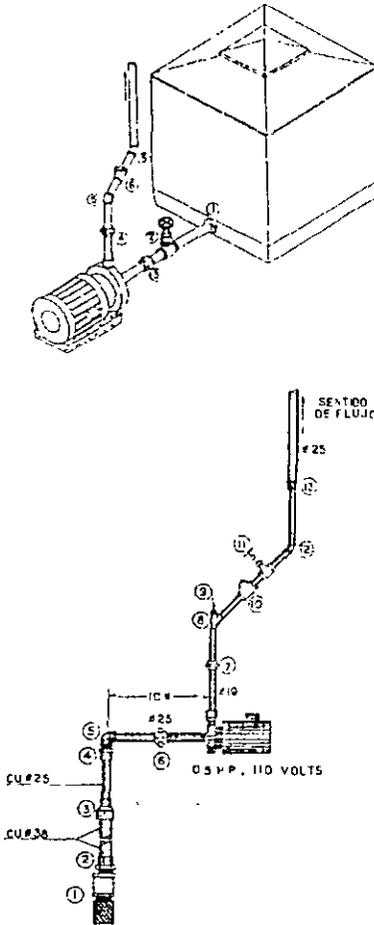
MATERIAL PARA LA CONEXION DE UNA BOMBA PARA CISTERNA SENCILLA

- 1 PICHANCHA CHECK  $\phi$  38 mm
- 2 CONECTOR DE COBRE CUERDA EXTERIOR  $\phi$  38 mm
- 3 REDUCCION CAMPANA DE COBRE  $\phi$  38 X 25 mm
- 4 CONECTOR DE COBRE CUERDA EXTERIOR  $\phi$  25 mm
- 5 CODO GALVANIZADO  $\phi$  25 mm X 90°
- 6 TUERCA UNION GALVANIZADA  $\phi$  25 mm
- 7 TUERCA UNION GALVANIZADA  $\phi$  19 mm
- 8 "Y" GRIEGA GALVANIZADA  $\phi$  19 mm
- 9 TAPON MACHO GALVANIZADO  $\phi$  19 mm
- 10 VALVULA CHECK COLUMPIO  $\phi$  19 mm
- 11 VALVULA COMPUERTA ROSCADA  $\phi$  19 mm
- 12 CODO GALVANIZADO  $\phi$  19 mm
- 13 REDUCCION CAMPANA GALVANIZADA  $\phi$  25 X 19 mm

FIG 5 5 INSTALACION ANTERIOR VISTA EN PLANTA

Se utiliza cuando el suministro tiene poca presión, pero generalmente nunca falta el servicio

Se utiliza cuando generalmente el suministro tiene poca presión, se tardea, o no es regular



- 1 REDUCCIÓN BUSHING GALV  $\phi$  38 X 25 mm (RED B  $\phi$  38 X 25 mm)
- 2 VÁLVULA DE COMPUERTA ROSCADA  $\phi$  25 mm (VALV comp ROSC  $\phi$  25 mm)
- 3 TUERCA UNIÓN GALV  $\phi$  25 mm
- 4 TUERCA UNIÓN GALV  $\phi$  19 mm
- 5 CODO GALV  $\phi$  19 X 45°
- 6 VÁLVULA CHECK COLUMPIO  $\phi$  19 mm

Se puede prescindir de la válvula de compuerta en la tubería de descarga, pero no de la válvula check, porque el golpe de ariete producido por el regreso de la columna de agua lo recibiría el impulsor, y no es necesario ya que la bomba está cebada permanentemente

FIG 5.6 INSTALACION PARA SUBIR EL AGUA A PARTIR DE UN TINACO SOBRE EL PISO

FIG 5.7 INSTALACION PARA UNA CISTERNA SENCILLA

**5.3 SISTEMA HIDRONEUMÁTICO**

Se llama así por la combinación de agua (hidro) y de aire (neumo) comprimido en un tanque presurizado, de tal forma que se aprovechan las características de elasticidad del aire (compresibilidad) para poder abastecer el agua almacenada en la parte inferior del tanque y con la presión requerida para satisfacer las demandas de la red hidráulica, con la ventaja de que la bomba tiene periodos de descanso al no operar constantemente

En un sistema hidroneumático, parte del agua es bombeada desde la fuente de abastecimiento que puede ser una cisterna hacia la red, pasando por el tanque presurizado donde se almacena el excedente. El aire del tanque se comprime conforme el agua ingresa al mismo, la presión en el tanque se incrementa y es igual a la presión en la red de distribución puesto que está conectada al tanque. El agua almacenada en el tanque y la presión del mismo, son suficientes para permitir que los equipos de bombeo descansen ciertos periodos de tiempo y a la vez se satisfagan las demandas de presión y de gasto, es decir en el tanque se conserva la energía evitando así el uso continuo de los equipos de bombeo

Cuando el equipo de bombeo opera, parte del agua es enviada a la red para abastecer la demanda requerida durante la operación y el excedente se queda en el tanque hidroneumático, en donde al subir el nivel del agua vuelve a comprimir el aire hasta llegar a una presión máxima predeterminada, donde se acciona un interruptor de presión parando el equipo de bombeo

Los componentes del sistema son 1 tanque presurizado, 2. equipos de bombeo, 3 elemento de suministro de aire (un compresor de aire o un supercargador o válvula de aspiración de aire), o puede ser precargado (con membrana o diafragma), 4. sistema de control de arranque y paro de las bombas, y en su caso para alternarlas, 5 indicador de nivel de agua, 6 alarmas y 7. elementos de seguridad para aliviar presiones excesivas

El sistema hidroneumático opera con dos presiones:

**Presión mínima:** es conocida también como presión manométrica, es donde arranca el equipo de bombeo. Esta presión es la suma de los siguientes factores: la altura de succión ( $h_{ss}$ ), la altura de elevación ( $h_{ee}$ ), las pérdidas por fricción (tuberías y piezas especiales) desde la succión hasta el mueble crítico (más alejado del hidroneumático) ( $h_f$ ), carga de operación o altura del mueble crítico ( $Z$ ) y presión de operación del mueble crítico ( $h_i$ ), así  $H = h_{ss} + h_{ee} + h_f + Z + h_i$  (es decir la presión de trabajo)

**Presión máxima:** es la presión máxima de operación de la red hidráulica y es donde detiene el equipo de bombeo. Esta presión es igual a la presión mínima o manométrica más la diferencial de presión; esta presión no debe exceder el valor máximo establecido por el fabricante para evitar daños al tanque presurizado.

**Diferencial de presión:** es la diferencia entre las presiones máxima y mínima y se representa con la letra  $\Delta$  (delta) o  $\Delta P$ .

La diferencia de presiones o **diferencial de presión** se calcula basándose en el volumen de agua y aire más adecuado para obtener la máxima extracción posible, dejando siempre un nivel de agua no menor del 20% del tanque presurizado llamado sello de agua, para poder mantener el aire dentro del tanque y no permitir que se escape hacia la red de distribución.

El IMSS recomienda una diferencial de presión ( $\Delta$ ) entre 1 y 1.4 kg/cm<sup>2</sup>, o sea

$$\Delta P = P_{max} - P_{min} = 1 \leq \Delta \leq 1.4 \text{ kg/cm}^2$$

#### Ventajas de los sistemas hidroneumáticos

- El tanque presurizado puede amortiguar problemas de golpe de ariete
- Puede ser ubicado en cualquier sitio del edificio, sin afectar su operación
- No requieren estructuras especiales para su colocación
- Permite que las bombas descansen
- Proporciona presión constante

#### Desventajas de los sistemas hidroneumáticos

- Tienen alto costo inicial
- El tanque tiene que operar de manera completa, aún en períodos de poca demanda, puesto que no puede ser seccionado o dividido
- Los tanques tienen grandes dimensiones, debido a que el porcentaje de agua utilizable, para suministrar a la red de distribución, es reducido
- Requiere mucho espacio para su instalación

Debido a que en el sistema hidroneumático tradicional el agua está en contacto directo con el aire y por el aumento de presión parte de este se introduce en el agua

y sale del tanque, por ello, se instala un compresor para inyectar el aire que se fuga en el agua, en el mercado se encuentran otros modelos que eliminan al compresor como son

1. Supercargador de aire Jacuzzi y
2. Sistema de protección efectiva (con membrana o diafragma)

Este último cuenta con una membrana que impide el contacto directo agua-aire y ya lo entregan presurizado, por lo que no necesita el compresor.

#### EQUIPO HIDRONEUMÁTICO TRADICIONAL

Antes de proceder al llenado del tanque, es necesario establecer en el interruptor la máxima y mínima presión a la cual trabajará el equipo, o sea, considerar el diferencial de presión  $\Delta P$ .

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

La toma en que se recibe la señal es por medio de dos electrodos (normalmente de acero inoxidable) llamados electroniveles, los cuales se encuentran dentro del tanque hidroneumático (figura 5.8).

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

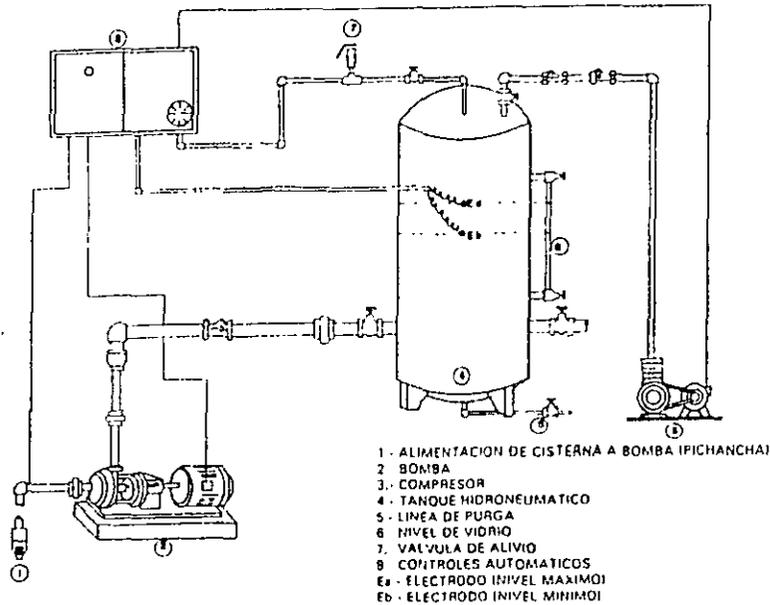


FIG 5.8 EQUIPO HIDRONEUMÁTICO TRADICIONAL

**SUPERCARGADOR DE AIRE JACUZZI**

Para abastecer de aire los tanques hidroneumáticos, en sustitución del compresor, se puede utilizar el "supercargador" Jacuzzi, mismo que está diseñado para mantener la correcta relación aire-agua. Cuando el nivel del agua está arriba de la entrada del "supercargador", este funciona en conjunto con el equipo de bombeo para llenar el colchón de aire. Cuando arranca la bomba se forma una área de baja presión en la succión de la bomba por el impulsor. La presión en el tanque entonces, es mayor que la fuerza de succión y fuerza el agua del tanque a fluir por el ventur del "supercargador", resultando un vacío parcial por lo que el aire es jalado hacia la válvula de entrada de aire y dentro del cuerpo de "supercargador".

Un desviador hace que el agua se dirija hacia abajo de las paredes del "supercargador", separando el aire del agua. Como el aire se acumula dentro del mismo, baja el nivel del agua hasta que se cierra la válvula de flotador y provoca que

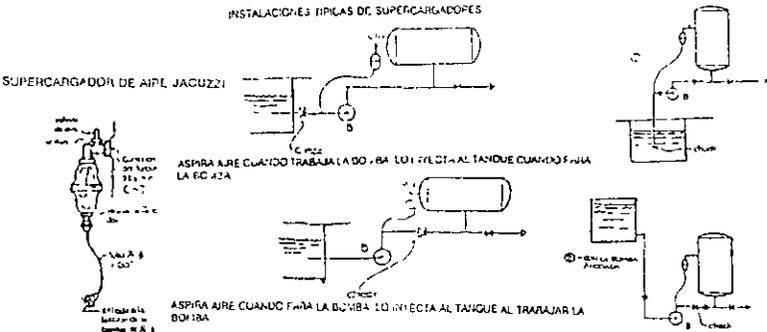


FIG 5.9 INSTALACION DEL SUPERCARGADOR HIDRONEUMÁTICO PRECARGADO (CON MEMBRANA O DIAFRAGMA)

Existen en el mercado este tipo de tanques a los cuales un fabricante ha designado como WEL-X-TRAL que tiene las siguientes características

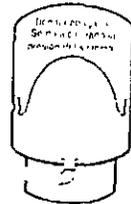
El dimensionamiento esta diseñado para reducir, el desgaste de la bomba y los controles así como el consumo de energía reduciendo al mínimo las puestas en marcha de la bomba

SPE I La selección del tanque se basa en un tiempo mínimo de funcionamiento de la bomba de un minuto. Recomendado para motobombas de hasta ¼ HP de potencia

SPE II La selección del tanque se basa en un tiempo mínimo de funcionamiento de la bomba de dos minutos. Recomendado para motobombas de 1 HP de potencia o mayor



1 WTTA-TROE con una cámara de aire sellada que es presurizada antes de salir de la fábrica. El aire y el agua inician un ciclo continuo entre sí, eliminando cualquier posibilidad de contaminación a causa de la pérdida de aire fuera del sistema de agua.



2 Cuando la presión de la cámara de aire y la presión máxima del sistema, la bomba se apaga. El WTTA-TROE está lleno hasta su capacidad máxima.



3 Cuando la presión de la cámara de aire y la presión máxima del sistema, la bomba se apaga. El WTTA-TROE está lleno hasta su capacidad máxima.



4 Cuando existe demanda de agua, la presión de la cámara de aire hace que el agua se saque al sistema. Como el WTTA-TROE no se puede cargar y proporcionar el agua máxima requerida con uniformidad, las presiones en la salida de la bomba se reducen al mínimo.

FIG. 5 10 HIDRONEUMATICO CON MEMBRANA

TANQUES COMERCIALES

En el comercio ya se encuentran tanques fabricados de isobutilo, resina viniléster, plástico reforzado con fibra de vidrio, metálicos y otros materiales. En cuanto a su relación agua - aire, pueden ser del tipo precargado o del tipo normal con equipo para inyección automática de aire integrado (supercargador), para usos residenciales, comerciales e industriales.

Es tal su demanda, que actualmente en el mercado existen ofertas con diferentes capacidades, desde pequeños gastos y presiones para casas habitación unifamiliares, por lo que es conveniente conocer los catálogos, ofertas y características de diferentes marcas para tomar una decisión acertada, se pueden consultar por internet.

Diseño del Tanque Hidroneumático

El volumen del tanque se calculará de acuerdo con la fórmula

$$V_t = \frac{900 Q_B P_a}{\phi(1-W) \Delta P}$$

En la que

V<sub>t</sub> = Volumen del tanque, en litros

Q<sub>B</sub> = Gasto máximo de una bomba, en litros por segundo

P<sub>a</sub> = Presión alta, o presión máxima, dentro del tanque, en kg/cm<sup>2</sup> absolutas

φ = Arranques por hora del motor de la bomba considerada. Use los valores siguientes de acuerdo con los caballos de potencia (C.P.) del motor de la bomba

C.P. del motor	φ
1/3-2	15
3-5	12
7.5	11
10.0	10
15.0	9
20.0	8

W = Volumen de agua en el tanque a la presión baja o de arranque de la bomba, EN FRACCION DECIMAL DEL VOLUMEN DEL TANQUE

$$W = \frac{\text{Volumen de agua a la presión baja}}{\text{Volumen del tanque}}$$

Este volumen de agua debe producir un sello de agua, sobre el tubo de salida, igual a 4 diámetros en tanques verticales, o igual a 3 diámetros en tanques horizontales.

ΔP = Diferencial de presión dentro del tanque, en kg/cm<sup>2</sup>. Debe ser de 1.0 a 1.4 kg/cm<sup>2</sup> para no tener excesivas variaciones de presión en las tuberías.

A continuación se indican los pasos a seguir para determinar el tanque

1. Suponga inicialmente W = 0.2 que es el mínimo
2. Determine el volumen probable del tanque
3. Con este volumen escoja el tanque probable
4. Con las medidas del tanque verifique si el valor supuesto de W proporciona el sello de agua necesario

De no ser así, modifique el valor de W y repita los pasos anteriores hasta lograr que el volumen y medidas del tanque satisfagan las condiciones de sello de agua con el volumen de agua a la presión baja o de arranque de la bomba

Para tanques verticales, si se considera que el tubo está 5 cm arriba de donde empieza la parte cilíndrica y que  $\phi$  es el diámetro del tubo de salida, el tirante mínimo a la presión baja o de arranque de la bomba es

$$t = 4 \phi + 5 \text{ (en centímetros)}$$

Para tanques horizontales, el tirante mínimo es

$$t = 3 \phi$$

Se anexa tabla donde se muestran valores de W (fracción decimal del volumen del tanque  $V_t$ ) para diferentes relaciones de V/D en tanques cilíndricos horizontales

En el caso de tanques verticales el valor de W es igual a la relación V/H

Para determinar el espacio que ocupa el tanque hidroneumático su volumen se calculará en forma aproximada, en base en la siguiente expresión

$$V = 590 Q$$

en la que

V = Volumen del tanque, en litros

Q = Gasto máximo, en litros por segundo

Y para tanques comerciales, considérense los siguientes, de acuerdo con el gasto máximo supuesto

Un método práctico para calcular aproximadamente el volumen del tanque para diez ciclos (arranque, pero, arranque por hora), se hace por medio de la siguiente ecuación

$$Q(\text{Its/seg}) \times 300 \text{ (constante)} = CT \text{ (capacidad tanque en Its)}$$

$$\text{Ejemplo } 7.57 \text{ Its/seg} \times 300 = 2,271 \text{ Its}$$

Se recomienda un tanque de 2500 Its

GASTO DE BOMBEO (lps)	DIMENSIONES DEL TANQUE		
	VOLUMEN (Its.)	DIAMETRO (M)	LARGO (m)
3	1750	1.06	2.13
4	2450	1.25	2.17
5	3090	1.06	3.65
6	3570	1.25	3.08
7	4320	1.25	3.69
8	5050	1.35	3.71
9	5480	1.35	4.01
10	5910	1.35	4.31
11	6350	1.35	4.62
12	7170	1.54	4.05
13	7730	1.54	4.35

**Compresoras de Aire**

Su gasto se calculará por medio de la expresión

$$Q_c = \frac{V_t}{2000} \left[ \frac{P_b}{P_a} (1 - W) - 1 \right]$$

En la que

$Q_c$  = Gasto de aire libre de la compresora, a la altitud sobre el nivel del mar del lugar, en m<sup>3</sup>/hora

$V_t$  = Volumen del tanque, en litros

$P_b$  = Presión baja o de arranque de la bomba, dentro del tanque kg/cm<sup>2</sup> absolutos

$P_a$  = Presión atmosférica del lugar, en kg/cm<sup>2</sup>

W = Volumen de agua en el tanque a la presión baja o de arranque de la bomba EN

FRACCION DECIMAL DEL VOLUMEN DEL TANQUE  
CARACTERÍSTICAS DE TANQUES HIDRONEUMÁTICOS

CAPACIDAD APROXIMADA galones	DIMENSIONES DEL TANQUE		Peso, para un presión de trabajo de 10 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	815
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

V/D	W	V/D	W	V/D	W
0 00	0 0000	0 17	0 1127	0 34	0 2998
0 01	0 0017	0 18	0 1224	0 35	0 3119
0 02	0 0047	0 19	0 1323	0 36	0 3242
0 03	0 0088	0 20	0 1423	0 37	0 3364
0 04	0 0134	0 21	0 1527	0 38	0 3487
0 05	0 0187	0 22	0 1631	0 39	0 3611
0 06	0 0244	0 23	0 1738	0 40	0 3736
0 07	0 0308	0 24	0 1845	0 41	0 3860
0 08	0 0374	0 25	0 1954	0 42	0 3985
0 09	0 0446	0 26	0 2066	0 43	0 4111
0 10	0 0521	0 27	0 2179	0 44	0 4237
0 11	0 0598	0 28	0 2292	0 45	0 4365
0 12	0 0680	0 29	0 2406	0 46	0 4491
0 13	0 0764	0 30	0 2524	0 47	0 4618
0 14	0 0851	0 31	0 2641	0 48	0 4745
0 15	0 0914	0 32	0 2759	0 49	0 4873
0 16	0 1033	0 33	0 2878	0 50	0 5000

Valores de W para tanques cilindricos horizontales

Este gasto está basado en que primero se introduce agua al tanque hasta tener el tirante requerido (t), y con este nivel de agua se introduce aire comprimido hasta alcanzar la presión baja o de arranque de la bomba (P<sub>b</sub>) en 2 horas

La potencia del motor de la compresora de aire para el tanque hidroneumatico se considerará como se indica a continuación, dependiendo del volumen del tanque

VOLUMEN DEL TANQUE (lts )	POTENCIA DEL MOTOR (C.P )
Hasta - 3 000	0 5
3 000 - 5 000	0 75
5 000 - 7 000	1 0
7 000 - 10 000	2 0

BOMBEO CON TANQUE HIDRONEUMATICO

Si el gasto máximo probable es de 13 litros por segundo o menor, el equipo constará de 2 o 3 bombas, un tanque hidroneumatico, una compresora y su equipo de control

**Bombas**

El numero de bombas será de acuerdo con lo siguiente

Si el gasto máximo es de 8 litros por segundo o menos, se tendrán 2 bombas, cada una con capacidad para proporcionar del 80 al 100% del gasto máximo, dependiendo de la curva de la bomba. Estas bombas operarian, normalmente, en forma alternada y, en casos excepcionales, en forma simultánea.

Si el gasto está entre 8 y 13 litros por segundo, se tendrán 3 bombas, cada una con capacidad para proporcionar el 50% de gasto máximo probable. Una bomba estaría de reserva.

En este caso la secuencia de operación de las bombas sería la siguiente.

PASO	% DEL GASTO TOTAL	BOMBAS OPERANDO
1	VARIABLE	TANQUE
2	50	1 BOMBA
3	100	2 BOMBAS

**Bombeo Programado**

Cuando el gasto máximo probable sea mayor de 13 litros por segundo, se seleccionará un equipo de bombeo compuesto por las bombas requeridas dependiendo del gasto, un tanque de presión, una compresora y su equipo de control.

Las bombas piloto (también llamadas Jockey) y las bombas principales deben tener la misma diferencial de presión y el número de bombas será con base en las indicaciones siguientes:

- Si el gasto máximo probable está entre 13 y 20 litros por segundo, el equipo de bombeo consistirá de 4 bombas: una bomba piloto con capacidad del 20% del gasto total y 3 bombas principales con capacidad, cada una, del 40% del gasto total.

En este caso, la secuencia de operación de las bombas sería la siguiente:

PASO	% DEL GASTO TOTAL	BOMBAS OPERANDO
1	VARIABLE	Tanque
2	20	Piloto
3	40	Una principal
4	80	Dos principales
5	120	Tres principales

- Si el gasto es mayor de 20 litros por segundo, el equipo de bombeo consistirá de 6 bombas: 2 bombas piloto con capacidad, cada una, del 15% del gasto total, y 4 bombas principales con capacidad, cada una, del 30% del gasto total.

En este caso la secuencia de operación de las bombas sería la siguiente:

PASO	% DEL GASTO TOTAL	BOMBAS OPERANDO
1	VARIABLE	Tanque
2	15	Piloto
3	30	Una principal
4	60	Dos principales
5	90	Tres principales
6	120	Cuatro principales

Las bombas piloto se estarían alternando.

**Potencia de las bombas**

Los probables caballos de potencia del motor de cada una de las bombas del sistema se considera igual a  $CP = 0.024Q \times H$

**5.4 PROTECCION CONTRA INCENDIO**

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 concepto de seguros contra incendios

En todo edificio es necesario tomar medidas de prevención y de supresión del fuego, mismas que se indican en la figura 5 11

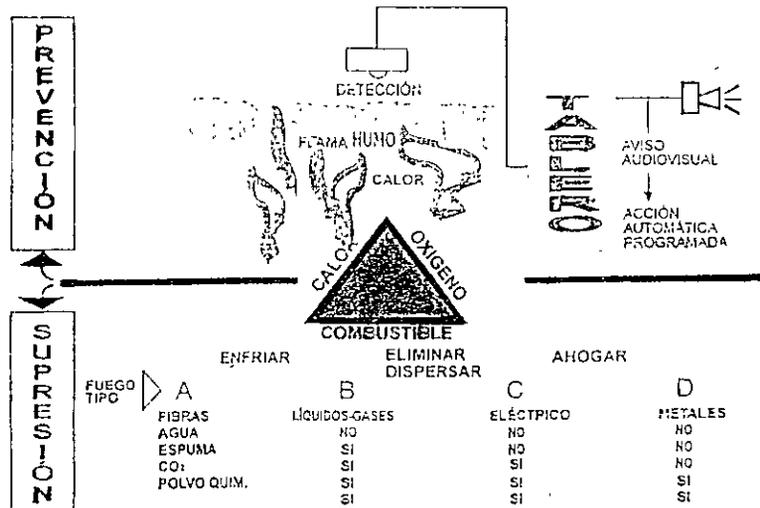


FIG. 5 11 PREVENCIÓN Y SUPRESIÓN DEL FUEGO

FORMAS DE COMBATIR EL FUEGO

Observando el "triángulo del fuego" podemos deducir las formas de controlar el fuego

- Eliminando el material combustible, ya sea por remoción o demolición (sólidos) o cerrando válvulas en los recipientes que contienen líquido o gas, o no instalándolo en el edificio
- Eliminando el comburente, en éste caso el oxígeno contenido en el aire, mediante la sofocación es decir, "ahogarlo" al cubrir el material que se encuentra en combustión no permitiendo que esté en contacto con el aire
- Reduciendo la temperatura, por ejemplo, enfriando con agua

Los sistemas y equipos utilizados son

- 1 Extintores
- 2 Sistemas contra incendio que puede tener en sus terminales hidrantes o aspersores

EXTINTORES

Son equipos portátiles que contienen una sustancia capaz de controlar un fuego incipiente, también sirven para que las personas que queden atrapadas en un incendio puedan salvar su vida abriéndose paso a través del fuego aplicando el chorro que se obtiene por la presión de este tipo de equipos

La sustancia que contiene depende del tipo de fuego que se quiera controlar "A" Materiales sólidos (madera, papel, textiles, etc), "B" Líquidos inflamables (aceites, grasas, gasolinas, etc) "C" Equipo eléctrico (motores, subestaciones, tableros, etc)

CARACTERÍSTICAS DE EXTINTORES PORTATILES

MODELO	KILOS	DIMENSIONES ALTURA	DIMENSIONES DIAMETRO	COMPONENTES PARA DESCARGA	ALCANCE MINIMO	DURACIÓN DE DESCARGA EN SEGUROS	RANGO DEL MANÓMETRO KG/CM <sup>2</sup>	TIPO
2	1	40	7.5	CHIFLON DE ALUMINIO	1.50	8 A 10	12	
4	2	40	10	CHIFLON DE ALUMINIO	1.50	8 A 10	12	
10	4.5	48	16	MANGUERA	3.00	8 A 25	17	
15	6	55	16	MANGUERA	3.00	8 A 25	17	
20	9	58	18.5	MANGUERA	3.00	8 A 25	17	
30	13	70	18.5	MANGUERA	3.00	8 A 25	17	

SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Un sistema contra incendio está integrado por una fuente de abastecimiento, un sistema de tuberías de alimentación con agua a presión, tomas de mangueras y/o aspersores.

La fuente de abastecimiento es, según lo establecido en los reglamentos, un depósito de agua ubicado en el edificio, que debe estar siempre lleno y con equipos de bombeo exclusivo, a fin de proveer agua en el momento necesario. Otras posibilidades, en lo referente a las fuentes de abastecimiento, pueden ser las tomas siamesas que se colocan en la parte frontal de los edificios, que permiten, en caso necesario a través de ellas, el suministro de agua a partir de camiones cisterna y/o de la red municipal

Un sistema de tuberías de alimentación, es un arreglo de tuberías, válvulas y salidas de agua, instaladas de tal manera, que el agua puede ser descargada a través de mangueras o aspersores, con objeto de extinguir el fuego. Las líneas de alimentación son tuberías, que pueden estar ocultas o no, dependiendo del tipo de edificio, que provienen de una o varias fuentes de abastecimiento, que van hacia las tomas contra incendio o los aspersores, y que se utilizan para conducir el agua que se destina al control o extinción de los incendios

**Sistema de tomas de mangueras o de redes de hidrantes.**

Este tipo de sistema consiste en una serie de tuberías que se extienden a partir de la bomba de incendios hasta el último piso, con tomas a la altura de cada piso para poder conectar a ellas las mangueras de los bomberos

Las tuberías que suministran el agua a toda la red, pueden estar siempre llenas o no, por lo que se conocen como sistema de tuberías mojadas o secas, respectivamente. El primer tipo tuberías mojadas, es el más común, el segundo, es poco usado y, en las ocasiones en que se utiliza, generalmente es en zonas en las que existe el riesgo de congelamiento del agua. Todas las tuberías de que constan estos sistemas contra incendio, deben ser independientes de la red de distribución de agua del edificio.

Este tipo de sistema es aceptado por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, y se reserva el derecho de autorizar cualquier otro tipo, dependiendo del tipo de edificio. Las especificaciones relacionadas con las presiones en el sistema, el tipo de mangueras, los diámetros de las mismas, etc., son fijados en los reglamentos de construcción respectivos, el diseño se realiza con una metodología similar a la utilizada en el cálculo de las redes de distribución de agua de los edificios, únicamente cambian los criterios de diseño, mismos que son establecidos por los reglamentos mencionados

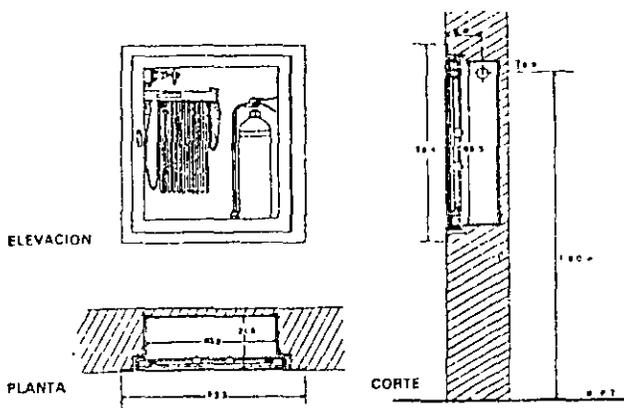


FIG 5.12 GABINETE DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO DE EMPOTRAR

**Sistemas contra incendios con aspersores**

Los **aspersores** son elementos que permiten distribuir el agua en forma regular a través de los mismos, éstos pueden ser automáticos o abiertos. Los automáticos están normalmente cerrados, pero tienen detectores de calor, de tal manera, que se abren sin necesidad de la presencia humana, en el momento en que se detectan elevaciones de calor fuera de lo normal, los aspersores de tipo abierto están permanentemente abiertos y, al momento de operar el sistema contra incendios, distribuyen el agua en forma homogénea en su área de influencia

Estos sistemas consisten en una red horizontal de tuberías formando mallas instaladas inmediatamente del cielo raso en los edificios. Los sistemas contra incendio de este tipo más utilizados son los cuatro siguientes: sistema húmedo de tuberías, sistema seco de tuberías, sistema de inundación y sistema de acción anticipada. Las características más importantes de cada uno de ellos son las siguientes:

**a) Sistema húmedo de tuberías**

Este sistema es el más común de los cuatro tipos mencionados. Consiste en una red de tuberías con agua bajo presión, los aspersores automáticos son conectados a la red, de tal manera, que cada aspersor protege un área específica, cuando se incrementa el calor en el área cerca de algún aspersor, éste opera de manera inmediata y en forma independiente a los demás, puesto que por el calor se rompe un "bulbo" de vidrio que está integrado al aspersor, dejando un hueco por donde sale el agua contenida en la tubería

**b) Sistema seco de tuberías**

Es el más utilizado después del sistema húmedo, y es similar al sistema húmedo, excepto que el agua es contenida en la red de tuberías por medio de una válvula especial, que impide el paso del agua hacia el sistema de tuberías

Bajo condiciones normales de operación, el aire presurizado dentro del sistema mantiene la válvula cerrada, la operación de uno o más de los aspersores automáticos, permite que el aire escape, originando que la válvula se abra, con lo cual el agua fluye hacia la tubería para suprimir el fuego. Este sistema es usado frecuentemente, en sitios donde existe peligro de congelación del agua en las tuberías y también en edificios, donde es importante la reducción de ruidos.

En los dos sistemas anteriores, se utilizan aspersores automáticos, que son los que detectan la presencia de fuego en el edificio

**c) Sistema de inundación**

Este sistema, utiliza aspersores abiertos. Una válvula especial retiene el agua bajo condiciones normales, y un sistema de detección de fuego es utilizado en forma

independiente, para activar el sistema en caso de incendio. El sistema de detección contra incendio abre la válvula de inundación, con lo cual el agua fluye hacia la red de tuberías, saliendo en los aspersores abiertos.

Este tipo de sistema se utiliza en edificios que guardan material altamente inflamable.

**d) Sistema de acción anticipada:**

Este sistema es similar al de inundación, excepto que usa aspersores automáticos en lugar de aspersores abiertos. No tiene agua en las tuberías bajo condiciones normales de operación, una presión constante de aire es mantenida en la red de tuberías a fin de verificar la hermeticidad de la misma, cualquier disminución de la presión es un indicador de escurrimientos en la red de tuberías. De la misma manera que en el sistema de inundación, un sistema separado de detección de incendios es utilizado para activar una válvula que admite agua en las tuberías. Debido a la utilización de aspersores automáticos, el flujo de agua en los aspersores no ocurre hasta que el calor del fuego active uno o más aspersores. Este tipo de sistema de control de incendios, se utiliza en sitios en donde descargas accidentales de agua, pueden causar daños importantes.

Cuando el área construida sea de 2500 metros cuadrados o mayor, se considerará equipo de bombeo de protección contra incendio. Este equipo constará de una bomba con motor eléctrico conectada a la planta de emergencia y una bomba con motor de combustión interna.

**DATOS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIO**

**Gasto**

Se considerará un gasto de 2.820 litros por segundo por hidrante y el número de hidrantes, en uso simultáneo se basará en el área construida de acuerdo con lo siguiente:

AREA CONSTRUIDA (m <sup>2</sup> )	HIDRANTES EN USO SIMULTANEO
2 500 - 5000	2
5 000 - 7500	3
más de 7500	4

**Presión**

Se considera conveniente una presión de 100 PSI (25.5 m) lo que dará una presión real de 81 PSI, GENERALMENTE SE UTILIZA LA BOQUILLA 1-200

**Carga Total de Bombeo**

Para obtener la probable carga total de bombeo se deberán considerar la carga estática, de descarga, la de fricción, la de trabajo y la de succión.

**Carga Estática de Descarga (h<sub>e</sub>)**

Es la altura, en metros, entre el eje de las bombas y la válvula angular del hidrante más desfavorable por su altura.

**Carga de Fricción (h<sub>f</sub>)**

Se considerará igual al 5.5 % de la longitud entre el equipo de bombeo en casa de máquinas y la válvula angular del hidrante más desfavorable, ya sea por su altura, por su lejanía, o por ambos.

**Carga de Trabajo (h<sub>t</sub>)**

Es la carga requerida a la entrada de la válvula angular considerada como más desfavorable, ya sea por su altura, por su lejanía, o por ambas. Se deberán considerar 25.5 metros.

**Altura de Succión (h<sub>s</sub>)**

Se considerará que es de 5 metros, incluyendo pérdidas por fricción, bajo la suposición de que la sistema estara enterrada.

**Carga Total de Bombeo (H)**

La carga total de bombeo es la suma de las cuatro cargas antes mencionadas, o sea

$$H = h_e + 0,055L + 25.5 + 5 = h_s + 0,55L + 30,5 \text{ (en metros)}$$

**Potencia de la Bomba**

Al igual que en el caso de las bombas del equipo de agua potable, los caballos de potencia del motor de la bomba se calcularán por medio de la expresión

$$C.P. = 0,024 Q \times H$$

dependiendo Q del número de hidrantes que se consideren en uso simultáneo.

Se deberán tener mínimo 2 bombas una con motor eléctrico y otra con motor de combustión interna.

DISEÑO DE HIDRANTES

Datos Básicos

Los hidrantes utilizados en las edificaciones se clasifican:

HIDRANTE	MANGUERA		PRESION lb/pulg <sup>2</sup> SEGUN INCENDIO		LONGITUD CHORRO (m)		GASTO (L/min)	
	DIAM INT	LARGO	A	B,C	A	B,C	1 HIDR	2 HIDR
CHICO 1.5"	1.5"	30 m	25	50	6	3	140	280
MEDIANO 2"	2.0"	30 m	30	50	5	3	240	480
GRANDE 2.5"	2.5"	30 m	30	50	10	3	350	1300

Para incendios tipo A, en donde el chorro no perjudique al mobiliario, se utilizará BOQUEREL con chiflon de chorr de 11.1 a 12.7 mm, y e regadera ajustable de 38 mm

El diámetro mínimo de la tubería que abastece será para un hidrante es 50 mm y para 2 hidrantes 64 mm

Los hidrantes mas usados son

Hidrante 2 1/2" - min 150 GPM - MAX 200 GPM = 9.5 l/seg - 12.5 l/seg (1 gal=3.785 lts)

Hidrante 1 1/2" - min 45 GPM - MAX 100 GPM = 3 l/seg - 6.5 l/seg

PERDIDAS DE PRESION

Las pérdidas de presión (H) en las mangueras de 30 m de longitud, tomando en consideración el gasto en minutos se puede calcular con las siguientes fórmulas

1 Mangueras de 1.5" (38 mm)  
 $H = 147 \times 10^{-6} \times Q^2$

2 Mangueras de 2" (50 mm)  
 $H = 44.1 \times 10^{-6} \times Q^2$

3 mangueras de 2 1/2" (64 mm)  
 $H = 9.8 \times 10^{-6} \times Q^2$

Ejemplo

Datos Manguera de 1.5", Q = 140 lpm

Solución  $H = 147 \times 10^{-6} \times 140 = 2.88 \text{ mca}$

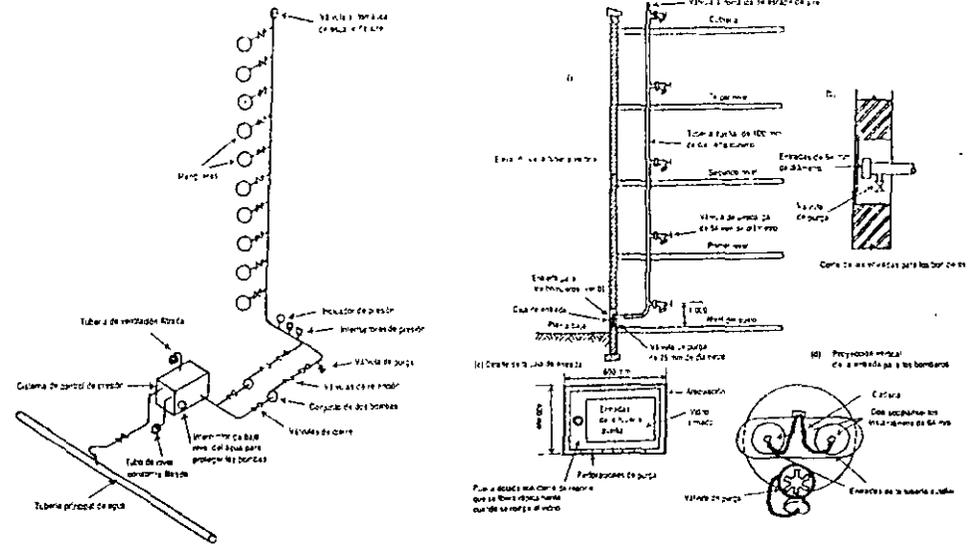


FIG 5.13 INSTALACION DE MANGUERAS CONTRA INCENDIOS CON EQUIPO DE BOMBEO

FIG. 5.14 ESQUEMA DE UNA TUBERIA AUXILIAR PARA CASOS DE INCENDIO

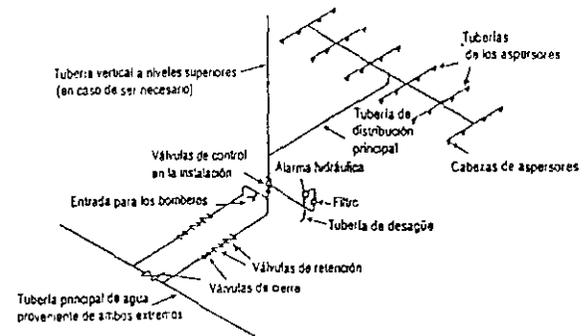
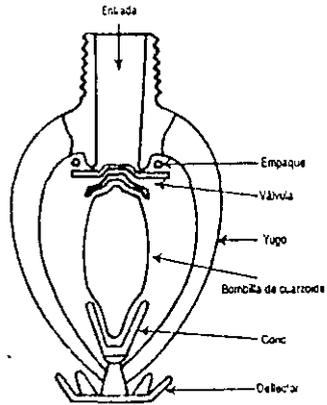


FIG 5.15 INSTALACION TÍPICA DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS POR ASPERSIÓN



Clasificación de temperaturas de cabezas de aspersores (tipo ampolla)

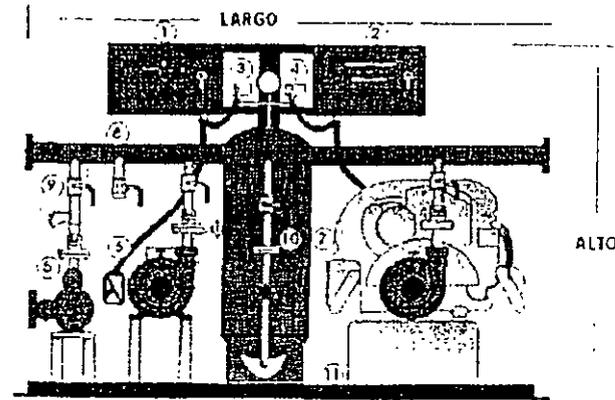
Capacidad nominal de la ampolla (°C)	Color del líquido de la ampolla
57	Anaranjado
68	Rojo
79	Amarillo
93	Verde
141	Azul
182	Morado
227/288	Negro

FIG 5 16 CABEZA DE ASPERSOR DE AMPOLLA DE CUARZOIDE

EQUIPOS DE BOMBEO INTEGRADOS PARA SISTEMAS CONTRA INCENDIO (MARCA "MEJORADA")

El concepto de equipo de bombeo integrado, es una solución que facilita la planeación, selección, compra, instalación, puesta en marcha, operación, rendimiento óptimo y mantenimiento, con un más alto nivel de certidumbre

Su instalación es sencilla, rápida económica y libre de errores. El fabricante informa existen modelos de 100GPM, 350GPM y 1000GPM y puede proporcionar los catálogos correspondientes.



Equipo de Protección y Control

- 1. Tablero motobomba eléctrica
- 2. Tablero motobomba de combustión
- 3. Presostatos
- 4. Manómetro

Integración

- 8. Cabezal de descarga
- 9. Válvulas y conexiones de descarga
- 10. Tanque presurizador
- 11. Base (Chasis)

Motobombas

- 5. Motobomba piloto
- 6. Motobomba principal eléctrica
- 7. Motobomba principal de combustión interna

Opcional: Doble banco de baterías alternado, prueba periódica real automática

Los equipos de bombeo integrados incluyen todos los elementos instalados, interconectados, montados en un chasis y probados. Una vez seleccionado el equipo, se conoce de forma rápida y precisa su precio, el espacio requerido para su instalación, sus características, especificaciones y rendimiento

**5.5 RIEGO DE JARDINES**

Cuando el área por regar lo amerite, se considerará una bomba para este efecto, suponiendo que la potencia del motor es igual a 0.5 CP por cada 1 000 metros cuadrados de área de riego

Se utilizará agua potable de la red municipal o agua residual tratada cuando se encuentre disponible. Las mangueras deben tener 15 m de longitud con un gasto de 0.3 litros por segundo. Se considerarán un máximo de 3 a 5 mangueras en uso simultáneo

En caso de utilizarse las válvulas de acoplamiento rápido se considerará una carga mínima de trabajo de 17 metros, de los cuales 15 metros corresponden a la carga efectiva de trabajo de la manguera y 2 metros a la pérdida de carga por fricción en la misma

En caso de utilizarse red de riego por aspersión, esta se diseñará y construirá en forma de circuitos cerrados, en los cuales siempre se pondrán aspersores del mismo tipo y siempre con el mismo gasto por unidad de área

**DATOS PARA DISEÑO DE RIEGO EN JARDINES**

**Humedad máxima y óptimo rendimiento para el pasto**

Clima frío	5.1 mm/día y 35.5 lpm/ha
Clima moderado	6.4 mm/día y 44 " "
Clima caliente	7.6 mm/día y 53.2 " "

**Láminas de riego para máxima producción y periodicidad para el pasto inglés**

Lámina 5-10 mm y periodicidad diario

**Profundidad de ralces alimentadoras**

Pasto (zacatecas) 45 cm  
 Pasto (tréboles) 60 cm

**Velocidad promedio de infiltración en suelos nivelados**

Textura suelo	Velocidad (mm/hora)
Arenoso	13-25
Arenoso-limoso	11-20

Limo - arenoso	10-18
Limoso	9-15

Areno arcilloso	8-13
arcillo-limoso	7-10
arcilloso	6-08

**Precipitación máxima a usarse a nivel del piso**

Suelos arenosos ligeros	13 a 20 mm/hr
Suelos textura media	6 a 13 mm/hr
Suelos textura compacta	2.5 a 6 mm/hr

**Precipitación en terreno con pendiente:**

Pendiente	Reducción del Rango de Precipitación
0 - 5%	0%
6 - 8	20%
9 - 12	40%
13 - 20	60%
más del 20%	75%

**Reducción en la separación de aspersores por el viento**

Velocidad (Km/hora)	Separación en función del diámetro del aspersor:
0	0.6 a 0.7 d
0 a 8	0.6 d
8 a 16	0.5 d
16	0.2 a 0.3 d

Capacidad de Retención por metro de suelos

TIPO DE SUELO	SUELO SECO	CANTIDAD RETENIDA EN EL PUNTO DE MARCHITAMIENTO		CANTIDAD A AÑADIR POR IRRIGACION
	CM POR M	%	CM POR M	CM POR M
ARENOSOS LIGEROS	10.4	20%	2.07	8.31
TEXTURA MEDIA	19.0	25%	4.67	14.10
TEXTURA COMPACTA	31.0	35%	10.70	19.90

Ejemplo.

d. = densidad relativa del suelo = textura media  
 h = profundidad por humedecer = 0.50 m

Por lo tanto Lámina neta deiego R para el cultivo  
 $R = 0.141 \times 0.50 = 0.0705 \text{ m}$

Eficiencias de irrigación estimadas ( $\eta$ )

Clima desértico	65%
Clima seco-caliente	70
Clima moderado	75
Clima húmedo o frío	80

Separación entre aspersores

Separación a lo largo del principal =  $SP_p = 0.3 \text{ a } 0.5$  diámetro alcance del aspersor  
 Separación a lo largo del lateral =  $S_L = 0.6 \text{ a } 0.7$

Modelo de aspersores "RAIN-BIRD" comunmente usados para:

Pastos en superficies grandes - Mod 70,80 o especiales  
 Pastos en canchas deportivas - Mod 30 Int-5 32x3 32-70"

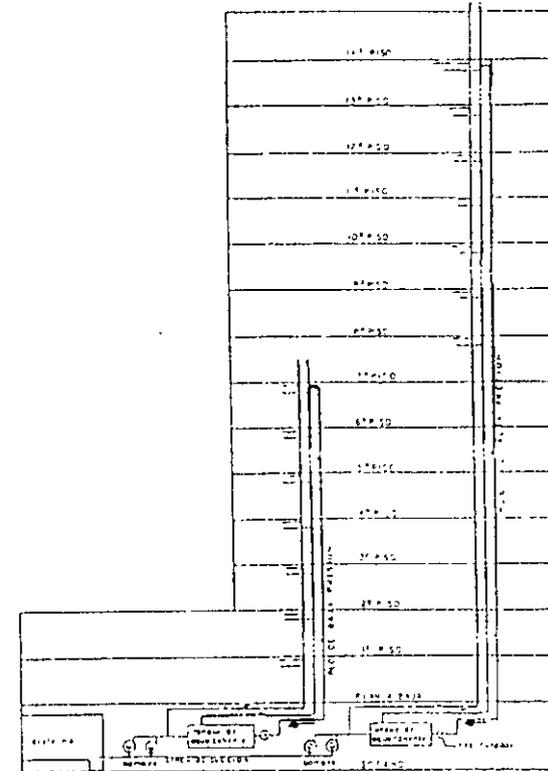


FIG 5 17 CROQUIS DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN BAJA Y ALTA PRESIÓN

## INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

### CAPITULO 6 DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE

- 6.1. CONOCIMIENTOS BASICOS
- 6.2. CONSUMO DE AGUA CALIENTE
- 6.3. RED DE DISTRIBUCION
- 6.4. TEMPERATURAS DEL AGUA CALIENTE
- 6.5. EQUIPOS DE PRODUCCION DE AGUA CALIENTE
- 6.6. CONSIDERACIONES GENERALES DE INSTALACION
- 6.7. DISEÑO DE LA RED
- 6.8. EJEMPLOS DE CALCULO PARA SISTEMAS CENTRALES DE AGUA CALIENTE

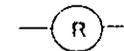
#### 6.1 CONOCIMIENTOS BASICOS

Cuando el agua eleva su temperatura por encima de 4°C, se dilata y pierde peso como se demuestra con el experimento representado en la figura 6.1. Si se aplica calor al lado más bajo del tubo de cristal cuyos dos extremos terminan en el interior de un frasco invertido que contiene agua, el líquido se moverá de A a B y ascenderá por el ramal BC hacia el interior del frasco. Al enfriarse en el frasco descendiendo (retorna) por el ramal DA hasta A, vuelve a ser calentado y repite la circulación ascendiendo por BC. Cuando el agua más próxima a la flama se calienta y se dilata, se vuelve menos densa que el agua fría que la rodea y se traslada hacia arriba pasando el agua fría a ocupar el lugar abandonado por el agua caliente, a este conjunto se le llama **termosifón**. Si el movimiento depende de la diferencia de peso entre las dos columnas de agua, la velocidad y la eficacia del sistema circulatorio aumentan con la temperatura del agua y la altura del circuito.

Tal como se demostró en el termosifón, un servicio de distribución de agua caliente debe considerar tuberías de distribución y tuberías de retorno, también debe considerar la temperatura a la que se suministrará el agua, la que depende de los usos que se le quiera dar, por ejemplo las lavadoras de platos requieren temperaturas de 82° c (180° F) y las regaderas y lavabos suelen ser suficientes 40° c (105° F), en México la distribución se calcula para una temperatura de salida a 60° c (140° F).

**Servicio de agua caliente** Los sistemas de abastecimiento de agua caliente para grandes demandas están constituidos por un calentador, con o sin tanque acumulador, una conducción que transporta el agua caliente hasta la toma más alejada y a continuación una conducción de retorno que devuelve al calentador el agua menos caliente no utilizada. De esta manera se mantiene una circulación constante y el agua caliente sale de inmediato por el mueble, sin necesidad de dar primero salida al agua fría como sería en el caso si no existiera el conducto de retorno.

El principal obstáculo para la circulación es la fricción, por consiguiente las tuberías deben ser lisas por su interior, bien redondeadas en sus bordes cortados, de diámetro amplio y sin codos bruscos. Los tubos de latón o cobre son los más aconsejables en todas las conducciones para agua caliente, con el diseño de ésta red de servicio, se calcula un equipo de bombeo que elevará el agua caliente una altura equivalente a la pérdida de carga por circulación (fricción y piezas especiales), a éste equipo auxiliar se llama "recirculador" y en las instalaciones se representa así



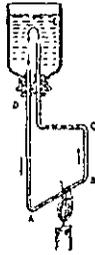


Fig. 6 1 Termosifón

También se pueden utilizar los cuadros 4.3 y 4.7 del capítulo 4 (Normas del IMSS), donde se establece la relación de "Unidades Mueble" de agua fría y agua caliente en muebles que pueden utilizar los dos tipos de agua de forma simultánea

Tomando como base los valores de las tablas 6.2 y 6.3, podemos calcular los requerimientos de agua caliente en función del número de personas o del número de muebles sanitarios, y se obtiene la capacidad de recuperación o de calentamiento y la capacidad de almacenamiento del sistema de calentamiento.

La tabla 6.4, nos proporciona los requerimientos de agua caliente en términos de unidades-mueble, por tanto, se utiliza para determinar la capacidad de calentadores instantáneos y semi-instantáneos

**6.2 CONSUMO DE AGUA CALIENTE**

Por el hecho de que hay muchos artefactos sanitarios que no usan agua caliente el consumo de ésta puede estimarse aproximadamente en 1/3 del consumo total de agua, esta cifra está confirmada por resultados obtenidos en edificios existentes. En hoteles y casas de alquiler el consumo total de agua puede estimarse en 450 litros por persona y día, y el consumo de agua caliente puede calcularse en 150 litros por persona y día, si se considera que la demanda máxima horaria durante el periodo más solicitado asciende a 1/10 de la demanda diaria, el calentador en un hotel debe tener una capacidad de suministro de 15 litros por persona y día

La demanda se entiende como el gasto expresado en litros por segundo, que debe suministrar el sistema de distribución de agua caliente a los muebles y dispositivos sanitarios bajo condiciones de uso normal. Entendiéndose por condiciones normales, aquellas en las que los muebles sanitarios operan satisfactoriamente y no tienen defectos en suministro de agua o temperaturas distintas a las prescritas

La demanda máxima en un sistema de abastecimiento de agua es el valor pico de la demanda o gasto (máxima horaria), el factor de demanda es la relación de la demanda máxima del sistema de calentamiento a la carga total conectada o al total de los requerimientos individuales de todos los dispositivos del sistema

Las tablas 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4, muestran las demandas probables de agua caliente para los edificios en función de su uso, de la capacidad de calentamiento, de almacenamiento del calentador y, en función de las unidades muebles para diseño de calentadores instantáneos y semi-instantáneos, respectivamente, (tablas tomadas de Cyril M. Harris, Hand book of utilities and services for building, Mc Graw Hill, 1990)

Los valores que proporcionan las tablas mencionadas, están basadas en el uso normal de los muebles sanitarios. Para cualquier situación especial, deberán realizarse ajustes a los valores dados en ellas

**6.3 RED DE DISTRIBUCION**

El cálculo de la red de distribución de agua caliente se hace en la misma forma que la ya explicada para el agua fría, con las unidades de consumo que se anotan en las tablas 4.3 y 4.4 del capítulo 4. Sin embargo hay que recordar que un elemento adicional de vital importancia para el sistema de agua caliente son la tuberías de retorno con las que se forma el termosifón, que forman una red de tuberías que deberán calcularse posteriormente al cálculo de la distribución

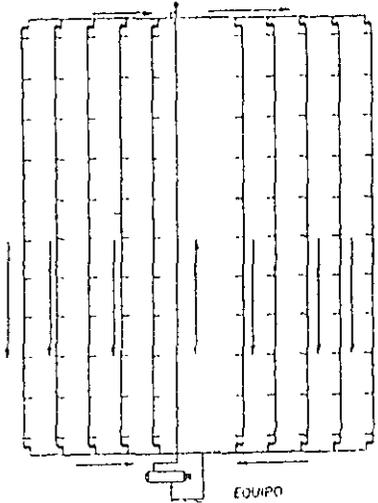
Existen dos formas para el suministro de agua caliente y sus tuberías de retorno como se muestra en la figura 3.2, se describe a continuación

a) Distribución Superior

En este caso la tubería de agua caliente sube hasta el nivel superior en el cual se hace una red de distribución, bajando en los puntos convenientes para alimentar los diferentes núcleos y posteriormente se interconectan todos los puntos inferiores con una tubería que regresa hasta la caldera. Cuando el edificio es de gran altura se divide en zonas y se dispone un calentador en un nivel más bajo que el piso inferior de cada zona previendo su alimentación a partir del tanque de agua fría correspondiente a la misma zona

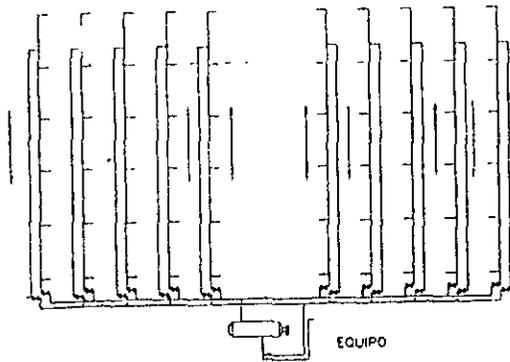
b) Distribución inferior

La red se ejecuta en el nivel inferior abasteciendo a las columnas alimentadoras, las cuales tienen una conexión al retorno en el superior, que baja a una línea colectora de retorno en el inferior, localizada inmediatamente abajo de la toma más elevada. Esta columna de retorno desciende paralela a la columna y desagua en la tubería horizontal de retorno que termina en el calentador



RETORNO DIRECTO

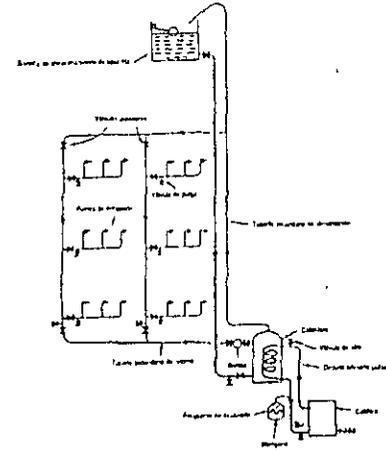
a) DISTRIBUCION SUPERIOR



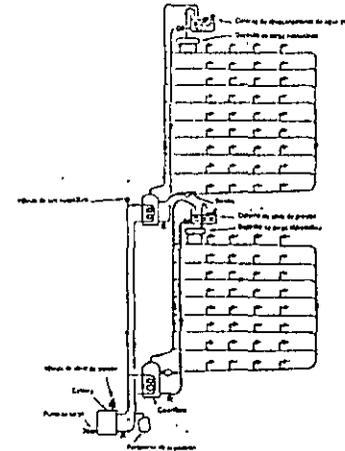
RETORNO MULTIPLE

b) DISTRIBUCION INFERIOR

FIG 6.2 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE



a) PARA TRES NIVELES



b) PARA GRAN ALTURA

FIG 6.3 SISTEMA DE SÚMINISTRO DE AGUA CALIENTE EN EDIFICIOS

En ambos sistemas el retorno permite una circulación por termosifón, o forzada con un recirculador para compensar las pérdidas por fricción dentro del sistema del cual se puede obtener el agua caliente en forma instantánea. En el diseño y construcción de la red se obtiene economías en el consumo de agua caliente si se acortan los ramales entre las columnas y las tomas de los muebles, de otro modo se tiene que dejar salir mucha agua fría antes de que salga la caliente por la llave.

**6.4 TEMPERATURAS DEL AGUA CALIENTE**

Para el uso del agua caliente, una temperatura de 40°C a la salida de los dispositivos sanitarios, se considera adecuada para satisfacer los requerimientos humanos en los casos de aseo personal y necesidades del hogar, por lo tanto, se ha aceptado por la gran mayoría de los diseñadores como temperatura a la salida del calentador, entre 51° y 63°C debido a que en su recorrido, se tienen pérdidas de calor.

Sin embargo, en caso de uso del agua caliente, en sitios tales como lavanderías, lavado de trastes de cocina, usos en hospitales y clínicas o en procesos industriales, el agua se requiere con mayor temperatura, se recomienda, mantener temperaturas de 60°C, o mayores para inhibir el crecimiento de bacterias.

Anteriormente el "diferencial térmico" era primordial para generar los flujos y lograr una operación eficiente del sistema de distribución de agua caliente, actualmente no se requiere mantenerlo debido al uso de equipos de bombeo para realizar la recirculación.

En términos generales se considera

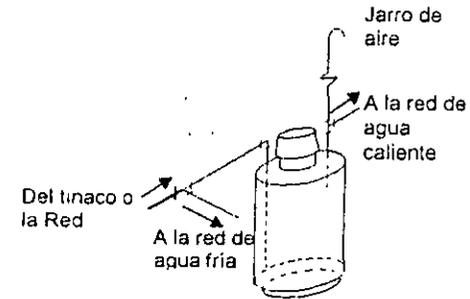
Será de 60°C para alimentación en muebles de uso común o equipos en los que las personas tienen contacto con el agua.

La que se use en equipos en los que las personas no tienen contacto con el agua, como es el caso de las lavadoras de ropa, lavadoras de loza, etc., la temperatura será determinada en forma específica de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

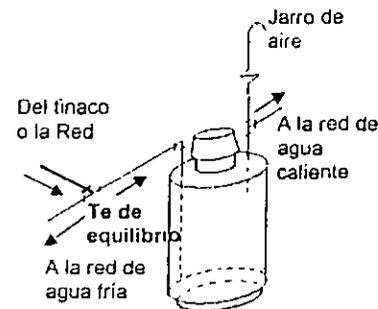
**PROBLEMAS EN EL USO DE AGUA CALIENTE Y FRÍA**

En casas unifamiliares y en departamentos en donde la instalación de agua caliente se hace por medio de calentadores (boilers) es común que se presenten problemas de temperatura en el uso de la regadera o el lavabo. El usuario de estos muebles obtiene agua tibia mediante la mezcla de agua fría y caliente, pero si en esos momentos alguna persona utiliza el agua fría de otro mueble (fregadero, lavabo, etc.), ocasiona que en la regadera el agua salga mas fría, por lo que el usuario de la regadera reacciona haciendo el ajuste de temperatura en forma manual, pero si después en el otro mueble cierran la llave del agua fría, entonces en la regadera el agua sale mas caliente, esta es una situación que se presenta constantemente.

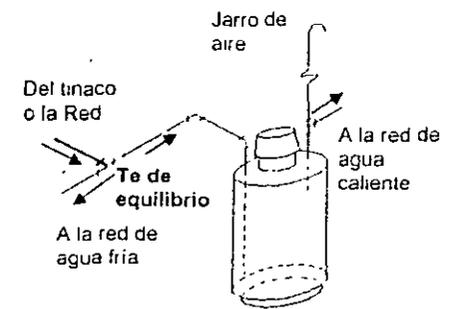
Cuando se presenta este problema la instalación hidráulica se ha hecho en forma inadecuada, el problema consiste en que el tubo que conduce agua procedente del tinaco o de la red municipal primero se deriva a la red de agua fría y después continúa el flujo hasta el calentador, como se muestra en la figura siguiente.



Como se pueda apreciar, cuando se extrae el agua fría en ese momento disminuye la presión y el caudal del agua que va al calentador, causando el problema. La solución consiste en poner una "Te" que iguale las presiones en las dos salidas de agua (a la red fría y al calentador), llamada Te de equilibrio como se indica en las figuras siguientes.



"Te de equilibrio" cercana al calentador (Boiler)



"Te de equilibrio" a cierta distancia al calentador (Boiler)

**6.5 EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE**

Los principales combustibles utilizados en sistemas de calentamiento de agua son gas L.P y natural, combustóleo, diesel, gasóleo y electricidad. En ciertas áreas geográficas puede ser usado el carbón natural, la madera, etc., pero los equipos de calentamiento de tipo industrial requeridos para esos combustibles mencionados, no son fáciles de conseguir. La selección del tipo de combustible a utilizar depende de:

- 1 Su disponibilidad
- 2 El costo
- 3 El tipo de calentador requerido
- 4 Las facilidades de servicio y de refacciones para el tipo de calentador utilizado
- 5 Requerimientos de espacio del calentador, así como del equipo accesorio del mismo tales como chimeneas, ventiladores, etc
- 6 Almacén de combustible

Según la fuente de calor, los calentadores se dividen en:

- De calor directo. La fuente de calor está localizada donde el agua se calienta.
- De calor indirecto. Fuente de calor remota y requiere de un intercambiador

Independientemente del tipo de combustible, se recomienda disponer de una válvula de compuerta antes de la tuerca unión en la entrada de agua fría para que, cuando haya necesidad de dar mantenimiento al calentador o cambiarlo, cerrando la válvula se evita desperdicio de agua, por otra parte los demás muebles sanitarios de la instalación continuarán trabajando con normalidad.

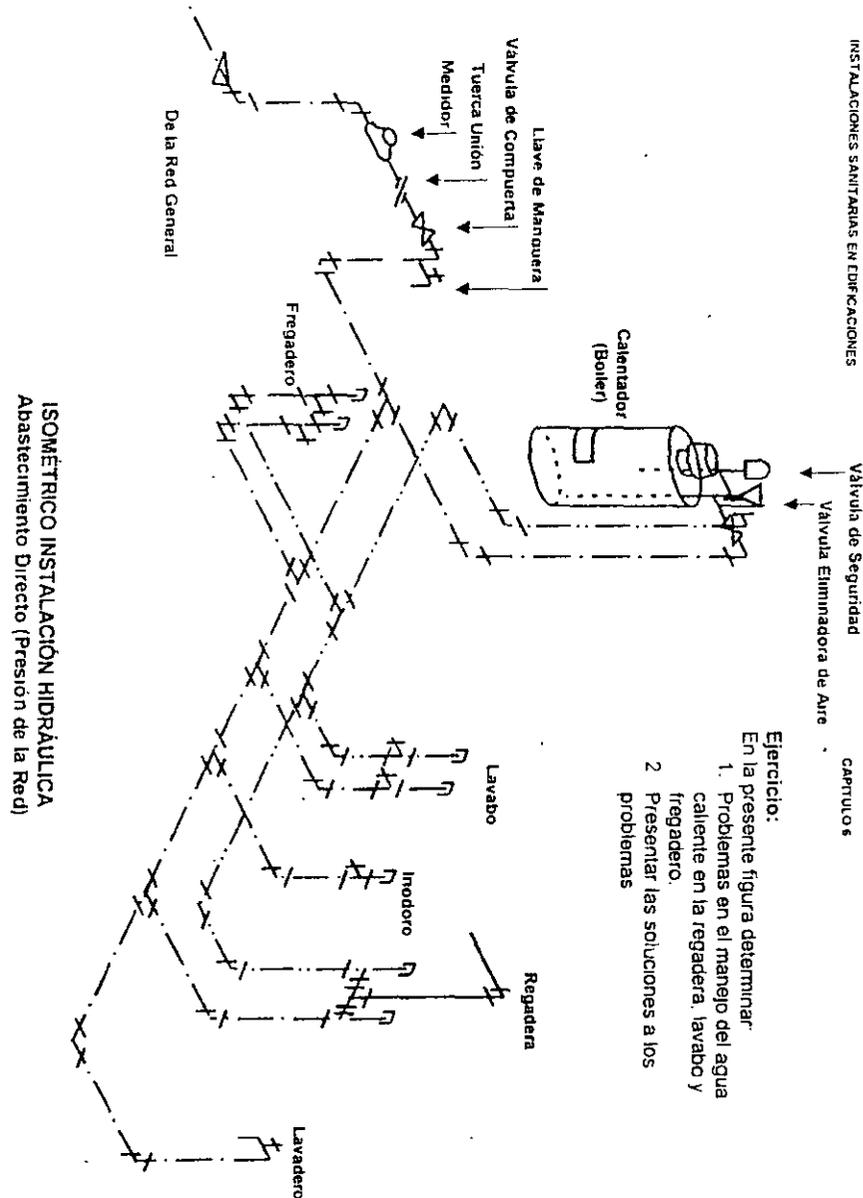
Los calentadores deben localizarse lo más cerca posible del o de los puntos de mayor consumo de agua caliente o bien del punto donde se necesita la mayor temperatura.

Existen dos sistemas diferentes de equipo de calentamiento: unifamiliar y centralizado.

**A. UNIFAMILIAR (DOMÉSTICO)**

En las casas habitación el agua se calienta mediante un "calentador", también llamado "boiler", que generalmente se instala en la cocina o en el patio de servicio. Los calentadores de uso común para servicio de agua caliente, son de calor directo y en el comercio se encuentran de tres tipos, según sea la fuente de energía que se utilice:

- 1 Calentadores de leña
- 2 Calentadores de gas
- 3 Calentadores eléctricos



**Ejercicio:**  
 En la presente figura determinar:  
 1. Problemas en el manejo del agua caliente en la regadera, lavabo y fregadero.  
 2. Presentar las soluciones a los problemas

CALENTADORES DE LEÑA

Los calentadores de leña, que pueden ser adaptables a utilizar petróleo como combustible, tienen dos características particulares

- 1 Solamente se fabrican con depósito o almacenamiento
- 2 El diámetro de la entrada del agua fría y salida del agua caliente, es en todos de 13 mm

CALENTADORES DE GAS

Los calentadores de gas, se fabrican en dos presentaciones

- 1 De depósito (automáticos y semiautomáticos)
- 2 De paso (automáticos)

**1. Calentadores de depósito.** El diámetro mínimo en la entrada del agua fría y salida del agua caliente es de 19 mm, pasando por los diámetros de 25, 32, 38 mm, etc., cuyos diámetros están de acuerdo al volumen de agua que puedan contener, en proporción al número de muebles sanitarios al que se pretenda dar servicio en forma simultánea

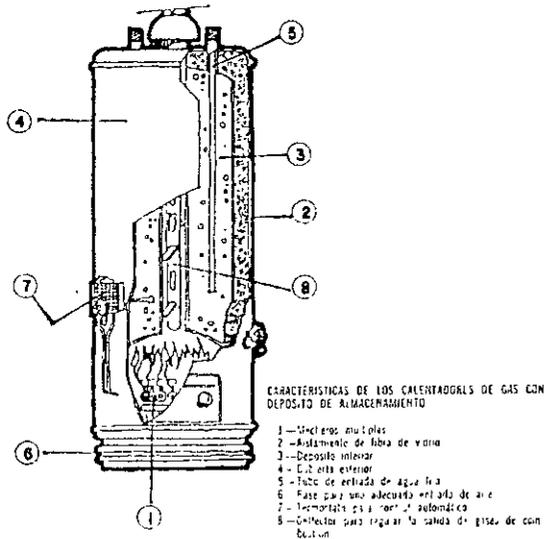


FIG 6 4 CALENTADOR DE DEPOSITO

En estos, el calor producido por la combustión, es aplicado en forma directa al depósito, tanto en la parte del fondo, como en el interior de la chimenea (figura 6 4)

Se diseñan para el gasto máximo horario, son aparatos formados por un recipiente de capacidad variable con un elemento productor de calor en su interior (eléctrico, vapor o agua caliente) o exteriormente (gas, diesel, etc)

En los calentadores de gas el recipiente está formado por un cilindro hueco, teniendo poca superficie de contacto con el fuego, por lo que incrementan lentamente la temperatura, con una eficiencia del 50% solamente

Los calentadores con el elemento interior tiene una eficiencia mayor, a pesar de su baja eficiencia, los calentadores de almacenamiento son preferibles por poder abastecer mayor número de muebles en forma simultánea

Cuando el agua almacenada se calienta, pierde densidad y al perder densidad, aumenta su volumen, como las dimensiones del depósito son constantes, la pérdida de densidad y el tratar de ganar volumen sin encontrarlo, se traduce en un aumento de presión dentro del calentador, razón por la cual, la ubicación de este tipo de calentadores respecto a la diferencia de altura con respecto a los tinacos o tanques elevados, jamás ha sido problema para su correcto funcionamiento

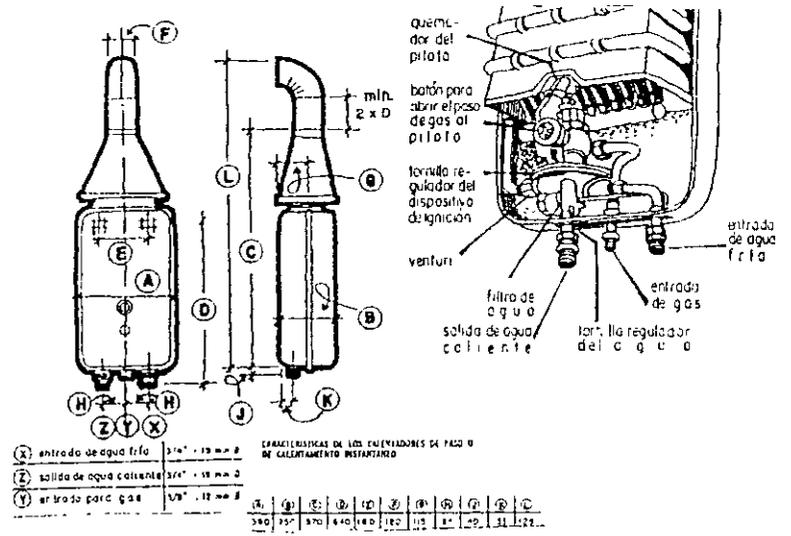


FIG 6 5 CALENTADOR DE PASO

Al calcular la capacidad de los calentadores de depósito hay que tener en cuenta que el recipiente no contiene agua caliente en su totalidad, sino que se establecen zonas de agua muy calientes en su parte superior, templada en su zona intermedia y fría en el inferior, provocada por la diferencia de densidades del agua fría y caliente y por lo tanto, hay que estimar la capacidad del aparato solamente en 75% de agua caliente

**2. Calentadores de paso.** En este tipo de calentadores, el calor de la flama es aplicado en forma directa al serpentín al paso del agua requerida, razón por la que el incremento de presión en la salida del agua caliente es insignificante (figura 6.5)

Por lo anterior, hay necesidad de localizar a los calentadores de paso con respecto a la parte baja de tinacos o tanques elevados, a una altura inclusive recomendada por los fabricantes de 4.00 m preferentemente y a una mínima de 2.50 m, para obtener un óptimo servicio

Considerando proporcionar servicio de agua caliente como máximo a dos muebles en forma simultánea, el diámetro de la entrada de agua fría y salida de agua caliente es de 19 mm

Se diseñan para el gasto máximo instantáneo, son calentadores con serpentines interiores en cuyo interior circula el agua y que debido a su gran superficie de contacto, provoca un rápido incremento de la temperatura del líquido, el pequeño diámetro del serpentín no permite grandes flujos y lo limitan generalmente para el uso de un mueble.

Su uso es conveniente cuando se tiene mayor demanda en ciertas horas y falta absoluta de demanda en otras horas, no dispone de tanque acumulador y no resulta económico si existe un número grande de tomas de agua caliente

#### CALENTADORES ELÉCTRICOS

Los calentadores eléctricos son totalmente automáticos y tienen tanques de almacenamiento, uno o más elementos térmicos y dispositivos de operación y seguridad.

Los elementos térmicos están disponibles en una amplia variedad de voltajes para cubrir los requerimientos de todo tipo de instalaciones

La utilización de este tipo de calentador tiene las siguientes ventajas

- a) No existe combustión, por lo que no requiere suministro de aire para lograrla
- b) No requiere chimeneas ni tuberías de ventilación.
- c) Es un sistema limpio, desde el punto de vista ecológico
- d) Reduce los requerimientos de espacio para su instalación

En México, este tipo de calentador es poco utilizado debido tanto al bajo costo del gas natural y L.P. como a su disponibilidad en cualquier región del país, además los eléctricos tienen altos costos de adquisición, operación y mantenimiento.

#### CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN PARA CALENTADORES

Los calentadores de gas, por ningún motivo se instalarán dentro de los baños, debe ser en lugares lo más ventilados que se pueda de preferencia en donde se disponga de grandes volúmenes de aire renovable

Para áreas reducidas como lo son cocinas, patios de servicio de dimensiones pequeñas, azotehuelas, etc. deben instalarse chimeneas convenientemente orientadas y procurar que la ventilación a través de puertas, ventanas, celosías, etc., sea de tal forma, que por acción natural se renueve constantemente el aire viciado

En todos los casos, la parte baja de los calentadores debe quedar por lo menos a 15 cms, arriba de cualquier superficie de trabajo, para facilitar darles mantenimiento y en el peor de los casos cambiarlos

Los calentadores, deben ser ubicados directamente debajo de los jarros de aire, los que a su vez, deben instalarse en él o los puntos en donde descienden las tuberías de agua fría, provenientes del o los tinacos o tanques elevados. Esto evita que los calentadores trabajen ahogados, facilitando el libre flujo del agua caliente a los muebles

#### B. SISTEMAS CENTRALIZADOS

Se utilizan para grandes demandas de agua caliente, como clubes, internados, edificios de departamentos, hospitales, residencias con alberca, etc

En un sistema centralizado, el agua se calienta y se distribuye por todo el edificio por medio de tuberías, se calienta por medio de una caldera que funciona con gas, petróleo, diesel, combustible sólido, el agua caliente se almacena dentro de un depósito (generalmente un cilindro) que debe ubicarse lo mas cerca posible de la caldera para reducir al mínimo las pérdidas de calor en el circuito primario. Una combinación de caldera y recipiente puede reducir éstas pérdidas al mínimo

Ventajas de un sistema centralizado.

- 1 El recipiente de almacenamiento del agua caliente contiene suficiente agua para satisfacer una demanda máxima prevista. Esto es importante en los edificios grandes, en los que en ciertas horas se requieren importantes cantidades de éste líquido
- 2 Puede utilizarse un combustible barato como lo son el diesel o el gas
- 3 Se reduce considerablemente el riesgo de un incendio en el interior del edificio y en todo caso se confina al cuarto de calderas
4. Al tener una planta de calderas, se reduce el mantenimiento

Existen dos tipos de sistemas centralizados

**Directo** Las superficies de la caldera reciben calor directamente de la fuente, el agua en la caldera circula directamente al depósito de almacenamiento de agua caliente, sin pasar por un intercambiador de calor

**Indirecto** El agua de la caldera circula pasando a través de un "intercambiador de calor" instalado dentro del depósito de almacenamiento de agua caliente y esta se calienta indirectamente. Si se tiene vapor disponible, este puede hacerse circular por el intercambiador de calor en vez de agua caliente

Los sistemas centrales de agua caliente pueden ser considerados, de paso o de almacenamiento, pero dado que los primeros requieren mayores elementos productores de calor y los segundos pueden tomar las grandes demandas con mayor facilidad, son preferidos en el mayor número de los casos

**CALDERAS**

Pueden considerarse como grandes calentadores con su tanque de almacenamiento interior o exterior. Los que tienen su tanque exterior, son los que generalmente se utilizan en grandes edificios

**1 De agua caliente con almacenamiento exterior**

El aparato en sí contiene únicamente el elemento productor de calor y el serpentín de tubos de cobre o celdas de hierro fundido que transmiten el calor al líquido, el cual sale por tubería hacia el tanque de almacenamiento de agua caliente, estableciéndose una circulación por termosifón o forzada entre la caldera y el tanque

La relación de la producción o recuperación de la caldera con el tanque de almacenamiento es tal, que a mayor recuperación, menor tanque de almacenamiento, hasta el límite de utilizar la caldera como si fuera solamente de paso, situación que queda determinada por un estudio económico

**2 De Agua Caliente con intercambiador de calor.**

Debido a que la dureza del agua en algunas regiones es muy alta y puede provocar la incrustación de las calderas, debe instalarse siempre un equipo "ablandador", además no es conveniente hacer pasar por la caldera agua de consumo. Para tal fin se utilizan intercambiadores de calor de aguas calientes y en esta forma el agua que alimenta a la caldera y que pasa por el intercambiador, forma un circuito cerrado. El agua de consumo pasa por el intercambiador y va al servicio

El intercambiador puede ser exterior o interior con relación al tanque y consiste en un serpentín o fluxes de cobre, cuya gran superficie de contacto puede transmitir por radiación el calor al líquido circundante

Estos elementos pueden considerarse como calentadores instantáneos cuando su envolvente es un cilindro de pequeños diámetros, o de almacenamiento cuando están en inmersión dentro del líquido contenido en un gran tanque

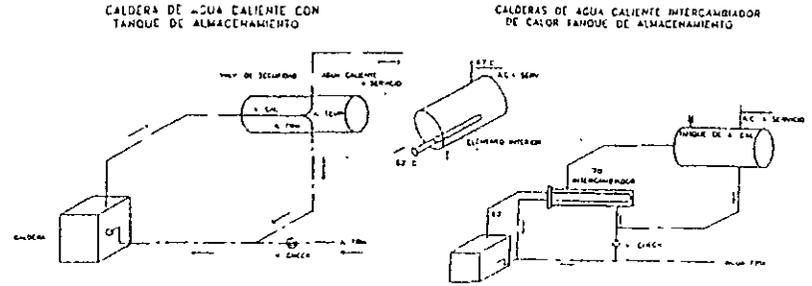


FIG 6.6 CALDERAS CON ALMACENAMIENTO CON Y SIN INTERCAMBIADOR DE CALOR

**3 De agua caliente de tubos de humo**

Calderas de gran capacidad que consisten en un recipiente conteniendo el agua a través del cual pasan unos fluxes, por los que circula el calor, (gases calientes) y en cuyo envolvente se encuentra el líquido, combinándose como en los casos anteriores con un tanque de almacenamiento o intercambiador

Estas calderas son más peligrosas ya que su cuerpo está resistiendo la presión del líquido o vapor

**4 De Vapor (utilizándose este para obtener agua caliente)**

Cuando además del servicio de agua caliente se requiere dar servicio de vapor a alguna zona del edificio, debe aprovecharse la misma caldera y por lo tanto por medio de un intercambiador de vapor se puede obtener el agua caliente necesaria

**5 De tubos de agua**

Al contrario de las anteriores, en éstas el agua o vapor está contenido en serpentines y el fuego en el exterior de éste

En el aspecto de seguridad son mejores, pero están expuestas a una fuerte incrustación, por lo que hay que cuidar mucho el aspecto del tratamiento propio del agua que circulará por ellas

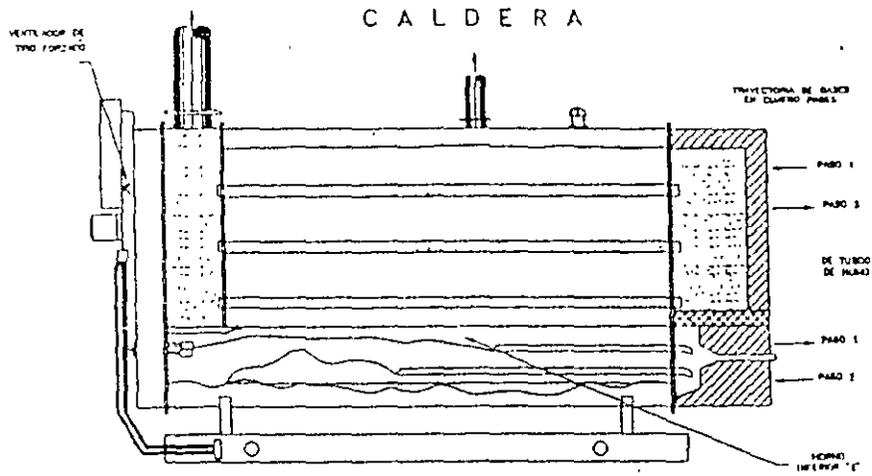


FIG 67 GENERADORES DE VAPOR DE TUBOS DE HUMO

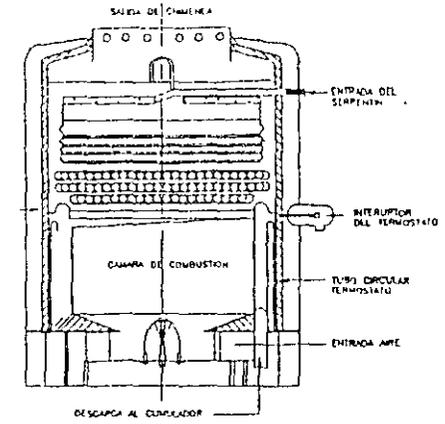


FIG 68 GENERADORES DE VAPOR DE TUBOS DE AGUA

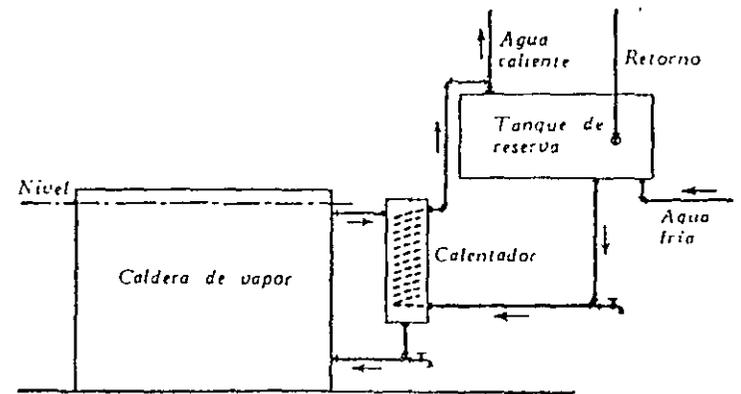


FIG 69 INSTALACION DE AGUA CALIENTE CON CALDERA DE VAPOR

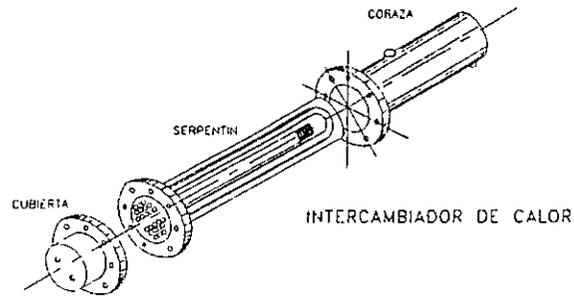


FIG 6 10 INTERCAMBIADOR DE CALOR

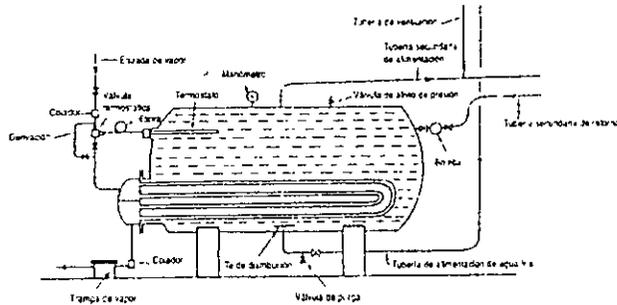


FIG 6 11 TANQUE DE ALMACENAMIENTO CALENTADO CON VAPOR

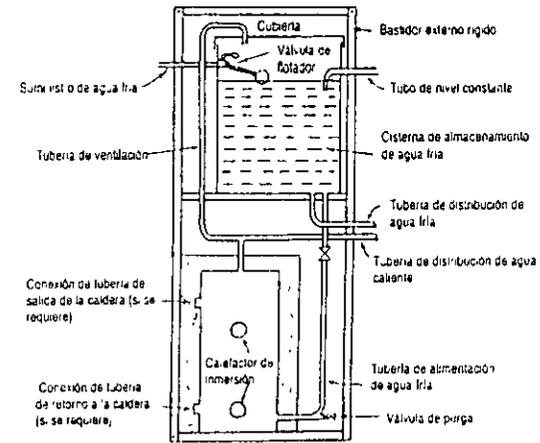


FIG 6 12 UNIDAD COMBINADA DE AGUA CALIENTE Y AGUA FRÍA

**6 6 CONSIDERACIONES GENERALES DE INSTALACION**

**SELECCION DE DIAMETROS**

**Sistemas por gravedad** Lo indicado para el agua fría

**Sistemas con bombeo** En estos sistemas la selección de los diámetros debe hacerse tomando en cuenta la carga disponible a partir del origen del agua caliente, tratando de que las presiones de agua fría y de agua caliente sean sensiblemente iguales en los muebles con estos servicios, especialmente las regaderas

**RED DE RETORNO DE AGUA CALIENTE**

En las instalaciones de agua caliente, en donde la longitud de una línea exceda de 15 metros, se deberá proyectar un sistema de recirculación, con objeto de evitar demoras en la obtención del agua caliente y el desperdicio excesivo de agua hasta que sale a la temperatura requerida

**Lugar de origen de las líneas de retorno**

Las líneas de retorno se deben originar

- a) En los extremos de las líneas principales de distribución
- b) En los ramales, ya sean horizontales o verticales, que excedan de 15 metros de longitud desde su conexión con una línea de recirculación hasta la válvula o llave más alejada del ramal. La línea de retorno se originará en plafond o en ducto lo más cerca posible antes de dicha válvula o llave

**Válvulas en Línea**

En el circuito principal, o circuito básico de diseño, se colocarán una válvula de compuerta para seccionar el ramal y una de retención para evitar inversiones en el sentido del flujo. En los demás circuitos, además de las dos válvulas antes mencionadas, se colocará una válvula de macho para equilibrar temperaturas y flujo. Estas válvulas se deben instalar lo más cerca posible de la conexión del ramal de retorno

**Termopozos**

Para poder medir la temperatura del agua de retorno durante los trabajos de equilibrio de temperaturas, en los circuitos secundarios se pondrá un **termopozo** con termómetro entre la válvula de cuadro o "macho" y la válvula de retención, y en el circuito principal el termopozo se colocará antes de la válvula de retención (fig 6 18)

**Gasto de Retorno o de Recirculación**

Los gastos de recirculación deben determinarse con base en 1º las pérdidas de calor en las tuberías con recirculación, 2º la diferencial de temperatura a la que operará el sistema, y 3º la presión o carga disponible para la recirculación.

**1.- Pérdidas de calor**

Las pérdidas de calor de cada circuito debe ser la suma de las pérdidas de calor en las tuberías de alimentación más las pérdidas de calor en las tuberías de retorno. Para el cálculo de estas pérdidas se debe considerar que el agua caliente está a la temperatura de diseño y seleccionar la temperatura ambiente de acuerdo con la siguiente tabla:

LOCALIZACION DE TUBERIAS	TEMPERATURA AMBIENTE
Exterior - clima extremoso	0° C
Exterior - clima altiplano	10° C
Exterior - clima tropical	20° C
Interior de edificios (todos los climas)	20° C

Como en esta etapa no se conocen los diámetros de las tuberías de retorno, hay que suponerlos para tener una idea tanto de las pérdidas de calor, como de las pérdidas por fricción y después verificar esos valores

**2 - Diferencial de temperatura**

Depende de la temperatura inicial y final del agua para calentar, considerando como inicial la indicada en la tabla anterior y la final es la temperatura deseada (generalmente 60°C) Para reponer las pérdidas de calor considere que la diferencial de temperatura es de 10°C, por lo que la cantidad de calor proporcionada por la circulación de 1 0 litro por segundo, o de 3 600 litros por hora, al perder 10° C, es de 36 000 Kcal/hora. Con este valor transformar las pérdidas de calor a litros por segundo

**3 - Determinación de la presión para establecer la recirculación**

Con el gasto total de recirculación supuesto, seleccione el recirculador disponible en el mercado, que tenga una eficiencia relativamente alta, y en la curva de la bomba vea cuál es la carga con la que obtiene ese gasto, y esa carga será, tentativamente, la disponible para establecer la circulación

**Selección de Diámetros**

Determine cuál es la tubería de retorno que tiene la mayor longitud, ya que será probablemente la que presente mayores pérdidas por fricción. Esta tubería será la del circuito básico de diseño

Con los gastos de recirculación supuestos calcule las pérdidas por fricción en las tuberías de alimentación de agua caliente desde su origen hasta el punto donde comienza el circuito básico y réstelas de la carga que obtuvo en la curva del recirculador con el gasto total supuesto. La diferencia será la carga realmente disponible para seleccionar los diámetros del circuito básico de retorno

Con los gastos supuestos de recirculación seleccione sus diámetros de tal forma que la suma total de las pérdidas por fricción en todo el circuito básico sea igual o menor que la carga disponible, ningún diámetro de las tuberías de recirculación será menor de ¾", en caso de quedar alejadas del calentador serán de al menos de 1" para que se realice mas fácilmente la circulación.

Una vez determinados todos los diámetros de las tuberías de retorno, verifique si sus suposiciones fueron correctas y haga los ajustes necesarios cuando se haya disparado algún diámetro.

En el inciso 6 7 se presenta un ejemplo, donde se indica paso por paso, un procedimiento para dimensionar las tuberías de retorno de agua caliente

**Consumo Horario Probable**

Según el tipo de uso del inmueble, el consumo horario probable de agua caliente, es igual al consumo horario total de los muebles y equipos tomados en consideración, multiplicado por el factor de demanda (tabla 6.3)

**Capacidad Horaria de Calentamiento**

La capacidad horaria de calentamiento, o calor requerido en Kilocalorías por hora, está en función del consumo horario probable multiplicado por la diferencial de temperatura, en el Valle de México es igual a  $60^\circ$  (deseado)- $10^\circ$  (inicial) =  $50^\circ\text{C}$

**Volumen del Tanque de Almacenamiento**

En todos los casos en que se requiera tanque de almacenamiento de agua caliente, su volumen mínimo será igual al del consumo horario probable, expresado en litros, se calcula con base en el factor de almacenamiento (Tabla 6.3)

**Elemento Intercambiador de Calor.**

Si se usa intercambiador de calor a base de vapor para calentar el agua, para poder determinar su capacidad, se deben proporcionar los datos siguientes:

- Litros de agua por calentar en una hora (consumo horario probable).
- Diferencial de temperatura, en  $^\circ\text{C}$ , y
- Presión del vapor con el que se alimentara al intercambiador de calor.

**Aislamientos**

Es necesario aislar todas las tuberías que forman la red de agua caliente, inclusive las de retorno y el tanque de agua caliente para evitar las pérdidas de calor, de lo contrario el sistema se convertiría en un enorme radiador con el consiguiente desperdicio de energía

Puede hacerse esto con medias cañas de asbesto cemento, fibra de vidrio u otros materiales (figura 6.13)

Las tuberías deben aislarse térmicamente empleando tubos preformados en dos medias cañas, de fibra de vidrio, con espesor de 25 mm para todos los diámetros

El acabado en el forro para tuberías instaladas en interiores y plafones deberá hacerse con una capa de manta y dos flejes de aluminio por cada tramo de 91 cm y el acabado final correspondiente a la pintura para identificación de las tuberías, según código de colores

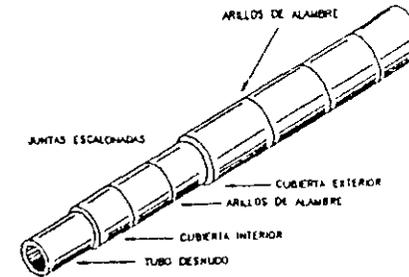


FIG 6.13 PROTECCION PARA TUBOS DE DOBLE ESPESOR CON CUBIERTA A PRUEBA DE CAMBIO EN INTEMPERIE

**Dilataciones**

El último concepto que hay que cuidar en los sistemas de agua caliente es la previsión de las dilataciones que se presenten en las tuberías por las variaciones de temperatura

La dilatación en tuberías de cobre es de 1.02 mm/m para  $60^\circ\text{C}$ , de temperatura (0.17 mm/m/ $10^\circ\text{C}$ ), por lo cual hay que evitar grandes recorridos de una línea en tramos rectos

Cuando se requieran grandes tramos rectos, hay que instalar juntas de dilatación que, dependiendo del diámetro pueden ser del tipo de fuelle o deslizantes que se obtiene en el mercado o deformando la tubería para formar omegas o simplemente buscando recorridos en los cuales los quebras de la red permitan por la elasticidad de la tubería que se absorban estas dilataciones y contracciones

Se proyectará la instalación de juntas flexibles para 1º absorber los movimientos diferenciales entre juntas constructivas, 2º absorber los alargamientos y contracciones por efectos de temperatura y 3º para absorber ambos efectos cuando se presente el caso

Las juntas flexibles serán "omegas" para tubos hasta de 19 mm de diámetro y mangueras metálicas con interiores y entramado exterior de acero inoxidable para tubos de 25 mm de diámetro o mayores (figura 6.16)

**Jarros de aire**

Sirven esencialmente para eliminar el vapor de los calentadores, ya que cuando la

temperatura del agua dentro de éstos es muy elevada la presión interior alcanza valores peligrosos

En casos de sistemas por gravedad, los jarros de aire para la red de agua caliente deben ser más altos que los de agua fría, dada la diferente densidad del agua caliente, en edificios altos debe exceder a las de agua fría 5 cm por cada metro de altura de la construcción o 15 cm por piso

En edificios de departamentos y condominios en general, en los que el número de niveles y de calentadores es notable, en lugar de instalar jarros de aire del agua caliente para cada calentador, se recomienda utilizar válvulas de alivio conocidas también como válvulas de seguridad, ya que sería antiestético e incosteable instalar tantos jarros de aire de agua caliente y a alturas considerables

Los jarros de aire del agua fría y los del agua caliente, deben tener una altura ligeramente mayor con respecto a la parte superior de los tinacos o tanques elevados, además, deben estar abiertos a la atmósfera en su parte superior, si esa diferencia de altura en favor de los jarros de aire no se respeta, como su interconexión y llenado funciona bajo el principio de los vasos comunicantes, se derramaría el agua por los jarros de aire

## 6.7 DISEÑO DE LA RED

### METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA CALIENTE

1 - Determinar la cantidad de agua caliente que debe abastecerse por hora (o por minuto), es decir la **capacidad de recuperación o de calentamiento** En los calentadores con tanque de almacenamiento, determinar la capacidad real de almacenamiento útil, para establecer las dimensiones reales de proyecto, se considera utilizable únicamente el 75% de la capacidad del tanque debido a la extracción del agua

2 - Localizar en el edificio la ubicación del sistema de calentamiento, tomando en cuenta las restricciones de espacio que puedan afectar al equipo

3 - Verificar si se tienen o no requerimientos de agua caliente, según tipo de usuarios y servicios

4 - Seleccionar el equipo de calentamiento, componentes y su equipo auxiliar. Determinar la elevación de temperatura  $\Delta T$  (diferencia entre la temperatura del agua que sale del calentador  $t_c$  y la que viene de abastecimiento  $t_f$ ) Calcular el calor en BTU/hora que debe abastecerse, para elevar la temperatura ( $\Delta T$ ) para la capacidad de recuperación en L/hora

$$R = \Delta T \cdot CR \cdot \Delta T$$

R = calor que debe abastecerse para elevar la temperatura (BTU/hora)

A = constante de conversión de unidades = 237 685

CR = capacidad de recuperación o calentamiento (litros por hora)

$\Delta T$  = Diferencial de temperatura =  $t_c - t_f$ , en °C

5 - Diseñar el sistema de distribución de agua caliente, incluyendo la capacidad de la bomba de recirculación que debe vencer las pérdidas de energía debido a tuberías, válvulas, accesorios, calentadores, etc

Para calcular el recirculador se puede seguir el siguiente procedimiento

a) - Determinar la cantidad de calor que debe añadirse al agua que entra al calentador (punto 4)

b) - Establecer la temperatura mínima aceptable del agua a utilizarse en la salida más alejada

c) - Obtener el valor del Diferencial de Temperatura ( $\Delta T$ ) en °C

d) - Calcular el gasto que debe proporcionar el equipo de bombeo, utilizando para ello la fórmula siguiente, cuyos datos ya fueron tratados en los puntos anteriores:

$$Q = K \frac{R}{\Delta T} \text{ litros / segundo}$$

K=constante de conversión de unidades =  $7.01 \times 10^5$

6 Calcular el sistema de distribución, tal como se hace para el agua fría utilizando el sistema de unidades-mueble

### Procedimiento para Dimensionar las Tuberías de retorno (Ejemplo)

Para una mejor comprensión del procedimiento de cálculo, se anexa el croquis de una red de distribución de agua caliente con su red de retorno (figura 6.14), así como su plantilla de cálculo (PÁGINA 30), se utilizan además las tablas 6.5 y 6.6.

1.- Dibuje un croquis de la red de distribución de agua caliente y retorno por donde se tendrá recirculación, numerando sus circuitos de recirculación a partir del más alejado de donde se tiene el origen del agua caliente, ya que probablemente será el que tenga más pérdidas por fricción. Los diámetros y longitudes deberán calcularse en la misma forma que los de agua fría e indicarse en la plantilla de cálculo. Como los diámetros de retorno todavía no se conocen en esta etapa, supóngalos tentativamente, en cada circuito, iguales al más cercano a 1/3 del diámetro mayor de alimentación en el circuito considerado y un diámetro mínimo de 13 mm. Bajo esta base, se tiene lo siguiente

a) Si el diámetro mayor de alimentación en el circuito es de 100 mm, suponga que el retorno del circuito es de 32 mm.

- b) Si el diámetro mayor de alimentación en el circuito es de 75 mm, suponga que el retorno del circuito es de 32 mm
- c) Si el diámetro mayor de alimentación en el circuito es de 64 o 50 mm, suponga que el retorno del circuito es de 19 mm
- d) Para diámetros de alimentación de 13 a 38 mm en el circuito, suponga que el retorno es de 13 mm

2.- Calcule las pérdidas de calor en cada circuito, la cuál es igual a la suma de las pérdidas de calor en las tuberías de alimentación más las pérdidas de calor en las tuberías de retorno. Para este efecto, en las tuberías de alimentación y en las de retorno use las tablas de pérdidas de calor en tuberías de cobre forradas que conducen agua caliente. Considere la temperatura ambiental de acuerdo con el tipo de clima y si la tubería está en el interior o en el exterior del edificio. En el ejemplo se consideró agua caliente a 60 °C y una temperatura ambiente de 20°C. Ver TABLA (pag. 22)

3. Acumule ordenadamente las pérdidas de calor de los diferentes circuitos, las cuales servirán, posteriormente, para determinar sus gastos de recirculación. Para esta acumulación hay que visualizar cómo se van repartiendo los gastos. Refiriéndonos al croquis de la red observamos lo siguiente:

a) El gasto que pase por el circuito (13) es el gasto total de recirculación y el cual será proporcional a la suma de las pérdidas de calor de todo el sistema por donde se tendrá recirculación. Este gasto se ramaleará por los circuitos (9) y (12). Por el circuito (9) deberá pasar un gasto proporcional a la suma de las pérdidas de calor de los circuitos del (1) al (9) inclusive, y por el circuito (12) el gasto será proporcional a las pérdidas de calor de los circuitos del (10) al (12) inclusive.

b) El gasto que pase por el circuito (12) se ramaleará por los circuitos (10) y (11) proporcionalmente a las pérdidas de calor de cada uno de estos últimos circuitos.

c) El gasto que pase por el circuito (9) se ramaleará por los circuitos (5) y (8). Por el circuito (5) deberá pasar un gasto proporcional a las pérdidas de calor de los circuitos del (1) al (5) inclusive, y por el circuito (8) el gasto será proporcional a las pérdidas de calor de los circuitos del (6) al (8) inclusive.

d) El gasto que pase por el circuito (5) se ramaleará por los circuitos (3) y (4). Por el circuito (3) deberá pasar un gasto proporcional a las pérdidas de calor de los circuitos del (1) al (3) inclusive, y por el circuito (4) el gasto será proporcional a sus pérdidas de calor.

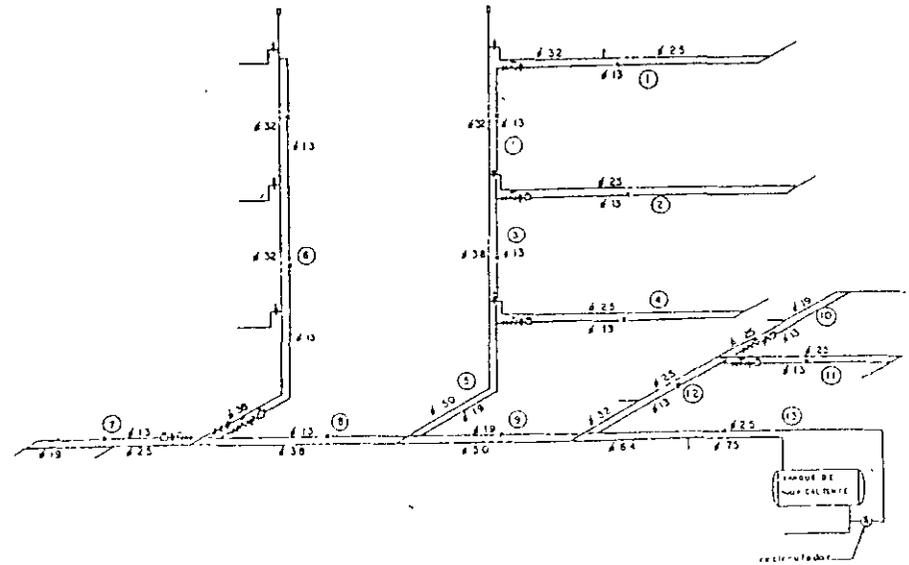


FIG. 6.14 CIRCUITOS DE LA RED DE RETORNO DEL EJEMPLO

e) El gasto que pase por el circuito (3) se ramaleará por los circuitos (1) y (2) proporcionalmente a las pérdidas de calor de cada uno de estos últimos circuitos.

f) El gasto que pase por el circuito (8) se ramaleará por los circuitos (6) y (7) proporcionalmente a las pérdidas de calor de cada uno de estos últimos circuitos.

4 Una vez comprendido el mecanismo de distribución de gastos proporcionalmente a las pérdidas de calor, ya se puede proceder a la acumulación de estas pérdidas, comenzando por el circuito (1)

a) En el circuito (1) las pérdidas fueron de 597 Kcal/hr y no se acumulan con las de ningún otro circuito

b) En el circuito (2) las pérdidas fueron de 384 Kcal/hr y no se acumulan con las de ningún otro circuito

c) En el circuito (3) las pérdidas fueron de 152 Kcal/hr, pero el gasto que pase por este circuito también debe compensar las pérdidas de los circuitos (1) y (2) además de sus propias pérdidas, por lo que el total de pérdidas considerada para este circuito será la suma de las pérdidas de calor de los circuitos (1), (2) y (3), o sean  $597 + 384 + 152 = 1133$  Kcal/hr

De acuerdo con 3 (e) el gasto que pase por el circuito (3) se ramaleará por los circuitos (1) y (2) proporcionalmente a las pérdidas de calor de cada uno de estos circuitos, por lo que los factores de distribución de gasto (FDG), para los circuitos (1) y (2) serán

$$FDG_{(1)} = \frac{597}{597 + 384} = 0.61$$

$$FDG_{(2)} = \frac{384}{597 + 384} = 0.39$$

Procediendo en forma semejante para los demás circuitos, tenemos

	Kcal/h
d) Pérdida total de calor para el circuito (3)	1 133
Pérdida de calor en el circuito (4)	384
Pérdida de calor en el circuito (5)	349
 Pérdida total de calor para el circuito (5)	 1 866

$$FDG_{(3)} = \frac{1133}{1133 + 384} = 0.75$$

$$FDG_{(4)} = \frac{384}{1133 + 384} = 0.25$$

	Kcal/h
e) Pérdida total de calor para el circuito (6)	541
Pérdida de calor en el circuito (7)	496
Pérdida de calor en el circuito (8)	203

Pérdida total de calor para el circuito (8) 1 240

$$FDG_{(8)} = \frac{541}{541 + 496} = 0.52$$

$$FDG_{(7)} = \frac{496}{541 + 496} = 0.48$$

	Kcal/h
f) Pérdida total de calor para el circuito (5)	1 866
Pérdida de calor en el circuito (8)	1 240
Pérdida de calor en el circuito (9)	241
 Pérdida total de calor para el circuito (9)	 3 347

$$FDG_{(5)} = \frac{1866}{1866 + 1240} = 0.60$$

$$FDG_{(8)} = \frac{1240}{1866 + 1240} = 0.40$$

	Kcal/h
g) Pérdida total de calor para el circuito (10)	461
Pérdida de calor en el circuito (11)	405
Pérdida de calor en el circuito (12)	244
Pérdida total de calor para el circuito (12)	1 110

	Kcal/h
h) Pérdida total de calor para el circuito (9)	3 347
Pérdida de calor en el circuito (12)	1 110
Pérdida de calor en el circuito (13)	1 203
Pérdida total de calor para el circuito (13)	5 660

5 Calcule los gastos requeridos de agua caliente para reponer esas pérdidas de calor en cada circuito. Considere que la diferencial de temperatura con la que operará el sistema es de 10°C, por lo que la cantidad de calor proporcionada por la circulación de 1.0 litro por segundo, o sean 3 600 litros por hora, es de 36 000 kcal/hora. En el ejemplo, las pérdidas totales de calor fueron de 5 660 kcal/hora, por lo que el gasto requerido de recirculación será de  $5\ 660/36\ 000 = 0.1572$  litros por segundo, y este gasto será el que supuestamente pase por el circuito (13)

Para los demás circuitos los gastos tentativos de recirculación, con base en lo mencionado en los puntos 3 y 4, serán:

$$Q_{(12)} = Q_{(13)} \times FDG_{(12)} = 0.1572 \times 0.25 = 0.0393 \text{ l.p.s}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{(11)} &= Q_{(12)} \times FDG_{(11)} = 0.0393 \times 0.47 = 0.0185 \text{ l p s} \\
 Q_{(10)} &= Q_{(12)} \times FDG_{(10)} = 0.0393 \times 0.53 = 0.0208 \text{ l p s} \\
 Q_{(7)} &= Q_{(13)} \times FDG_{(7)} = 0.1572 \times 0.75 = 0.1179 \text{ l p s} \\
 Q_{(8)} &= Q_{(9)} \times FDG_{(8)} = 0.1179 \times 0.40 = 0.0472 \text{ l p s} \\
 Q_{(7)} &= Q_{(8)} \times FDG_{(7)} = 0.0472 \times 0.48 = 0.0227 \text{ l p s} \\
 Q_{(6)} &= Q_{(8)} \times FDG_{(6)} = 0.0472 \times 0.52 = 0.0245 \text{ l p s} \\
 Q_{(5)} &= Q_{(9)} \times FDG_{(5)} = 0.1179 \times 0.60 = 0.0707 \text{ l p s} \\
 Q_{(4)} &= Q_{(5)} \times FDG_{(4)} = 0.0707 \times 0.25 = 0.0177 \text{ l p s} \\
 Q_{(3)} &= Q_{(5)} \times FDG_{(3)} = 0.0707 \times 0.75 = 0.0530 \text{ l p s} \\
 Q_{(2)} &= Q_{(3)} \times FDG_{(2)} = 0.0530 \times 0.39 = 0.0207 \text{ l p s} \\
 Q_{(1)} &= Q_{(3)} \times FDG_{(1)} = 0.0530 \times 0.61 = 0.0323 \text{ l p s}
 \end{aligned}$$

6 Con el gasto total de recirculación seleccione la bomba de recirculación más pequeña disponible en el mercado que tenga una eficiencia relativamente alta y en la curva de la bomba vea cual es la carga con la que obtiene ese gasto. Esta carga será, tentativamente, la disponible para establecer la circulación.

En el ejemplo, el gasto total fue de 0.1572 litros/segundo (2.49 GPM) y se seleccionó el circulador Bell & Gossett Mod. No. 150 que para ese gasto proporciona una carga de 7.8 pies o sean 2.378 metros.

7 Con los gastos de recirculación obtenidos calcule las pérdidas por fricción en las tuberías de alimentación desde su origen hasta el punto donde comienza la línea de retorno considerada como la más lejana y réstelas de la carga que obtuvo en la curva del recirculador. La diferencia será la carga realmente disponible para vencer las pérdidas por fricción en las tuberías de retorno.

Es de hacer notar que normalmente, las pérdidas por fricción en las tuberías de alimentación con los gastos de retorno son tan pequeñas que prácticamente se pueden despreciar. En el ejemplo eran del orden de 12 mm, por lo que se despreciaron.

8 Calcule las pérdidas por fricción en los tramos de retorno de las líneas más desfavorables considerando que la longitud equivalente es 10% mayor que la longitud real. La suma de las pérdidas por fricción en cualquier línea considerada deberá ser igual o menor que la carga que proporciona el recirculador.

9 Haga los ajustes necesarios en caso de que se haya disparado algún diámetro supuesto, ya sea en exceso o en defecto.

En el ejemplo, con los diámetros supuestos inicialmente, la suma de las pérdidas por fricción de los tramos de retorno de los circuitos (1), (3), (5), (9) y (13) fue de 0.638 metros. Como el circulador proporciona una carga de 2.378 metros, quedaba una carga disponible de 2.378 - 0.638 = 1.740 metros, la cual se aprovechó para disminuir los diámetros de los tramos de los circuitos (5) y (9) de 19 a 13 mm, y el tramo del circuito (13) se redujo de 25 a 19 mm. Con los diámetros modificados la suma de las pérdidas por fricción subió a 2.056 metros, inferior aún a los 2.378 metros del recirculador. Ya no se hicieron las

correcciones de pérdidas de calor ni de gastos ya que las diferencias eran muy pequeñas y, además, a favor, puesto que disminuían ligeramente los gastos.

En la plantilla de cálculo del ejemplo se indican, únicamente para comparación, las pérdidas de carga con los diámetros supuestos originalmente y con los diámetros finales. En las plantillas de cálculo de cualquier proyecto sólo deben aparecer los datos de los diámetros finales.

**CIRCULACIÓN DE AGUA POR TERMOSIFON EN SISTEMAS INDIRECTOS**

Dado que la presión (P) producida por una columna líquida de (H) metros de altura y de (Y) kilopondios por metro cúbico de peso específico es P=HY

Si además se considera que Y=1000 Kp/m<sup>3</sup> para el agua fría, y que Y=960 Kp/m<sup>3</sup> para el agua que se encuentra hirviendo, entonces, para que exista equilibrio de presiones en el tanque de agua caliente se requiere

$$\begin{aligned}
 P &= H \times 1000 = (H+h) \times 960 \\
 h &= \frac{1000-960}{960} H = 0.0417 H
 \end{aligned}$$

Como se mencionó anteriormente en los jarros de aire, desde el punto de vista práctico, es preferible tomar como mínimo 5 cm por cada metro de altura sobre el tanque de agua caliente.

Por lo que toca a la circulación del agua caliente por efecto de termosifón, cuando no hay ningún consumo, se cuenta con una carga aproximada de

$$H_{red} \times 0.5 (t_{mc} - t_{mr}), \text{ en mm H}_2\text{O}$$

En virtud de que el agua pierde aproximadamente 0.5 Kp/m<sup>3</sup> por cada grado de elevación de temperatura, cuando está entre unos 50° a 60° C, siendo (t<sub>mc</sub>) la temperatura media del agua caliente en el tubo de subida y (t<sub>mr</sub>) la temperatura media en la tubería de retorno. Así por ejemplo, si el agua sale del tanque a 60° C y retorna a 40° C, la carga total de temperatura será de 20° C y la diferencia (t<sub>mc</sub> - t<sub>mr</sub>) será aproximadamente de la mitad (10° C), y entonces si (H<sub>red</sub>) fuera de 40 m, la carga de termosifon sería

$$40 \text{ m} \times 0.5 \frac{\text{Kp}}{\text{m}^3} \times 10^\circ \text{C} = 200 \frac{\text{Kp}}{\text{m}^2} = 200 \text{ mm H}_2\text{O} = 0.20 \text{ mca}$$

y ésta hará circular el agua por la red, sin haber consumo, aunque por ser una carga tan pequeña (0.20 m) para una red relativamente grande, se prefiere instalar en el retorno troncal una bomba de recirculación controlada por un acuastato regulado a unos 45° C.

CIRCUITO	LONGITUD N.	TUBERIA DE AGUA CALIENTE						PERDIDAS DE CALOR				TOTAL EN EL CIRCUITO	SUMA CIRCUITOS ANTERIORES	FACTOR DE DISTRIBUCION	GASTO REAL DEL CIRCUITO	PERDIDAS POR FRICCION LA LONG Esq. = L x L x 11						
		DIA. mm	CALOR %	CALOR INYECTADO	CALOR TOTAL	DIA. mm	CALOR %	CALOR TOTAL	DIA. mm	CALOR %	CALOR TOTAL					DIA. mm	CALOR %	CALOR TOTAL	%	Nº CIRCUITO BASE	M <sup>2</sup> TRAMO	M <sup>3</sup>
1	18	25	1348	215	388	13	783	211	597		597		0.91	9.9323	9.45	0.134	0.134					
2	18	32	1540	170	388	13	783	141	744		744		0.39	0.6207								
3	18	35	1747	105	105	13	783	47	830		830		0.75	0.1530	1.45	0.079	0.229					
4	18	25	1348	243	243	13	783	141	924		924		0.75	0.0177								
5	13	50	1722	224	224	13	980	25	349		349		0.90	0.0737	0.43	0.081	0.201					
6	14	32	1540	324	369	13	783	172	541		541		0.52	0.0245								
7	16	25	1348	92	369	13	783	168	609		609		0.48	0.0277								
8	16	25	1348	218	369	13	783	63	872		872		0.40	0.0472								
9	18	50	1722	155	155	13	980	96	1076		1076		0.75	0.1170	1.18	0.117	0.408					
10	14	19	1144	160	281	13	783	130	481		481		0.53	0.0708								
11	18	25	1348	289	289	13	783	146	627		627		0.47	0.0185								
12	18	25	1348	61	158	3	783	88	246		246		0.25	0.0063								
13	12	44	2017	242	289	25	1131	407	1305		1305		1.0	0.1572	0.56	0.230	0.618					

CALCULO DE LA RECIRCULACION (EJEMPLO)

Tabla 6.1  
DOTACION DIARIA DE AGUA CALIENTE

TIPO DE SERVICIO	DOTACION
CASAS HABITACION	100 L/persona
RESIDENCIAS	120 "
UNIDADES HABITACIONALES	
Hasta 100 personas	100 "
De 100 a 250 personas	90 "
Más de 250 personas	80 "
EDIFICIOS DE DEPARTAMENTOS DE PRIMERA Y LUJO	
Hasta 100 personas	120 "
De 100 a 250 personas	110 "
Más de 250 personas	100 "
HOSPITALES	
Con todos los servicios	120 L/cama
En baños encamados	90 "
HOTELES PRIMERA Y LUJO, CON 2 PERSONAS/CUARTO	
Con lavandería	120 L/cama
Segunda	100 "
Tercera	80 "
RESTAURANTES, CAFETERIAS Y COMEDORES INDUSTRIALES	10 L/comida
FABRICAS	
Baños de obreros	20 L/persona
Baños 100% obreros	50 "
LAVADO DE ROPA EN HOTELES, INTERNADOS Y COMUNIDADES	20 "
OFICINAS Y TIENDAS DE AUTOSERVICIOS	7.5 "

Tabla 6.2  
Demanda probable de agua caliente para varios tipos de edificios, con base en uso normal, horario y diario

TIPO DE EDIFICIO	MAXIMO HORARIO	MAXIMO DIARIO	PROMEDIO DIARIO
<b>Dormitorios:</b>			
Dormitorio hombres	14.4 l/estudiante	83.4 l/estudiante	49.7 l/estudiante
Dormitorio mujeres	19.0 l/estudiante	100.4 l/estudiante	46.6 l/estudiante
Oficinas	1.5 l/persona	7.6 l/persona	3.8 l/persona
<b>Restaurantes:</b>			
Comidas completas	5.7 l/comida	41.7 l/comida	9.1 l/comida/dia
Comidas rápidas	2.6 l/comida	22.7 l/comida	2.6 l/comida/dia
<b>Apartamentos:</b>			
20 apartamentos o menos	45.5 l/apartamento	303.2 l/apartamento	159.2 l/apartamento
50	37.9 l/apartamento	276.7 l/apartamento	151.6 l/apartamento
75	32.2 l/apartamento	250.0 l/apartamento	144.0 l/apartamento
100	26.5 l/apartamento	227.4 l/apartamento	140.2 l/apartamento
200 o más	19.0 l/apartamento	195.0 l/apartamento	132.7 l/apartamento
<b>Escuelas:</b>			
Escuelas primarias	2.3 l/estudiante	5.7 l/estudiante	2.3 l/estudiante
Escuelas secundarias y preparatorias	3.8 l/estudiante	13.6 l/estudiante	6.8 l/estudiante

Tabla 6.3  
DEMANDA ESTIMADA DE AGUA CALIENTE EN LITROS POR HORA Y POR MUEBLE, SEGUN EL TIPO DE USO Y DE EDIFICIO (CALCULADA A LA TEMPERATURA FINAL DE 60°C (CALENTADOR CON DEPOSITO))

Muebles Sanitarios	Edificio Apartamentos	Residencia privada	Hotel	Edificio Oficinas	Escuela	Hospital	Planta industrial	Ciudad	Gimnasio	Y.M.C.A.
Lavado privado	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Lavado publico	15		30	23	57	23	45	23	20	30
Toilet	75	75	75			75	110	75	110	110
Lavadora Típica*	57	57	50/200		75/280	120/570	75/280	190/570		110
Fregadero	38	38	114	38	75	75	75	75		75
Lavadora Cisterna	76	75	108			100		100		100
Ventilero	20	20	40		40	40		40		40
Repelente	115	300	300		850	300	850	550	550	850
Ventilero Avionico	75	60	115	76	75	75	75	75		75
Factor de demanda	0.3	0.3	0.25	0.3	0.4	0.25	0.4	0.3	0.4	0.4
Factor de almacenamiento	1.25	0.7	0.8	2.0	1.0	0.8	1.0	0.9	1.0	1.0

\*La demanda puede tomarse de esta tabla o si se requiere mas precision solicitar los datos correspondientes al fabricante  
\*\*Es la relacion de la capacidad del tanque de almacenamiento a la demanda maxima probable por hora. La capacidad de almacenamiento puede reducirse si se tiene un suministro limitado de agua caliente

Tabla 6 4  
Demanda de agua caliente expresada en unidades - mueble  
para varios tipos de muebles en edificios

(Para cálculo de calentadores instantáneos y  
semi-instantáneos calculados con temperatura final de 60°C)

Muebles sanitarios	Apartamentos	Hotel o dormitorio	Oficinas	Escuela
Lavabo privado	0 75	0 75	0 75	0 75
Lavabo publico		1 00	1 00	1 00
Tina	1 5	1 5		
Lava-vaajillas	1 5	5 UM/250 Comensales		
Fregadero de cocina	0 75	1 5		0 75
Cocineta de servicio		2 5		2 5
Vertedero de servicio	1 5	2 5	2 5	2 5
Duchas	1 5	1 5		1 5
Bebedero circular				2 5

Tabla 6 5 PERDIDAS DE CALOR EN TUBERÍAS DE COBRE FORRADAS  
Kcal/H 100 METROS DE LONGITUD

φ (mm)	TEMP DEL AGUA = 60 ° C			TEMP DEL AGUA = 80 ° C		
	TEMP AMBIENTE EN ° C			TEMP AMBIENTE EN ° C		
	0°	10°	20°	0°	10°	20°
13	1332	1138	933	1867	1674	1469
19	1632	1395	1144	2288	2052	1800
25	1923	1644	1348	2696	2418	2122
32	2210	1889	1549	3097	2777	2437
38	2482	2130	1747	3494	3133	2749
50	2457	2100	1722	3444	3089	2710
64	2877	2400	2017	4033	3617	3174
75	3284	2816	2309	4618	4141	3634
100	4123	3524	2890	5612	5182	4548

PERDIDAS DE CALOR EN TUBERÍAS DE COBRE FORRADAS, CONDUCIENDO  
RETORNO DE AGUA CALIENTE Kcal/H 100 METROS DE LONGITUD

φ (mm)	TEMP DEL AGUA = 60 ° C			TEMP DEL AGUA = 80 ° C		
	TEMP AMBIENTE EN ° C			TEMP AMBIENTE EN ° C		
	0°	10°	20°	0°	10°	20°
13	1185	986	783	1704	1500	1289
19	1453	1209	960	2089	1837	1590
25	1712	1424	1131	2461	2164	1874
32	1967	1636	1299	2827	2486	2153
38	2218	1846	1465	3189	2804	2429
50	2187	1820	1445	3144	2785	2394
64	2565	2131	1692	3682	3238	2804

Tabla 6 6  
PRESIONES BAROMÉTRICAS DE LAS PRINCIPALES POBLACIONES DEL PAIS

LUGAR	ALTITUD	PRESION BAROMETRICA mm Hg	RELACION
Acapulco, Gro	0	760	100 0
Celaya, Gro	1754	621	81 7
Aguascalientes, Ags	1879	612	80 7
Ciudad Juárez, Chih	1137	667	87 8
Ciudad Victoria, Tamps	321	733	96 4
Colima, Col	494	719	94 6
Cuernavaca, Mor	1536	637	83 8
Chihuahua, Chih	1423	645	84 9
Chilpancingo, Gro	1250	658	86 6
Durango, Dgo	1898	610	80 3
Guadalajara, Jal	1598	633	83 3
Guanajuato, Gto	2037	601	79 1
Jalapa, Ver	13 99	647	85 1
México, D.F.	22 40	585	77 0
Monterrey, N.L.	534	715	94 1
Morelia, Mich	1923	609	80 1
Nogales, Son	1177	564	74 4
Oaxaca, Oax	1563	635	83 5
Orizaba, Ver	1248	658	86 7
Pachuca, Hgo	2445	573	76 1
Puebla, Pue	2150	593	78 0
Querétaro, Qro	1842	614	80 8
San Cristóbal de las Casas	2128	594	78 2
San Luis Potosí, S.L.P.	1877	612	80 5
Taxco, Gro	1755	521	68 7
Tepic, Nay	918	684	90 0
Tlaxcala, Tlax	2252	586	77 1
Toluca, Edo Mex	2675	557	73 3
Tuxtla Gutiérrez, Chi	536	715	94 1
Zacatecas, Zac	1612	561	73 8

Tabla 6 7 Almacenamiento de agua caliente y potencia de la caldera \*

	Capacidad de almacenamiento a 65°C (litros/persona)	Caldera a 65°C (kW/persona)
Universidades y escuelas internado por día	25 5	07 01
Departamentos de renta baja de renta intermedia de renta alta	25 30 45	05 07 12 1.2
Fábricas	5	1.2
Hospitales servicios generales infecciosos dispensarios dispensarios con lavandería maternidad enfermos mentales	30 45 25 30 30 25	1.5 1.5 06 09 2.1 07
Casas de cuna Albergues Oficinas Pabellones de deportes	45 35 5 35	12 09 01 03

#### EJEMPLO

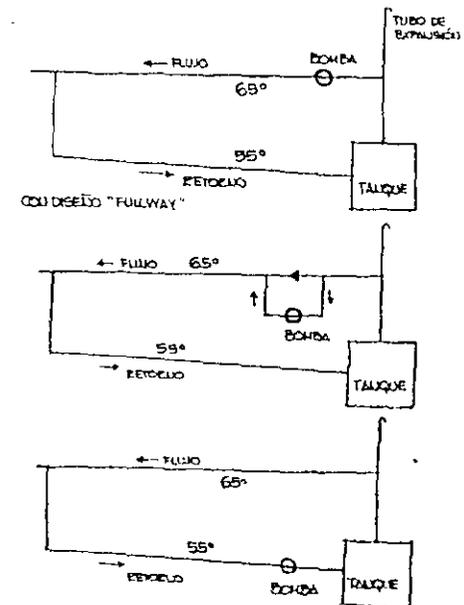
Calcular por medio de tabla 6 7 las necesidades de almacenamiento de agua caliente y potencia de la caldera para una fábrica de 250 empleados

- Necesidades de almacenamiento =  $250 \times 5 = 1250$  litros
- Potencia de la caldera =  $250 \times 1.2 = 300$  kW

\* Tomado del libro, Hall, Suministro de Agua Caliente y Calefacción, Ed. Limusa

Tabla 6.8 CALCULO DE CALDERAS EN RELACION EL CONSUMO DIARIO Y A 60°C

TIPO DE EDIFICIO	CAPACIDAD DE CALDERA PARA CALENTAMIENTO AL PASO	CAPACIDAD DE CALDERA CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO	CAPACIDAD DEL TANQUE
CASAS HABITACION, menos de 15 personas	1/2	1/8	1/4
RESIDENCIAS más de 15 personas	1/3	1/8	1/4
UNIDADES HABITACIONALES	1/5	1/8	1/5
EDIFICIOS DEPARTAMENTOS	1/4	1/8	1/4
HOTELES	1/5	1/8	1/5
RESTAURANTES Y CAFETERIAS (16 h)	1/8	1/5	1/10
RESTAURANTES Y CAFETERIAS (24 h)	1/10	1/6	1/12
HOSPITALES	1/4	1/8	1/4
HOSPITALES CON TODOS LOS SERVICIOS	1/3	1/7	1/4
FABRICAS CON BAÑOS Y CAFETERIA	1/3	1/8	2/5
BAÑOS DE FABRICAS, INTERNADOS Y COMUNIDADES	1/2	1/8	1/2



La bomba se diseña únicamente para circular agua suficiente para reponer las pérdidas de calor, mas los requerimientos del caudal

Fig. 6.15 LOCALIZACION DE LAS BOMBAS RECIRCULADORAS

**6.8 EJEMPLOS DE CÁLCULO PARA SISTEMAS CENTRALES DE AGUA CALIENTE**

El cálculo de equipos de calentamiento de agua para industrias, edificios de departamentos, hoteles, albercas, etc., utilizando calderas de gas o diesel, se extiende cada vez más por sus grandes rendimientos, economía y ahorro de espacio, el cálculo que hasta cierto punto carece de dificultad técnica, implica cierta laboriosidad y en algunos casos los equipos se especifican con capacidades inadecuadas, ya sea en exceso, lo que va en contra de la economía, o bien en escasez, lo que perjudica su funcionamiento

El principio general para los diseños mecánicos de estos equipos, se puede encontrar en los tratados sobre instalaciones hidráulicas y sanitarias, pero siempre es conveniente recurrir al fabricante o al distribuidor de los mismos ya que en cada marca, por sus características especiales de construcción varían algunos aspectos de diseño

En este tipo de cálculo, lo más importante es tener el criterio correcto y lo más real posible para calcular la probable demanda máxima en cada caso. Existen dos métodos para su cálculo, que se basan uno, en el número de muebles y el otro en el número de personas que harán uso de los mismos

Conviene hacer notar que el segundo método (por el número de personas) es el que más se acerca a la realidad, dando demandas menores que el primer método por lo que se aconseja usarlo siempre que sea posible. Hay casos especiales que ameritan cálculos diferentes, aplicando con mayor razón el criterio del calculista como el caso de trabajo continuo de regaderas para clubes deportivos, regaderas industriales con determinado número de obreros por turno, etc

Las 3 fórmulas siguientes se basan en el hecho de que a plena temperatura (Tc) sólo pueden extraerse las tres cuartas partes del agua caliente almacenada en un tanque, o sea solo el 75%

1 - CAPACIDAD DEL TANQUE DE AGUA CALIENTE

$$T = \frac{tp(G - C)}{0.75}$$

2 - CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO DE LA CALDERA

$$C = \frac{(tp \times G) - 0.75 \times T}{tp} = G - \frac{0.75T}{tp}$$

3 - PROBABLE DEMANDA MAXIMA

$$G = \frac{(C \times tp) + 0.75 \times T}{tp}$$

Donde:

- G = Probable demanda máxima, en litros por hora
- T = Capacidad del tanque de almacenamiento de agua caliente, en litros.
- C = Capacidad de calentamiento de la caldera, en litros por hora
- tp = Duración de la carga pico, en horas.
- Tc = Temperatura del agua caliente, en grados centígrados (°C)
- Tf = Temperatura del agua fría, en °C

**Ejemplos de aplicación**

a).- Calcular la capacidad de la caldera para agua caliente, con los siguientes datos.

- G = 2850 L/h (casa departamento de 200 personas) (14.5 lts/hab/h)
- tp = 4 horas
- T = 10,000 litros
- Tc - Tf = 60° - 15° = 45°C

$$C = \frac{(4 \times 2850 - 0.75 \times 10,000)}{4} = 975 \text{ L/h}$$

Entrega de calor = 975 x 45° C = 43,900 Kcal/hora

b).- Capacidad del tanque de almacenamiento de agua caliente, para los datos siguientes.

- tp = 4 horas
- G = 430 L/h
- C = 175 L/h (para Tc-Tf = 45°C)

$$T = \frac{4(430 - 175)}{0.75} = 1,360 \text{ L}$$

c).- Calcular el tamaño del calentador, el tanque acumulador de agua y el tanque de almacenamiento de gas L.P. que deben emplearse para abastecer un edificio en condominio donde residen 250 personas

- Consumo medio diario = 250x100=25,000 litros
- Consumo medio por hora = (25,000)/(24)=1,042 litros (que es la capacidad del calentador)
- Demanda máxima horaria=(25,000)/(10)=2,500 litros (1/10 de la demanda diaria)

Eligiendo calentador para adaptarse al consumo medio horario de 1,042 litros, el resto necesario durante la hora de demanda máxima deberá estar depositado de antemano en el tanque acumulador siendo este resto

$$2500 - 1042 = 1458 \text{ litros}$$

Como el tanque solamente se le puede extraer el 75% la capacidad real del tanque será

$$1458 / 0.75 = 1944 \text{ litros}$$

Si se desea que el tanque sea menor tiene que aumentarse la capacidad del calentador, por ejemplo a 1,500 litros por hora. Entonces la capacidad del tanque de acumulación se calculará como antes

$$T = (2,500 - 1,500) / 0.75 = 1,333 \text{ litros}$$

Se determinará la cantidad de gas y el tanque de almacenamiento de gas requiendo para el tanque de almacenamiento de agua de 1500 litros

$$\begin{aligned} \text{Temperatura inicial } & 18^\circ\text{C} \\ \text{Temperatura final } & 63^\circ\text{C} \\ \text{Diferencia } & 45^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$1500 \text{ litros} \times 45^\circ\text{C} = 67,500 \text{ kilocalorias /hora}$$

$$\text{Poder calorífico del gas LP} = 22,400 \text{ Kcal/m}^3$$

$$\frac{67,500 \text{ kilocalorias}}{22,400} = 3.0 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$\text{Poder calorífico del líquido del gas LP} = 6,000 \text{ Kcal/litro}$$

$$\frac{67,500 \text{ kilocalorias}}{6,000} = 11.25 \text{ litros/hora}$$

Tanque de almacenamiento de gas L.P

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de 300 litros vaporiza } & 2.193 \text{ m}^3/\text{hora} \\ & 7,543 \text{ litros/hora} \\ & 49,143 \text{ kilocalorias} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de 500 litros vaporiza } & 3.615 \text{ m}^3/\text{hora} \\ & 12,439 \text{ litros/hora} \\ & 81,020 \text{ kilocalorias} \end{aligned}$$

Se utilizará un tanque para almacenamiento de gas L.P con capacidad de 500 litros

d) Para un Edificio de Departamentos, calcular capacidad de la caldera con y sin tanque de almacenamiento

Con lo datos siguientes

- Número de departamentos 25
- Personas por departamento 5
- Dotación 100 l/per
- Duración de carga "pico" 4 hrs
- Dotación diaria 25 x 5 x 100 L/P = 1250 lts

Soluciones

1o Utilizando la tabla 6.8

- Capacidad de caldera con tanque de almacenamiento 12,500 x 1/8 = 1562 L.P.H
- Capacidad del tanque 12,500 x 1/4 = 3125 = 3,200 lts
- Capacidad de caldera para calentamiento al paso (sin tanque de almacenamiento): 12,550 x 1/4 = 3450 L.P.H

2o Utilizando la tabla 6.9

- Probable demanda máxima, 12,550 x 1/7 = 1,786 L.P.H.
- Capacidad tanque de almacenamiento, 25 x 5 x 100 / 5 = 2500 lts
- Agua a extraerse del tanque en una hora pico = 2500 x 0.75 / 4 = 460 L.P.H
- Capacidad equipo de calentamiento 1786 - 460 = 1326 = 1,400 L.P.H
- Entrega de la caldera en Kcal/hora considerando un aumento de temperatura del agua (gradiente de temperatura) de 60° - 15° = 45° C, tenemos 1400 x 45° C = 63,000 Kcal/hora

Tabla 6 9

DEMANDA ESTIMADA DE AGUA CALIENTE POR PERSONA PARA VARIOS TIPOS DE EDIFICIOS

TIPO DE EDIFICIO	DEMANDA HORARIA MAX EN RELACION AL USO DIARIO	DURACION EN HORAS DE LA CARGA "PICO"	CAPACIDAD DEL DEPOSITO ALMACENAM	CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO	AGUA CALIENTE NECESARIA 60°C
Residencias, Apartamentos, Hoteles, etc	1/7	4	1/5	1/7	150 lts por persona/día
Edificios de oficinas	1/5	2	1/5	1/5	7 5 lts por persona/día
Fábricas	1/3	1	2/5	1/8	20 lts por persona/día
Restaurantes			1/10	1/10	7 lts por persona/comida
Restaurantes 3 comidas por día	1/10	8	1/5	1/10	
Restaurantes 1 comida por día	1/5	2	2/5	1/6	

e) Supóngase un edificio de apartamentos con los siguientes datos:

200 habitantes, y según la tabla 6 9 tenemos

Requerimientos diarios =  $200 \times 150 = 30,000$  lts  
 Demanda horaria máxima =  $30,000 \times 1/7 = 4,280$  lts  
 Duración de la carga "pico" = 4 horas  
 Agua necesaria para estas 4 horas =  $4 \times 4,280 = 17,150$  lts

Cálculo

Capacidad de almacenamiento =  $30,000 \times 1/5 = 6,000$  lts  
 Agua caliente utilizada del tanque =  $6,000 \times 0.75 = 4,500$   
 El agua se calentaría en 4 horas =  $17,150 - 4,500 = 12,650$  lts  
 Capacidad de calentamiento por hora =  $12,650/4 = 3,162$  lts

Si el tanque se cambia por uno de 10,000 lts, la capacidad de calentamiento

$$\frac{17150 - (10,000 \times 0.75)}{4} = 1660 \text{ lts } \times \text{ hora}$$

## DISEÑO DE CALDERA MARCA HYDROTHERM

### CONOCIENDO EL NUMERO DE HABITANTES

Las fórmulas para el MODELO, están calculadas con número de modelo en millares de BTU/h de entrada, a nivel del mar, para el diseño se parte de las siguientes consideraciones de fabricación

$$\text{MODELO} = 4.6 \times \text{HAB} - 6/100 \times T$$

HAB = Total de habitantes en el edificio

T = Capacidad del tanque de agua caliente en L

$$\text{MODELO} \times 155 = \text{Kcal / hora de entrega}$$

Datos de diseño

Combustible gas LP

Rendimiento de la caldera 80%

Altura sobre el nivel del mar para 2100 m (Cd México) (585 mmHg)

Duración carga pico 4 horas

Dotación de agua caliente = 100 lts/hab/día

Incremento de temperatura (60-10) = 50°C

Consumo horario = 1/7 del consumo diario

Capacidad bruta de consumo en calderas  $0.55^\circ\text{C/h} = 1^\circ\text{F/h}$

NOTA: Los Kcal/hora se reducen en calderas aproximadamente un 10% por cada 1000 m SNM a partir de la entrega al nivel del mar

### f) Caldera para un hotel

Hotel con 25 habitaciones

3 personas por habitación

Capacidad del tanque 1000 lts

$$\text{HAB} = 25 \times 3 = 75 \text{ personas}$$

$$\text{MODELO} = 4.6 \times 75 - 6/100 \times 1000 = 285$$

Del catálogo se escoge el modelo siguiente (superior)

MODELO = HYDROTHERM R-300-LP

Con  $300 \times 155$  se obtienen aproximadamente 46,500 kcal/hora (según el catálogo, este modelo da, a la salida, 43,397 kcal/hora, o sea una variación del 2.5%)

**g).- Caldera para un hotel con 75 cuartos**

Suponiendo un promedio de tres personas por cuarto.

$$75 \times 3 = 225 \text{ personas}$$

$$T = 5,000 \text{ litros}$$

$$\text{Modelo} = 4.6 \times 225 - 0.06 \times 5,000 = 735$$

Consultando el catálogo se usaría una caldera modelo MR 750 L.P. con una entrega de calor de

$$750 \times 155 = 116,250 \text{ Kcal/hora}$$

$$750 \times 0.8 \times 252 \times 585 / 760 = 116,384 \text{ Kcal/h}$$

(modelo) x (rendimiento) x (BTU) x (mm/Hg) = Kcal/h

Es decir, utilizando la forma simplificada tenemos un error de menos del 1%.

Al corregir la capacidad de una caldera en proporción a la presión barométrica, aproximadamente hay que reducir el 1% por cada 100 m de altura sobre el nivel del mar, a menos que se conozca la presión barométrica del lugar en que la caldera va a ser instalada, en cuyo caso habrá que multiplicar su capacidad al nivel del mar, por la presión barométrica local y dividir el producto entre 760 mm Hg, que es la presión atmosférica normal al nivel del mar. En la tabla 6.6 se tienen las presiones barométricas de algunas poblaciones y su relación con la del nivel del mar tomada como 100%

Por otra parte, BTU es la cantidad de calor necesario para elevar un grado Fahrenheit (5/9 °C) la temperatura de una libra de agua (0.4536 Kg), y como la kilocaloría es la cantidad de calor requerida para que se eleve un grado centígrado la temperatura de un kilogramo de agua resulta que.

$$1 \text{ BTU} = (5/9 \times 0.4536) = 0.252 \text{ Kcal}$$

Una caldera que tenga 80% de rendimiento y en la cual su combustión produzca, por ejemplo 100,000 Btu/h, al nivel del mar en un población como Acapulco (760 mm Hg), tendrá una cantidad de calor de entrada de 25,200 Kcal/h y entregará  $25,200 \times 0.8 = 20,160$  Kcal/h al nivel del mar, a cualquier altitud por ejemplo Aguascalientes (612 mm Hg) entregará  $20,160 \times 612/760 = 16,230$  Kcal/hora, osea el 80.7% de 20,160 kcal/hora, con las que podría calentar de 10°C a 60°C (diferencia de 50° C) unos 325 litros de agua por hora

**h) Capacidad de recuperación y almacenamiento para edificio de departamentos (tabla 6.3)**

Datos:

	Cantidad	Gasto unitario Litros/hora	Gasto total Litros/hora
Lavabo privado	40	7.6	304
Ducha	40	114.0	4560
Fregadero	30	38.0	1140
Cocineta (servicio)	4	19.0	57
Tina	10	76	760
		Total	6821 Litros/hora

Solución

Capacidad de recuperación (por factor de demanda)

$$6821 \text{ l/h} \times 0.30 = 2046.3 \text{ l/hora}$$

Capacidad de almacenamiento (por factor de almacenamiento)

$$\frac{2046.3 \times 25}{0.75} = 3410.5 \text{ litros}$$

**i) Capacidad de calentador semi-instantaneo para una escuela (tabla 6.4)**

Datos

	Cantidad	UM (Unitario)	UM Total
Bebedero	6	2.5	15
Duchas	30	1.5	45
Lavabo privado	4	0.75	3
		Total	63

Del cuadro 4.5 del capítulo 4 tenemos.

63 UM corresponden a 0.76 litros por segundo

Considerando que no existen gastos continuos, se seleccionará un calentador de paso que sea capaz de suministrar 0.76 l/seg elevando la temperatura de 15°C a 60°C

**DISEÑO DE CALDERA Y TANQUE,**

**CONOCIENDO EL NUMERO DE MUEBLES**

Utilizamos Tabla 6.3 (demandas de agua caliente por mueble en litros por hora)

**j) Determinar el tamaño de calentador de agua y del tanque de almacenamiento para un edificio de Departamentos:**

La temperatura inicial del agua es de 20°C. y tiene los muebles que se señalan a continuación

Mueble	Cantidad	demanda de agua caliente	litros por hora
Lavabos	60	8	480
Tinas	30	75	2250
Regaderas	30	115	3450
Fragaderos	60	38	2280
Lavadoras	15	75	1125
Demanda máxima			9,585 l/hora

Probable demanda max=9,585x0.3=2875 l/hora

Capacidad calentador= 2875l/hora

Capacidad tanque almacenamiento  
2875x1.25 =3594 =3600 litros

Diseño caldera

$$C.P. = \frac{2875 \cdot (60^\circ - 20^\circ)}{8450} = 13.6 \text{ H.P.}$$

=15 H.P. (comercial)

**CALENTAMIENTO DE AGUA PARA REGADERAS**

**k) Diseño de equipo para calentar agua para regaderas en una fábrica**

Datos

- 10 Regaderas
- 40 trabajadores los usan en forma continua y simultánea
- Caldera existente
  - Entrega calor 32,600 kcal/h
  - Entrega de agua 544 l/h
  - Gasto por regadera 8 LPM
  - Temperatura a elevar 60°C
  - Combustible Gas L.P

Solución

- Gasto regadera 8 x 60 = 480 LPH
- Demanda máxima horaria 480x10 = 4800 LPH
- Tiempo de baño por turno. 15 min

Duración de demanda max (pico) =  $\frac{40}{10} \times 15 \text{ min} = 60 \text{ min} = 1 \text{ hora}$

Agua requerida en la demanda pico. 4800 LPHx 1 hora = 4800 L

Capacidad del tanque de almacenamiento  $T = \frac{(\text{Dem max hor} - \text{Capacidad caldera}) \times 1}{0.75}$

Tanque =  $\frac{(4800 - 544)}{0.75} = 5675 \text{ L} = 6000 \text{ L (comercial)}$

**l) Determinar el Consumo de gas L.P. para calentar agua en regaderas**

Gasto de agua considerado por regadera = 15 LPM

Consumo de agua caliente a 60°C, considerando en la mezcla solo el 40%  
15 (LPM) x 0.4 (factor de demanda) = 6 LPM

Duración del baño = 10 minutos

Gasto de agua caliente por baño 6 x 10 = 60 litros

Aumento de temperatura considerado (60-10)=50°C

50 (°C) x 60 (litros) = 3000 Kcalorías

Rendimiento de calentador considerando un 60%, y tomando una pérdida de temperatura de 50% en el aislamiento, tenemos

$$\frac{3000}{0.6} \times 1.5 = 7500 \text{ Kcal/día/baño}$$

Consumo diario de gas LP

$$\frac{7500 (\text{Kcal/día/baño})}{6364 (\text{calorías de 1 L de gas LP})} = 1.11 \text{ lts día/baño}$$

Suponiendo un costo para estacionarios de \$0.5/litro

Costo diario = 1.11x0.5 = \$0.555

Costo mensual = 0.555 x 30 días = \$16.65/baño/reg/día

**CALENTAMIENTO DE AGUA PARA ALBERCAS**

CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO EN ALBERCAS (CALDERA HYDROTERM)

Se considera elevando la temperatura a razon de 1°F/hora de servicio

m³ de alberca por 555 = Kcal/hora, a la salida  
(0.55°C/hora = 1°F/hora)

m) Calderas para calentamiento de una alberca con 120 m<sup>3</sup> de capacidad

120 x 555 = 66,600 Kcal/hora, de salida

Ejemplos utilizando calderas para agua caliente con número de modelo en millares de Btu/h de entrega al nivel del mar, y con las consideraciones anteriores para ellas

n) Cálculo del equipo de calentamiento para una alberca

Capacidad alberca 380 m<sup>3</sup>

Capacidad caldera = 380 x 555 = 210,900 Kcal/hora,

Recordando que 1 BTU = 0.252 Kcal, tenemos

210,900(1/0.252) = 20,900 x 3.968 = 836,851 BTU/hora a la salida

CALDERA NECESARIA PARA CALENTAMIENTO DE ALBERCAS

Modelo = m<sup>3</sup> x 3.5

o).- Caldera para calentamiento de una alberca de la misma capacidad que la anterior.

Modelo = 120 x 3.5 = 420

De acuerdo con el catálogo "Hydrotherm", por ejemplo, sería una caldera modelo MR - 420 - LP, con una entrega de calor de (420,000 Btu/h) 0.6 = 336,000 Btu/h al nivel del mar, o sea 336,000 x 585 / 760 = 258,531 Kcal/h a 2,240 m de altura sobre nivel del mar (585 mm de mercurio de presión barométrica) y con consumo de gas L.P. de 9.32 Kg/hora de servicio

TIEMPO DE CALENTAMIENTO INICIAL DE UNA ALBERCA

$$\text{CALENT INICIAL} = \frac{T_2 - T_1}{\Delta T}$$

T<sub>1</sub> = Temperatura inicial del agua

T<sub>2</sub> = Temperatura final del agua

ΔT = Incremento de temperatura, por hora de servicio =  $\frac{\text{Capacidad de calentamiento caldera}}{\text{volumen alberca}}$

TEMPERATURAS RECOMENDADAS PARA ALBERCAS

Terapia hidráulica 32°C  
Señores de edad. 32°C a 30°C

Clases de natación,	
Hoteles, Moteles	
Lugares de descanso	30°C a 27°C
Residencias	28°C a 24°C
Escuelas	27°C a 24°C
Campos de Veraneo	24°C

El calentador debe tener la capacidad para proporcionar la cantidad de calor necesaria para mantener la temperatura deseada, cubriendo las pérdidas de calor a través de la superficie de la alberca

p) Diseño de calentamiento inicial en una alberca

T<sub>1</sub> = 15°C

T<sub>2</sub> = 27°C

Entrega calor de la caldera = 200,000 Kcal/h

Volumen alberca = 380,000 lts

$$\Delta T = \frac{200,000}{380,000} = 0.52^\circ\text{C/hora de serv.}$$

$$\text{calent inicial} = \frac{27^\circ - 15^\circ}{0.52} = 23 \text{ horas}$$

Las pérdidas de temperatura durante las noches del 90% del período frío del año (para 25.6°C) es aproximadamente de 3°C (5°F)

Ejemplo Si después de una noche fría el agua está a 22.5°C, serán suficientes 6 horas de servicio de la caldera, para elevarla nuevamente a 25.6°C

q) Diseño de un calentador para alberca

- 1 Temperatura media ambiente del mes mas frío en el cual se desea usar la Alberca (del Observatorio Meteorológico local) = 13°C
- 2 Temperatura deseada en la Alberca = 27°C
- 3 Superficie de la Alberca = 6 x 12 m = 72 00 m<sup>2</sup>

Solución

Aumento de temperatura  
27°-13°=14°C

$$14^{\circ}\text{C} \times 72\,000\text{ m}^2 = 1008$$

$$1008 \times 75 \text{ (Constante)} = 81,600 \text{ Kcal/hora de "entrada" necesarios}$$

Se puede tener una economía inicial pequeña, si se toman en cuenta ciertos factores, tales como localización de la Alberca respecto al sol, etc

\* Para combustible gas x 75, para combustible líquido x 90

**COSTOS DEL COMBUSTIBLE EN CALENTADORES DE AGUA PARA ALBERCAS**

Método aproximado

**r) Determinar el costo de combustible**

Se desea mantener una alberca de 6 x 12m, a 27°C en un mes cuya temperatura media es de 21°

**1. Con calentador a gas**

$$27^{\circ}\text{C} - 21^{\circ}\text{C} = 6^{\circ}\text{C}$$

$$72\,000\text{ M}^2 \times 6^{\circ} = 432$$

$$432 \times 75 \times 270 \text{ horas al mes} = 8,730\,000 \text{ Kcal}$$

Conociendo el costo del combustible usado y su poder calorífico, por ejemplo

COMBUSTIBLE	PODER CALORIFICO	PRECIO
gas natural	9,650 Kcal/m <sup>3</sup>	\$0.13
Gas L.P.	22,000 "	\$1.40

Suponiendo que es Gas L.P

$$\frac{8,730,000}{22,000} \times 1.40 = \$557,000 \text{ al mes}$$

**2. Con combustible líquido Por ejemplo Diesel.**

$$27^{\circ} - 21^{\circ} = 6^{\circ}\text{C}$$

$$72\,000\text{ M}^2 \times 6^{\circ} = 432$$

$$432 \times 90 \times 270 \text{ horas} = 10,500,000 \text{ Kcal}$$

COMBUSTIBLE	PODER CALORIFICO	PRECIO
Petróleo crudo	10,800 Kcal/kg	
Petróleo diáfano	11,100 "	
Acete ligero (Diesel)	11,170 "	
Gasolina		

**MANTENIMIENTO**

Se puede estimar, en calentadores especiales para albercas, un gasto anual del 5% del costo inicial para cubrir los servicios de rutina y reparaciones ocasionales. En calentadores y calderas no apropiadas puede llegar a ser hasta el 50% del costo inicial

**INTERCAMBIADOR DE CALOR**

La transmisión de calor del vapor de agua, mediante un serpentín de tubos de cobre es aproximadamente de 1,200 Kcal/h Chm<sup>2</sup>, debiéndose tomar la diferencia media logarítmica entre la temperatura del agua y la del vapor.

Para un coeficiente de transmisión (U), una superficie de transmisión (S), una diferencia de temperatura (Δtg) entre el fluido más caliente y el más frío, (Δtp) entre el fluido calefactor y el ya calentado, la cantidad de calor transmitida es

$$C = U \cdot S \cdot \frac{\Delta t_g - \Delta t_p}{\ln \Delta t_g - \ln \Delta t_p} \text{ (Kcal/h)}$$

estando U en Kcal/h Chm<sup>2</sup> y las diferencias de temperatura en grados centígrados

**s) Diseño de un intercambiador de calor**

Por ejemplo, si vamos a calentar 3,000 litros de agua fría a 15°C, para tener 60°C de agua caliente en una hora usando vapor de 105°C de temperatura (aproximadamente 0.2 Kp/cm<sup>2</sup> en Acapulco y 0.5 Kp/cm<sup>2</sup> en Toluca), tendremos:

$$\Delta t_g = 105^{\circ} - 15^{\circ} = 90^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_p = 105^{\circ} - 60^{\circ} = 45^{\circ}\text{C}$$

$$U = 1200 \text{ Kcal/h Chm}^2$$

$$C = 3000 (60^{\circ} - 15^{\circ}) = 135,000 \text{ Kcal/h}$$

despejando

COMBUSTIBLE	PODER CALORIFICO	PRECIO
Petróleo crudo	10 800 Kcal/kg	
Petróleo diáfano	11,100 "	
Aceite ligero (Diesel) Gasolina	11,170 "	

**MANTENIMIENTO**

Se puede estimar, en calentadores especiales para albercas, un gasto anual del 5% del costo inicial para cubrir los servicios de rutina y reparaciones ocasionales. En calentadores y calderas no apropiadas puede llegar a ser hasta el 50% del costo inicial.

**INTERCAMBIADOR DE CALOR**

La transmisión de calor del vapor de agua, mediante un serpentín de tubos de cobre es aproximadamente de 1,200 Kcal/°Chm<sup>2</sup>, debiéndose tomar la diferencia media logaritmica entre la temperatura del agua y la del vapor

Para un coeficiente de transmisión (U), una superficie de transmisión (S), una diferencia de temperatura (Δtg) entre el fluido más caliente y el más frío, (Δtp) entre el fluido calefactor y el ya calentado, la cantidad de calor transmitida es

$$C = US \frac{\Delta t_g - \Delta t_p}{\ln \Delta t_g - \ln \Delta t_p} \text{ (kcal/h)}$$

estando U en Kcal/°Chm<sup>2</sup> y las diferencias de temperatura en grados centígrados

**s) Diseño de un intercambiador de calor**

Por ejemplo, si vamos a calentar 3,000 litros de agua fría a 15°C, para tener 60°C de agua caliente en una hora usando vapor de 105°C de temperatura (aproximadamente 0.2 Kp/cm<sup>2</sup> en Acapulco y 0.5 kp/cm<sup>2</sup> en Toluca), tendremos

$$\Delta t_g = 105^\circ - 15^\circ = 90^\circ C$$

$$\Delta t_p = 105^\circ - 60^\circ = 45^\circ C$$

$$U = 1200 \text{ Kcal/}^\circ\text{Chm}^2$$

$$C = 3000 (60^\circ - 15^\circ) = 135,000 \text{ Kcal/h}$$

despejando

$$S = \frac{C}{U} \times \frac{\ln (\Delta t_g / \Delta t_p)}{\Delta t_g - \Delta t_p} = \frac{135,000}{1,200} \times \frac{0.693147}{90 - 45}$$

$$S = 1.73 \text{ m}^2 = 18.65 \text{ ft}^2$$

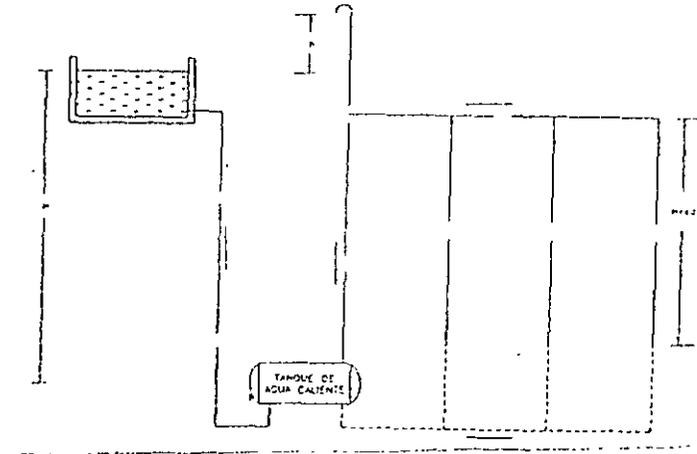


Fig 6.16 Red de agua caliente con distribución por gravedad

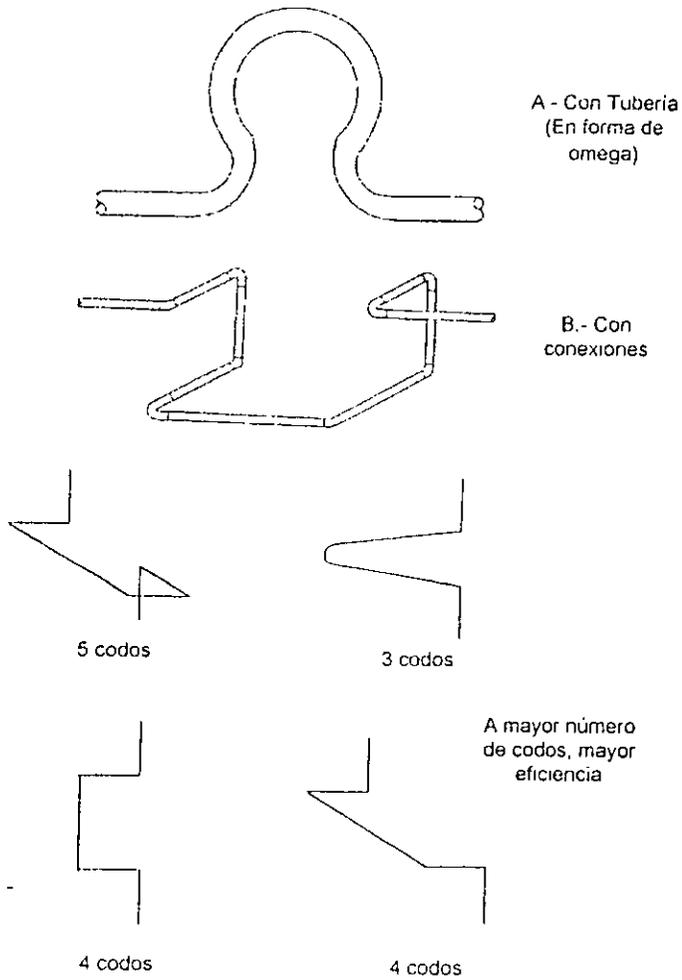


Fig 6 17 JUNTAS DE DILATACION

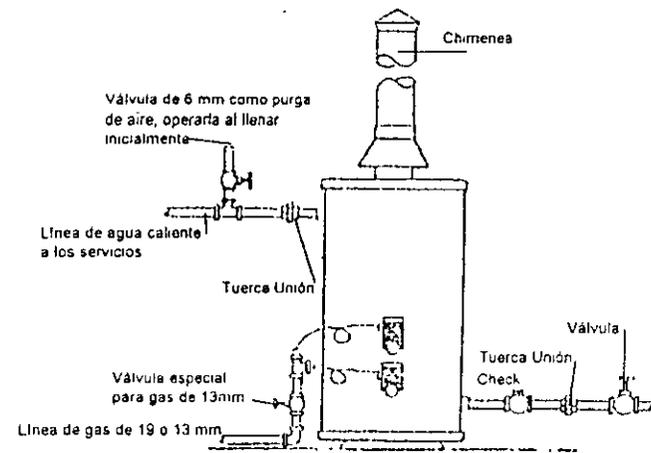


Fig 6 18 CONEXIONES TIPO DE CALENTADORES

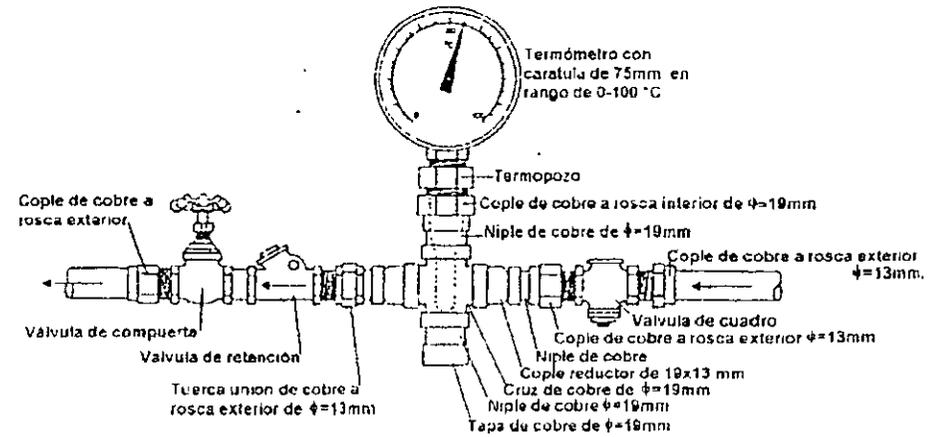


Fig 6 19 DETALLE DE TERMOPOZO



## INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

### CAPITULO 7 DRENAJE SANITARIO

- 7.1 DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO
- 7.2 CALCULO DE LA INSTALACION
- 7.3 PASOS PARA EL DISEÑO
- 7.4 RECOMENDACIONES DE INSTALACION
- 7.5 ALBAÑALES
- 7.6 VELOCIDAD DE CAIDA EN DESAGÜES VERTICALES
- 7.7 ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES POR BOMBEO
- 7.8 TRAMPAS DE ARENA, ACEITE, GASOLINA Y GRASAS
- 7.9 MATERIAL PARA TUBERIAS Y SELECCIÓN DE BOMBAS

#### ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES

Un sistema de eliminación de aguas residuales (drenaje sanitario), consiste en una red de tuberías de desagüe destinada a sacar del predio las aguas que se colectan de las descargas de muebles sanitarios dentro de un edificio, en la forma más rápida y sanitaria posible para conducirlos al drenaje o al punto de desfogue que indique la autoridad competente. El sistema debe contar con una red de tuberías de ventilación cuyo objeto principal es equilibrar presiones dentro de las tuberías de desagüe y así evitar que se rompan los sellos de agua de los muebles sanitarios.

Los elementos de una instalación sanitaria se inician en las descargas de los muebles sanitarios o coladeras que requieren tuberías de desagüe que deben tener los diámetros mínimos requeridos para cada mueble, los que pueden verse en la tabla 7.3; en la misma tabla pueden obtenerse las unidades mueble de desagüe (UD), con las cuáles pueden calcularse los ramales horizontales y las bajadas de agua residuales, método muy utilizado en México, aún cuando existen otros métodos que pueden utilizarse.

La instalación sanitaria termina en un colector que recoge todas las aguas del predio, llamado ALBAÑAL, que las desaloja hacia la red de alcantarillado municipal, el albañal se divide en "interior" (dentro del predio) y "exterior" (fuera del predio), el diámetro mínimo es de 15 cm.

A las aguas residuales o aguas servidas, suele dividirseles por su coloración como sigue:

- AGUAS NEGRAS - A las provenientes de mingitorios y W C
- AGUAS GRISES - A las evacuadas en vertederos y fregaderos
- AGUAS JABONOSAS - A las utilizadas en lavabos, regaderas, lavadoras, etc

#### 7.1 DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO

Para el diseño del drenaje sanitario se debe considerar, analizar y tomar en cuenta tres aspectos básicos.

- 1- EL SISTEMA DE DRENAJE FLUYE POR GRAVEDAD,
- 2- TODO MUEBLE SANITARIO DEBE CONTAR SIEMPRE CON UN OBTURADOR HIDRÁULICO O UN SIFÓN,
- 3- CADA OBTURADOR O SIFÓN DEBE TENER UNA VENTILACIÓN

##### 1 EL SISTEMA DE DRENAJE FLUYE POR GRAVEDAD

El sistema de drenaje utiliza la fuerza de gravedad para desalojar el efluente a través de un sistema de tuberías, por lo mismo las tuberías deben instalarse con una pendiente determinada, estando relacionada la pendiente con su capacidad del gasto.

transportado, la misma relación se tiene con la velocidad del líquido, para un mismo diámetro a mayor pendiente mayor velocidad dentro del tubo

En la construcción, del drenaje sanitario, la pendiente hidráulica impacta el sistema de tuberías en dos formas

- Primera - por experiencia se ha visto que **velocidades muy bajas o muy altas representan altos gastos de mantenimiento por la constante obstrucción del sistema** Cuando la velocidad es baja o sea cuando existe poca pendiente, esto impide que exista un buen arrastre y limpieza de la tubería durante la operación del sistema El problema con las altas velocidades no es fácil visualizarlo, si la velocidad es muy alta los líquidos en el drenaje pueden alcanzar mayores velocidades que los sólidos por lo tanto estos se van quedando atrás depositados en la tubería Los estudios que se han realizado para el diseño, utilizando el método de Hunter, han dado como resultado, que al determinar el diámetro con base al número de unidades de desague (UD), (tablas 7 2 y 7 3), la velocidad no rebasa los límites establecidos

- Segunda - Las tuberías de drenaje llevan pendiente hidráulica, por lo que **están cambiando de elevación constantemente**, se colocan debajo del piso, y en las grandes instalaciones se colocan debajo de las losas (tapadas con el plafón), por ejemplo una línea de drenaje con pendiente del 2%, en 10 metros descenderá 20 centímetros y en 20 metros descenderá 40 centímetros Por economía muchos edificios modernos pueden tener de 10 a 20 centímetros de espacio entre la losa y el falso cielo (plafón), por lo que se pueden presentar conflictos entre los instaladores y los constructores Para solucionarlo se pueden tomar las siguientes alternativas 1.- Bajar el plafón, 2.- Elevar el tubo del drenaje disminuyendo la pendiente y 3 - Retocalizar las tuberías de drenaje buscando otro recorrido

Las tuberías horizontales son conocidas como RAMALES y las tuberías verticales como BAJADAS Ambas se diseñan utilizando las tablas 7 4 y 7.5

**Ramales**

La capacidad de los ramales se muestra en la tabla 7 4, y la pendiente mínima, en la zona de sanitarios es de 2% en diámetros menores de 100 mm y 1% para diámetros de 100 mm y mayores, cuando esto no sea posible se proyectarán para una pendiente mínima de 1 5%, las condiciones de diseño se muestran en la fig. 7 1.

En los ramales no se deben realizar cambios de dirección horizontales a 90°, por lo que éstos deberán hacerse con codos o Y griegas a 45° En los cambios de dirección horizontal a vertical si se permite el uso de piezas a 90°

Nunca deben trabajar a tubo lleno y su ubicación es muy importante, obedece tanto al tipo de construcción como de los espacios disponibles para tal fin, así tenemos

- 1 En casas habitación y en edificios de departamentos, se deben localizar lejos de recámaras, salas, comedores, etc, es decir donde el ruido de las descargas continuas de los muebles sanitarios conectados en niveles superiores, no provoque malestar.
- 2 En lugares públicos y de espectáculos, donde las concentraciones de personal son de consideración, debe tenerse presente lo anterior, amén de que otras condiciones podrían salir a colación en cada caso particular

**Bajadas**

El agua, en las columnas baja adherida a las paredes de la tubería, formando una especie de dona, haciendo una espiral vertical, dejando un núcleo central vacío por donde el aire es desalojado durante el paso del agua (Figura 7 1)

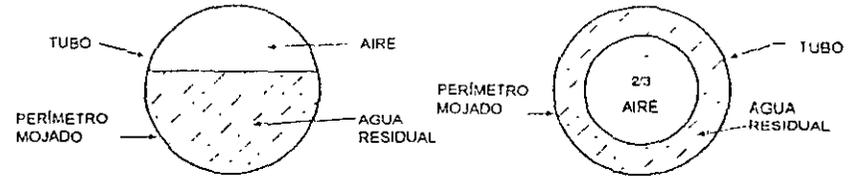


Figura 7 1 Condiciones de diseño para flujo de agua residual en tuberías

No debe limitarse la altura de las bajadas por temor al aumento de velocidad del agua, en los edificios altos la máxima velocidad de caída se adquiere al bajar tres niveles, pero posteriormente por el roce en las paredes de la tubería, que es una fuerza opuesta al peso del agua, se impide que aumente la velocidad de caída, por ello, el poner un obstáculo o quiebre en la bajada perjudica la instalación ya que provoca presiones y depresiones en el aire de la propia columna

Los diámetros de las bajadas están en función tanto de las unidades de descarga (UD) que reciben, como del número de intervalos (pisos o niveles) en que las reciben, siendo el punto crítico los edificios de tres niveles, por la razón expuesta anteriormente; pero como se ve en la tabla 7 5 aumentan su capacidad receptora de caudal si mas abajo existen niveles que descarguen en las bajadas, ya que disminuye el factor de simultaneidad de descarga, podemos ver que la bajada de 100 mm de diámetro de tres niveles puede aceptar la descarga de 240 unidades y con más de tres niveles, el mismo diámetro acepta hasta 500 unidades de descarga

Para trabajar a la presión atmosférica, las bajadas de aguas residuales deberán prolongarse hacia arriba hasta sobresalir de la azotea, sin disminuir el diámetro.

En el pie de las bajadas, en el tubo horizontal se presenta un "salto hidráulico", el agua se eleva aguas abajo hasta una longitud aproximada de 10 veces el diámetro del tubo ( $D \times 10$ ) a partir del cambio de dirección, como se muestra en la figura 7.2, lo anterior hace que se eleve excesivamente la presión en la zona de cambio por lo que se acumula el agua que descarga y retrasa el flujo. Se puede reducir el efecto de la presión (figura 7.2) mediante tres formas

- 1° Aumentando el diámetro del tubo horizontal al siguiente diámetro comercial, y
- 2° Instalando una transición suave del flujo vertical a horizontal mediante un codo de radio largo de 90° y
- 3° Hacer esta transición en forma suave instalando una "Ye", después un carrete y en seguida un codo de 45° o una pieza "curvada de 45°"

Se recomienda no instalar bifurcaciones o derivaciones en la zona horizontal correspondiente a  $D \times 10$ , a menos que se instale una ventilación adicional

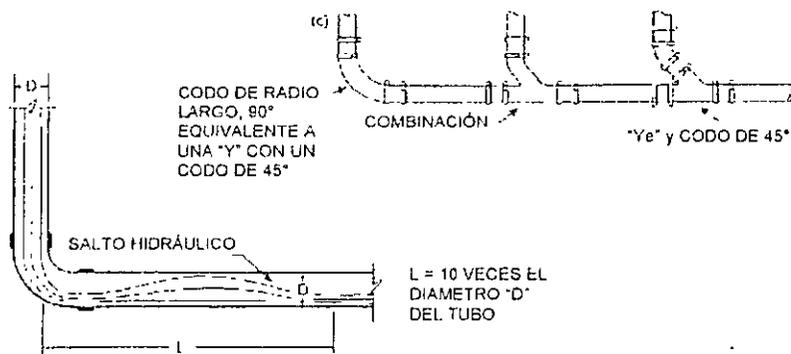


Figura 7.2 Transición en la bajada - ultimo ramal

**Registros** - Es conveniente diseñar en los ramales horizontales puntos por los cuales se pueda sondear la línea y destaparla en caso de obturaciones. En las bases de las columnas siempre debe haber un registro, dado que es el punto más peligroso. En los registros de los albañales, durante su construcción, no debe hacerse la media caña, sino dejar el tubo corrido para evitar que entren materias extrañas (arena, tabique, cascajo, palos, etc.) que pueden ocasionar obstrucciones. Terminada la obra, se rompe la clave del tubo y se hace la media caña, teniendo cuidado de que la altura de ésta sea igual al diámetro del tubo, ver figuras 7.6 a 7.10

2. OBTURADORES HIDRAULICOS Y SIFONES EN APARATOS SANITARIOS

El sistema de drenaje, además de los sólidos y los efluentes líquidos contiene gases producidos por la descomposición de éstos desechos; el obturador hidráulico y el sifón es un mecanismo que utiliza un "sello de agua" que impide que los gases contenidos en las tuberías, se introduzcan a las áreas del edificio a través de los muebles y aparatos sanitarios.

Los obturadores hidráulicos, no son más que trampas hidráulicas que se instalan en los desagües de los muebles sanitarios y coladeras, cualquiera que haya oído el gas del drenaje, comprende lo importante que es un obturador hidráulico, este gas contiene metano mezclado con otros gases, el metano es gas nocivo, tóxico e inflamable, por ello ninguna de las salidas sanitarias debe quedar abierta dentro de un local, todos los muebles deben estar provistos de un sifón que impida la salida de los gases del albañal hacia el propio local

Las partes interiores de los sifones, cespoles y obturadores en general no deben tener en su interior ni aristas ni rugosidades que puedan retener los diversos cuerpos extraños y residuos evacuados con las aguas ya usadas

Es necesario hacer hincapié en la necesidad de que los sifones o trampas hidráulicas en los muebles sanitarios, estén diseñados en tal forma, que se pueda renovar todo su contenido en cada operación de descarga, evitando así que quede en ellos agua que pueda descomponerse y dar origen a malos olores, además deben tener un registro que permita realizar su limpieza

Los **cespales** de bote, toman su nombre por su forma parecida a un bote cilíndrico, éste es adecuado para el desagüe de tinajas, regaderas y pisos de cuartos de baño. Se fabrican de hierro fundido o de plomo, cuando la tapa es de rejilla y está provista de un cono o bien de un casquillo removible, sirva como coladera o sumidero, figuras 7.11 y 7.12

Los **obturadores** (sifones) se clasifican como forma "P" y forma "S", para lavabos, fregaderos, mingitorios, o debajo de rejillas tipo IRVING, en baterías de regaderas para servicios al público, etc., figura 7.13

Se utilizan registros de mampostería para obturación hidráulica cuando hay descargas en planta baja y nunca en el recorrido general del colector. No se utilizan en la descarga de los muebles sanitarios, los cuales ya tienen su propia obturación, sino por ejemplo en rejillas que recogen aguas pluviales y a otros casos especiales por ejemplo descarga de vertederos en los mercados en este caso el registro se le adapta un codo invertido que forma un sello automático con el nivel del registro, (figura 7.7).

En ocasiones es conveniente al final del albañal, colocar una "trampa" para evitar la entrada de gases y fauna nociva (figuras 7.28 y 7.29), y cuando se tiene el riesgo de que el drenaje municipal invada el drenaje del edificio se recomienda instalar una válvula de no retorno (figura 7.29)

### Pérdida de sello de agua en sifones

Un problema muy común con los obturadores es la evaporación; después de un corto periodo si no se utiliza el mueble en forma regular (ejemplo casa de campo) el agua en el obturador se evapora y por consiguiente los gases del drenaje penetrarán a los espacios ocupados. Este problema puede presentarse en las coladeras del piso, donde se instalan obturadores específicos, cuyo propósito es recibir el agua de su limpieza o recibir agua de llaves como puede ser de la regadera, en algunos edificios comerciales se colocan muchas coladeras que en ocasiones tienen poco uso y por lo mismo el agua se evapora.

Los principales causas de pérdida de sellos son

**Sifonaje inducido.** Es provocado por la descarga de agua de otro dispositivo sanitario conectado a la misma tubería. El agua que pasa por la conexión de la tubería secundaria puede extraer aire de ésta, lo que provoca un vacío parcial y causa sifonaje.

**Autosifonaje.** Es provocado por un tapón de agua móvil en la tubería de desague conectada al sifón. A medida que el tapón de agua baja por la tubería, en el lado de la salida del sifón se crea un vacío parcial y se produce el sifonaje.

**Compresión o contrapresión.** A medida que el agua descienda por el bajante, arrastra aire y también comprime el aire que se encuentra delante de ella. Cuando el agua pasa por un codo (casi siempre en la base del bajante), el cambio de dirección disminuye momentáneamente la velocidad del flujo y también se forma una onda hidráulica en la tubería horizontal. El agua que circula detrás de esta onda hidráulica comprime el aire y este aire comprimido puede ser suficiente para extraer el sello de agua de un sifón colocado en un aparato próximo al codo.

**Atracción capilar.** Es provocada por una pieza de material poroso, como un trapo o una cuerda, atrapada en la salida del sifón y que extrae agua de éste por atracción capilar.

**Oscilaciones.** Si una ráfaga de aire pasa por la parte superior del bajante, puede extraer algo de aire de la tubería, creando así un vacío parcial en éste. Si la velocidad del aire es variable, el agua en el sifón oscila hasta que se rompe el sello de agua.

**Evaporación.** Si la humedad relativa en el interior del edificio es baja y el sifón no se usa, el sello de agua en el sifón puede desaparecer debido a la evaporación del agua del sello. En condiciones normales, la razón de evaporación es aproximadamente 2.5 mm por semana. Un sifón con un sello de agua de 76 mm perdería su sello de agua aproximadamente en 30 semanas, dependiendo de la humedad relativa del aire.

**Impulsor.** La causa más común de pérdida del sello de agua del sifón debido a un impulso en la descarga repentina de un cubo lleno de agua en la taza de un retrete.

**Fugas.** Casi siempre se deben a una unión defectuosa en el tapón de limpieza o una fisura en el sifón por abajo del nivel del agua.

Para una mejor comprensión del problema, en la figura 7.14 se presentan figuras que ilustran la pérdida de sellos.

### 3 VENTILACIÓN DE LOS MUEBLES SANITARIOS

Esta es una parte muy importante de las instalaciones sanitarias. Para comprender el concepto de ventilación es necesario recordar que un adecuado diseño de tubería de drenaje contiene desechos (sólidos y líquidos), aire y otros gases. Para los drenajes horizontales un diseño óptimo comprende que la mitad del tubo tenga agua y la otra mitad aire. Para el diseño óptimo de un tubo de drenaje vertical (bajada), el tubo debe contener aproximadamente un tercio de aguas residuales y el espacio restante ocupado por el aire. Se utilizan las tablas 7.7 y 7.8 para dimensionar los tubos de ventilación.

El hecho de que el sistema de drenaje contiene desechos líquidos, sólidos y aire es importante por dos razones. Primero, con un adecuado diseño el sistema de drenaje "respira" para adentro y afuera del sistema y Segundo, recordemos que los desechos en el drenaje fluyen por gravedad, por lo que es importante que se mantenga la presión neutra (atmosférica) dentro de las tuberías de drenaje, lo que se logra con los tubos de ventilación y así el flujo de desechos no es obstruido por bolsas de alta o baja presión, por esta razón también se les llama sistemas no presurizados.

Como las descargas de los muebles sanitarios son rápidas, dan origen al golpe de ariete, provocando presiones o depresiones que al no existir ventilación pueden ser grandes dentro de las tuberías, por lo que en un momento dado pueden anular el efecto de las trampas, obturadores o sellos hidráulicos perdiéndose el cierre hermético y dando oportunidad a que los gases y malos olores, acarreados en las aguas residuales o negras, penetren a las habitaciones.

Las tuberías de ventilación desempeñan las siguientes funciones:

- a) Equilibran las presiones en ambos lados de los obturadores o trampas hidráulicas, evitando la anulación de su efecto.
- b) Evitan el peligro de depresiones o sobrepresiones que pueden aspirar el agua de los obturadores hacia las bajadas de agua residuales, o expulsarla del local.
- c) Al evitar la anulación del efecto de los obturadores o trampas hidráulicas, impiden la entrada de los gases a las habitaciones.
- d) Impiden en cierto modo la corrosión de los elementos que integran las instalaciones sanitarias, al introducir en forma permanente aire fresco que ayuda a diluir los gases.
- e) Remueve del sistema los olores y los gases peligrosos.

Existen tres tipos de ventilación (figuras 7.15 a 7.24)

- 1) Ventilación Primaria
- 2) Ventilación Secundaria
- 3) Doble Ventilación

1) Ventilación Primaria

La ventilación que se utiliza aprovechando las bajadas de aguas negras, se le conoce como "Ventilación Primaria" o bien suele llamársele "Ventilación Vertical", el tubo de esta ventilación debe sobresalir de la azotea hasta una altura conveniente

La ventilación primaria, ofrece la ventaja de acelerar el movimiento de las aguas residuales o negras y evitar hasta cierto punto, la obstrucción de las tuberías, además, la ventilación de las bajadas en instalaciones sanitarias, es una gran ventaja higiénica ya que ayuda a la ventilación del alcantarillado público, siempre y cuando no existan trampas en el albañal

2) Ventilación Secundaria

La ventilación que se hace en los ramales es la "ventilación Secundaria" también conocida como "Ventilación Individual", esta ventilación se hace con objeto de que el agua de los obturadores en el lado de la descarga de los muebles, quede conectada a la atmósfera y así nivelar la presión del agua en ambos lados de los obturadores, evitando sea anulado el efecto de los mismos e impidiendo que los gases penetren en las habitaciones

La ventilación secundaria consta de

Ramales de ventilación que parten de la cercanía de los obturadores o trampas hidráulicas (tabla 7.1)

Columnas de ventilación a las que pueden estar conectados uno o varios muebles

DIÁMETRO DEL DESAGUE DEL ACCESORIO		DISTANCIA MÍNIMA DE LA CONEXIÓN DE LA VENTILACIÓN AL CESPOL O TRAMPA
cm	pulg	Metros
3.2	1 ¼	0.75
3.8	1 ½	0.85
5.0	2	1.50
7.5	3	1.85
10.0	4	3.00

Tabla 7.1 DIÁMETRO DE DESAGUES Y DISTANCIAS DE VENTILACION

Se pueden ventilar en grupos, en serie o batería, accesorios o muebles sanitarios en un mismo nivel, es común encontrar conectados el fregadero con los muebles del baño en construcciones de un solo piso o en pisos superiores de varios niveles, las descargas por nivel deben quedar conectadas en forma individual con las bajadas de agua negra

3) Doble Ventilación

Se requiere ventilar cada uno de los obturadores del sistema o sus líneas, de tal manera que las contrapresiones se alivien por dicha ventilación y las depresiones se satisfagan por el mismo conducto. Las longitudes y diámetros de los conductos de doble ventilación (y se llama doble, dado que el sistema de bajadas y el ramal debe tener su propia ventilación), deben ser tales que permitan el paso del aire necesario para equilibrar las presiones interiores del sistema

El sistema de doble ventilación debe ser construido de tal manera que cualquier escurrimiento que haya dentro de él, concorra al albañal. Los diámetros recomendados están en función de la longitud de las tuberías que se muestran en las tablas 7.6 y 7.7

Localización de las ventilaciones

- Si se ventilan toilets, únicamente se ventilará el lavabo, la ventilación será de 50 mm de diámetro y el desagüe del lavabo también será de 50 mm
- Se ventilará el mueble más cercano a una bajada de aguas negras
- Cuando se tengan inodoros, se ventilará uno de cada 5 o fracción, empezando por el último
- Cuando el desagüe de un lavabo con ventilación se conecte a una coladera de piso, el desagüe se conectará a una de las dos bocas altas de la coladera
- Se ventilará el último mueble de cada línea de desagüe

Independientemente de las recomendaciones antes mencionadas, en cada proyecto se estudiará cuales son los muebles sanitarios que convenga tengan ventilación individual, ya que depende del tipo de mueble y de su localización

**7.2 CALCULO DE LA INSTALACION**

Criterios de diseño.

El diseño de las redes de drenaje, así como la evaluación de los gastos sanitarios, se fundamenta en

1° Cuando en la edificación se contemplan poblaciones de proyecto de hasta de 1,000 habitantes, el diseño de las redes de drenaje, así como el cálculo de gastos se podrá realizar mediante el método de Unidades Mueble (UM) del cual se derivan las Unidades de Descarga (UD) por cada mueble o aparato sanitario. Se puede utilizar otro método, siempre y cuando se garantice que el funcionamiento hidráulico esté de acuerdo con los gastos proporcionados por los muebles sanitarios (con base en el artículo 154 del Reglamento de Construcciones del D F )

2° Cuando se contemplan poblaciones mayores de 1000 habitantes, el cálculo y el diseño se hará como está establecido por la CNA para las Redes de Alcantarillado Sanitario en poblaciones urbanas

#### Unidades de descarga (U.D.)

La valorización en unidades-mueble (U D ) de los diferentes muebles sanitarios se hará con base en las TABLAS 7.2 y 7.3

La selección de los Diámetros se hará de acuerdo con las TABLAS 7.4 y 7.5 que indican el máximo número de unidades-mueble que permite conectar a un ramal, bajada o línea principal

La ventilación se seleccionará con las TABLAS 7.6, 7.7 y 7.8

Las ventilaciones Individuales de muebles no serán menores de 32 milímetros ni menos de la mitad del diámetro del desague del mueble a que esté conectada

#### Columnas de Ventilación

Se proyectará una columna de ventilación, junto con la bajada de agua negras, siempre que se tengan muebles ventilados, ventilaciones de alivio o ramales de ventilación en dos o más niveles. Esta columna de ventilación deberá conectarse en la base de la bajada de aguas negras inmediatamente antes de que cambie la vertical a horizontal (figura 7.18). La parte superior de la columna se conectará a la bajada de aguas negras antes de salir a la azotea. La columna se dimensionará de acuerdo con la TABLA 7.6

Las ventilaciones de las bajadas de agua negras y las columnas de ventilación deberán prolongarse hasta 60 centímetros por arriba de la parte superior de puertas y ventanas del propio edificio o de edificios vecinos y cuando no se prolonguen, deberán estar cuando menos a 3 metros de distancia de ellas.

#### Ventilación de Desagues Horizontales

Cuando una ventilación se conecte a una línea horizontal de desague, deberá empezar arriba del eje de la tubería de desague, y subir verticalmente, o en un ángulo

no mayor de 45° con respecto a la vertical, hasta una altura no menor de 15 cm arriba del rebosadero del mueble que está ventilando, antes de cambiar a posición horizontal, se utiliza la TABLA 7.7

#### Ventilaciones de Alivio

Cuando las bajadas de aguas negras sean de más de 10 entrepisos, se deberá proyectar una ventilación de alivio a cada 10 entrepisos, empezando por el piso superior (figuras 7.15 y 7.16). El diámetro de esta ventilación de alivio será igual al de la columna de ventilación a la que se conecta. La conexión a la bajada se hará con una "Y" inmediatamente abajo del ramal horizontal del piso, y la conexión a la columna de ventilación se hará también con una "Y" a no menos de 90 centímetros arriba del nivel del piso, ver figura 7.16

Desviaciones, en Angulo Menor de 45° con respecto a la Horizontal, en Bajadas de cinco o más pisos.

Estas desviaciones deberán ventilarse de acuerdo con lo siguiente:

#### ♦ Ventilaciones separadas

Tales desviaciones pueden ventilarse como dos bajadas separadas, o sea, la porción de la bajada arriba de la desviación y la porción arriba de ella.

#### ♦ Ventilaciones de alivio

Estas desviaciones pueden ventilarse instalando una ventilación de alivio como continuación de la porción inferior de la bajada, o como una ventilación lateral conectada a la porción inferior entre la desviación y la conexión del piso inferior (figura 7.17). A la porción superior de la bajada se le considerará una columna de ventilación. El diámetro de las ventilaciones no será menor que el diámetro de la ventilación principal o de la bajadas, tomándose el menor diámetro

#### ♦ Cabezal de ventilación

Las ventilaciones de Bajadas y las columnas de ventilación pueden conectarse a un cabezal de ventilación común en la parte superior de las columnas y llevarse hasta el lugar en que ya sale a la azotea. Este cabezal deberá dimensionarse según lo indicado en las tablas 7.6 y 7.7. El número de unidades-mueble consideradas para cada tramo del cabezal será la suma de las unidades-muebles conectadas hasta el punto en cuestión, y la longitud que se debe tomar en cuenta será desde la base de la columna más lejana hasta el remate de cabezal

**7.3 PASOS PARA EL DISEÑO**

- 1 Localizar el drenaje municipal, en caso de que no exista drenaje, localizar el lugar donde se instalará el sistema individual de disposición de desechos líquidos.
2. Localizar el albañal dentro del predio, así como el sitio en que éste descargará
- 3 Localizar en el plano los muebles sanitarios
- 4 Localizar e indicar en planos (planta, elevación e isométrico), los ramales y las bajadas, indicando además las longitudes de cada uno y su conexión con el albañal
- 5 Localizar e indicar las ventilaciones.
6. Determinar las "unidades de drenaje" (U.D.) por cada mueble y las acumuladas en los ramales o sus tramos, utilizar TABLAS 7 2 y 7 3
- 7 Utilizando las tablas 7 4 y 7 5, determinar los diámetros de los ramales y sus pendientes, señalarlos en el plano  
Siempre hay que tomar en cuenta en primer lugar el diámetro de salida del mueble que se instalará, que generalmente es el que determina el diámetro del ramal (ver ejemplos al final), por eso es importante en cuartos de baño pequeños poner el WC (10 cm  $\phi$ ) al final, es decir lo mas cerca posible de la columna de bajada o el lugar donde descargará el ramal.
8. En las bajadas determinar las unidades de drenaje (U D ) acumuladas en cada piso y en su caso sumar las del los tramos que recibe, encontrar diámetros en tablas y señalarlos en el plano
9. Determinar el diámetro del tubo horizontal que recibe cada bajada
- 10 Utilizando las tablas 7 6 y 7 7 determinar los diámetros de las columnas de ventilación y de los cabezales
- 11 Determinar el diámetro del o los albañales utilizando la tabla 7 9
- 12 Determinar, en caso necesario, la ubicación, las dimensiones del cárcamo, así como los equipos de bombeo y su tubería de ventilación con la tabla 7 8

NOTA Una vez terminada la instalación se recomienda se realicen las pruebas a "tubo lleno" y "a columna llena", o se haga la prueba de aire a baja presión (no común en México) que se muestra en la figura 7 25

La tabla 7 1 es una propuesta de formato para el cálculo de la red, elaborada y utilizada por el autor, obteniéndose buenos resultados

**7.4 RECOMENDACIONES DE INSTALACION****Tubería de desagüe.**

En el interior de los edificios

Los desagües verticales de los muebles sanitarios y de las coladeras de piso, con diámetro hasta de 50 mm, serán de tubo de cobre tipo "M"

En coladeras de piso con desagüe de mayor de 50 mm de diámetro se usarán niples de fierro galvanizado

Las tuberías horizontales o verticales que forman la red de desagües serán de fierro fundido a partir de la conexión con el desagüe vertical de cada mueble, pueden ser con campana y espiga o de extremos lisos, del tipo de acoplamiento rápido por medio de coples de neopreno y abrazaderas de acero inoxidable con ajuste a base de tornillo sinfín de cabeza hexagonal

En el exterior de edificios

- En diámetros de 15 a 45 cm serán de concreto simple
- En diámetros de 61 cm o mayores serán de concreto reforzado
- En zonas de tránsito de vehículos donde por limitaciones de profundidad de descarga no se pueda dar el colchón mínimo de 80 centímetros, serán de acero o de algún otro material que resista las cargas de los vehículos previstos.
- Cuando por limitaciones de espacio un albañal de aguas residuales o combinadas pase a menos de 3 metros de las cisternas de agua potable, se pondrá tubería de acero soldable cédula 20, mínimo hasta donde se tenga la distancia de 3 metros, antes y después de la cisterna

**Tuberías de Ventilación.**

Edificios con un solo nivel

- Si las ventilaciones suben inmediatamente a la azotea, serán de cobre tipo "M"
- Si se resuelven por grupos de muebles con varias ventilaciones que se conecten en el plafond para después subir a la azotea, las ventilaciones serán de tubo de PVC con extremos para cementar, cambiándose a cobre tipo "M" el tramo que cruza la losa de azotea y sale al exterior.

Edificios con dos o más niveles

Las ventilaciones verticales de los muebles, los ramales horizontales que se localizan en plafond y las columnas de ventilación, serán de tubo de PVC para cementar, excepto el tramo de salida a la atmósfera, que cambiará de material según se indica a continuación

- En tuberías de 38 y 50 mm de diámetro se cambiará de PVC a cobre tipo "M" el tramo que cruza la losa de azotea, sobresaliendo 50 centímetros
- En tuberías mayores de 50 mm de diámetro, el cambio de material será a fierro fundido centrifugado, pudiéndose usar un tubo con una campana y 1.50 m de longitud, o un tubo con extremos lisos, de 1.58 m de longitud

Taponos Registros (figura 7.6)

Se pondrán taponos registro en las líneas de desagüe. En las líneas horizontales se proyectarán con una separación máxima de 10 metros y los taponos estarán en el piso evitando, dentro de lo posible, ponerlos en los pasillos. En las tuberías de bajada se pondrán a cada 3 pisos. Los taponos para las tuberías de 50 mm de diámetro serán de 50 mm de diámetro, y para las tuberías de 100 mm de diámetro o mayores serán de 100 mm de diámetro

## 7.5 ALBAÑALES

Los gastos se calcularán tomando en cuenta las unidades de desagüe conectadas al tramo y la TABLA de Gastos en función de las unidades-mueble

Tendrán un diámetro mínimo de 15 cm, de acuerdo al Reglamento de Construcciones del D.F. El tirante de diseño será hasta la mitad del diámetro.

Para el cálculo de la velocidad de flujo use la fórmula de Manning

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

en la que

V= velocidad media de escurrimiento, en metros/seg

n= coeficiente de rugosidad y que para tubos de concreto considérese igual a 0.013.

R= radio hidráulico, en metros

S= pendiente geométrica o hidráulica del tubo, expresada en forma decimal

Con objeto de tener excavaciones mínimas, las pendientes de las tuberías deben ser tan semejantes como sea posible a las del terreno, pero siempre teniendo en cuenta

♦ Pendiente mínima

Para aguas claras será la que produzca una velocidad de 0.3 m/seg a tubo lleno y para aguas negras la que produzca una velocidad de 0.6 m/seg a tubo lleno. En casos especiales, la pendiente mínima para aguas negras (residuales) será la misma que para aguas claras

♦ Pendiente máxima

Será aquella que produzca una velocidad de 3.0 m/seg con el gasto máximo probable

El colchón mínimo sobre el lomo del tubo será de 40 cm en los lugares en que no se tenga tránsito de vehículos y de 80 cm en los que sí exista tránsito de vehículos

Los cambios de dirección, cambios de diámetro y cambios de pendiente se harán por medio de una transición en registros o en su caso, en pozos de visita, indicándose en ellos los niveles de plantilla, tanto de llegada como de salida

Cambios de Diámetro (figura 7.8)

Las conexiones de dos diámetros diferentes se harán instalando al mismo nivel las "claves" de los tubos por unir en el registro o pozo. En los casos en que se disponga de un desnivel topográfico pequeño, se podrán efectuar las conexiones de las tuberías haciendo coincidir los ejes o las plantillas de los tramos de diámetros diferentes

Cambios de dirección

Si el diámetro es de 61 cm o menos, los cambios de dirección podrán hacerse en un registro o pozo de visita. Si el diámetro es mayor de 61 cm, se emplearán tantos pozos como ángulos de 45° o fracción sean necesarios

Cambios de pendiente

Cualquier cambio de pendiente en los tubos se hará en registros o pozos de visita

Registros

Cada salida de agua claras o negras del edificio deberá desfogar en un registro cuyas dimensiones mínimas serán las siguientes

- ♦ Para profundidades hasta de un metro: 40 X 60 cm
- ♦ Para profundidades de 1.0 a 1.5 m: 50 X 70 cm
- ♦ Para profundidades de 1.5 a 1.8 m: 60 X 80 cm

En todos los casos las dimensiones mínimas de la tapa serán de 40 X 60 cm.

La separación máxima de los registros estará de acuerdo con el diámetro del tubo de acuerdo a lo siguiente

DIÁMETRO DEL TUBO (cm)	SEPARACIÓN MÁXIMA (m)
15	10
20	20
25	30
30	40

La profundidad máxima de los registros será de 1.80 metros. A partir de la profundidad de 1.80 m y todavía se tengan registros por conectar, se proyectará una red paralela y secundaria para evitar registros con mayor profundidad

**Pozos de Visita**

En las líneas principales se proyectarán pozos de visita circulares, con brocal de 60 cm de diámetro y 1.20 m de diámetro al nivel del lomo del lomo del tubo de mayor diámetro y la separación máxima será la indicada anteriormente

**Pozo con Caída**

Se proyectarán pozos con caída, cuando por razones topográficas sea necesario bajar la plantilla o cuando sea necesario disminuir la pendiente de algún tramo para que la velocidad de flujo no exceda de la máxima permisible

**7.6 VELOCIDAD DE CAIDA EN DESAGÜES VERTICALES**

En el caso de las edificaciones altas, se llegó a tener una creencia errónea con relación al comportamiento del agua en las tuberías verticales de bajadas, se llegó a considerar que el líquido (y los sólidos en su arrastre) adquirirían grandes velocidades y causarían serios daños al codo inferior de la bajada por impacto.

El concepto que generó tal error fue que se creía que el líquido bajaba por el tubo como una masa uniforme (émbolo hidráulico) y no como baja en la realidad, adherido a las paredes del tubo, formando una "dona" (figura 7.1)

En general el gasto Q (m³/s) se obtiene multiplicando la velocidad (v) del líquido en m/s por el área A (m²) de paso del fluido, o sea Q = V A. Además hay que recordar que el radio hidráulico R (en metros) es el cociente de dividir el área de paso A entre el perímetro de contacto del líquido con el conducto, y si se considera un tubo vertical en el que el agua baja adherida a la circunferencia del tubo, resulta que el radio hidráulico es R= A/D; pero como Q= VA, entonces A= Q/V, de lo que resulta R= Q/DV

Ahora bien, la pendiente hidráulica (s) de un tubo resulta de dividir la pérdida de carga, entre la longitud del tubo, y si éste es vertical, la pérdida de carga es la distancia descendida por el líquido, y ésta es igual a la longitud del tubo, por lo que S= 1.

Al aplicar la fórmula de Manning en los desagües

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

Se tiene con:

$$S=1, R=Q/Dv \text{ y } n= 0.010$$

$$V = (1/0.010)(Q^{2/3}/D^{2/3}v^{2/3}) \text{ (m/s)}$$

De donde resulta que:

$$v^{5/3} = 100 (Q^{2/3}/D^{2/3})$$

y entonces:

$$v = 100^{3/5} (Q^{2/5}/D^{2/5})$$

ó sea

$$v = 10(Q/D)^{0.4} \text{ m/s}$$

y si el gasto se da en litros por segundo a la vez el diámetro en milímetros, por que tanto Q como D estarán expresadas por números 100 veces mayores que si el gasto estuviera en m³/s y el diámetro en metros

Si se toma como ejemplo un tubo vertical de 100 mm de diámetro y con un gasto de 6.662 L/s que es lo que da a la cuarta parte de lleno, se tiene

$$v = 10 (6.662/100)^{0.4} = 3.38 \text{ m/s aproximadamente}$$

Este resultado es muy aproximado al calculado directamente para tubo de 100 mm lleno a la cuarta parte

En el caso de una bajada de 150 mm de diámetro, la velocidad final de caída cuando conduzca un gasto de 19 L/s, será

$$v = 10 (19/150)^{0.4} = 4.38 \text{ m/s}$$

Que es la velocidad a la que el rozamiento del agua con el tubo es igual a la carga debida a la altura

### 7.7 ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES POR BOMBEO

Cuando los albañales de un edificio están mas abajo que las tuberías del servicio publico de alcantarillado, por lo que no pueden descargar por gravedad, hay necesidad de utilizar cárcamos con bombas especiales o eyectores para aguas negras o residuales, para desalojarlas (figuras 7 26 y 7 27)

Los cárcamos de aguas residuales deben calcularse en tal forma que nunca mantengan por más de 24 horas el liquido con materia orgánica, ya que después de este tiempo, se presenta la descomposición anaerobia del producto  
Los cárcamos de aguas pluviales normalmente son de capacidad muy grande por lo que resultan antieconómicos, ya que hay que almacenar no menos de 50 L por cada m<sup>2</sup> de área del predio y edificio que servirá de captación

Las equipos de bombeo (impulsor y rotor), pueden ser

- De cárcamo húmedo - Cuando los impulsores de la bomba se encuentran dentro del cárcamo teniendo los motores fuera de él (figura 7 27)
- Bombas sumergibles - Cuando tanto la bomba como el motor se encuentran dentro del liquido
- De cárcamo seco - Cuando las bombas se encuentran fuera del carcamo
- Eyector neumático (por aire comprimido) Cuando no hay contacto con agua (figura 7 26)

En todos los casos (excepto eyector), el diámetro mínimo de los impulsores debe ser de 75 mm (paso de esfera de 3")

Siempre se ponen como mínimo dos bombas por cárcamo, para evitar que la falla de una pueda suspender el servicio del edificio, cada una tendrá la capacidad total y se alternarán en su uso, se recomienda que la alternancia sea cada 15 días

Características del cárcamo

Se recomienda que el volumen útil sea como mínimo igual a la aportación que se tenga durante 5 minutos, considerando el gasto máximo de los muebles y artefactos sanitarios que desfoguen en el cárcamo Para facilidad en los trabajos de mantenimiento el cárcamo debe tener una sección mínima de 1 0 X 1 5 metros

La profundidad total será igual a la profundidad de la parte inferior del tubo de llegada de las aguas residuales, o 60 centímetros como mínimo, más el tirante del volumen útil, más 30 centímetros correspondientes a la sumergencia del impulsor (para evitar vacíos), más 30 centímetros de bordo libre

Equipo de Bombeo

- ♦ Gasto de bombeo  
Será igual al máximo que aporten los muebles y equipos que desfoguen en el cárcamo
- ♦ Carga total (altura total de bombeo)  
La carga total de bombeo será la suma de la carga estática, la carga de fricción y la carga de velocidad, o sea.

$$H = h_e + h_f + h_v$$

en la que

H = Carga total, en metros

$h_e$  = Carga estática Desnivel, en metros, entre el fondo del cárcamo y la parte superior de la tapa del registro o pozo de desfogue

$h_f$  = Pérdida de carga por fricción en la tubería de acero, conexiones y válvulas, multiplicando el valor de la pérdida calculada por 1 15 tomando en cuenta que son aguas residuales

$h_v$  = Carga de velocidad. Considérese de 0 3 metros

Ventilación del cárcamo

Las operaciones para automatizar el funcionamiento de las bombas se hace por medio de flotadores eléctricos a prueba de explosión, puesto que los gases (metano) pueden formarse y acumularse dentro del cárcamo Los cárcamos por lo tanto, deben tener un tubo de ventilación que permita la salida de dichos gases, lo ideal es que su ventilación sea al exterior, independientemente de otras ventilaciones

En caso de cárcamos ubicados en sótano, en que no sea práctico llevar la ventilación al exterior, ésta podrá conectarse al sistema de ventilación de la red sanitaria. En cualquier caso el diámetro de la tubería de ventilación depende del gasto de bombeo y de la longitud de ella, se determinará de acuerdo con la TABLA 7 8

### 7.8 TRAMPAS DE ARENA, ACEITE, GASOLINA Y GRASAS

Trampas de arena, aceites y gasolina

La presencia de gasolina y otros combustibles han causado explosiones en las tuberías del alcantarillado municipal, las arenas azolvan el drenaje disminuyendo su capacidad.

El Reglamento de Construcciones del D.F., establece que todo taller mecánico, estacionamiento, garaje y gasolinera, debe contar con trampas para las grasas y arenas que escurren en el piso o que son arrastrados al ser lavados y deben interceptarse antes de que penetren al desague o al alcantarillado. lo anterior se puede solucionar, según sea el caso, con trampas de arena, aceites y grasas que pueden construirse separadas o conjuntas

Se retienen las arenas y lodos que van al fondo el aceite flota y la gasolina flotante se evapora en la superficie por lo que es conveniente que la trampa para aceites y gasolina cuente con tuberías de ventilación que permitan la salida de los vapores, los lodos y arenas permanecen para ser eliminados mediante limpieza de las trampas. Cierta cantidad de gasolina y aceite no tiene tiempo suficiente para separarse en una sola cámara, por lo que en ocasiones es conveniente construir las trampas con dos o tres cámaras, en lugar de sólo una

Un ejemplo de solución se presenta en la figura 7.3

**Trampas de grasas para casas y edificios habitacionales**

Los fregaderos de cocina en casas habitación y en edificios de departamentos, descargarán por medio de sifón de obturación hidráulico provisto en su parte baja de un registro para poder realizar la limpieza. Cuando estas edificaciones tienen más de 10 habitantes, las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones del D.F. establece que se deben construir trampas de grasas, las que pueden construirse como se indica en la figura 7.4 con sus dimensiones recomendables

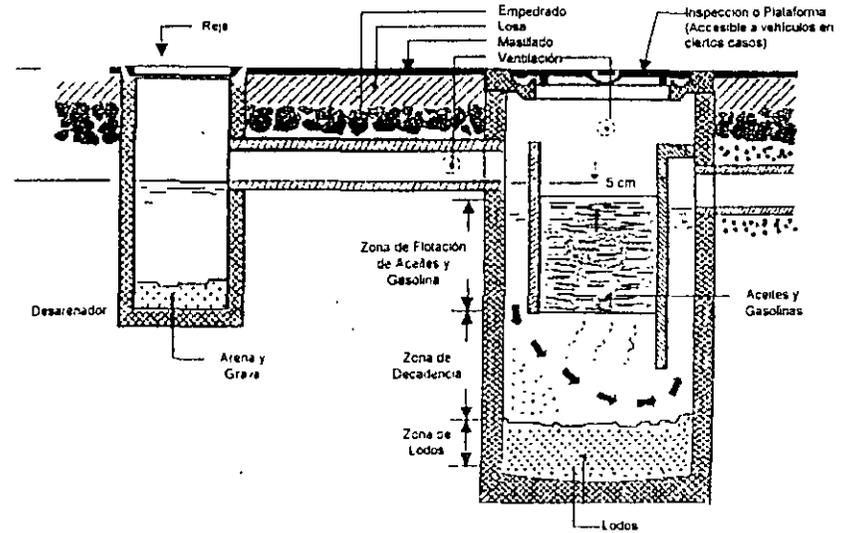


Figura 7.3 Desarenador, trampas de aceites y gasolinas para estacionamientos, servicios de lubricado y talleres mecánicos

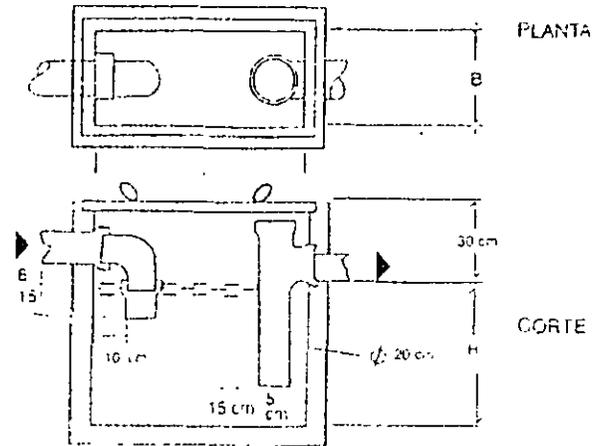


Figura 7.4 Trampa de grasas para inmuebles destinados a la habitación

Dimensiones recomendables para trampa de grasas\*

Población Servida	Volumen Líquido (litros)	B cm	L cm.	H cm
10 - 20	200	40	80	70
20 - 30	300	40	80	70
30 - 40	400	50	95	90
40 - 50	500	55	105	90
50 - 75	750	60	120	100
75 - 100	1000	70	140	100
100 - 125	1250	80	160	100
125 - 150	1500	90	180	100
150 - 200	2000	100	200	110
200 - 250	2500	140	280	120
250 - 300	3000	160	320	120

\* Normas Técnicas Complementarias del R C D F.

**Trampa o caja interceptora de grasa para cocinas que dan servicio colectivo.**

Los fregaderos de cocinas de restaurantes y comedores de servicio público y privado, además del sifón con obturación hidráulica, propio del mueble, la tubería de descarga debe conectarse directamente a una caja de recolección de grasas, conocida como trampa o caja interceptora de grasas. Ejemplo de una correcta instalación se presenta en la figura 7.5

Cuando la grasa esta caliente o contenida en agua caliente se presenta en forma de emulsión, el problema principal se presenta cuando esta emulsión se enfría al pasar al desagüe, la grasa se adhiere a las paredes interiores de la tubería, disminuyendo cada vez más su diámetro y a través del tiempo puede construirla totalmente. El principio de operación de la trampa de grasas consiste en enfiarla al ser retenida en un depósito con un mayor volumen de agua más fría, de modo que la grasa se solidifique y flote en la superficie. Para un buen funcionamiento de esta trampa es necesario, como parte de la limpieza normal de la cocina coleccionar la grasa constantemente, se recomienda establecer un programa con intervalos de tiempo adecuados para realizar la limpieza.

La trampa de grasas debe conectarse en el desagüe de los fregaderos, lavadoras de trastos, coladeras de zonas de marmitas y otros muebles con drenaje grasoso

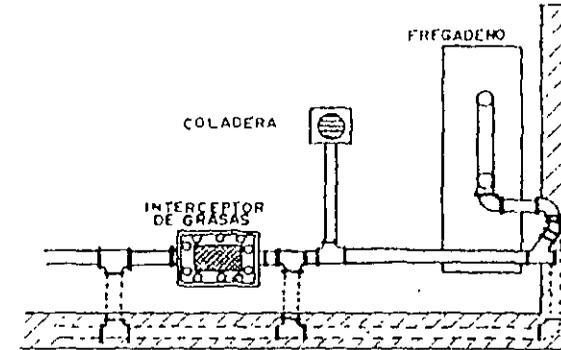


Figura 7.5 Ubicación de la trampa de grasas de cocina

**7.9 MATERIAL PARA TUBERÍAS Y SELECCIÓN DE BOMBAS**

**Cobre.** (Tubería tipo DWV) Es un excelente material y se utiliza para trabajos de alta calidad. Los tubos que se emplean en instalaciones domésticas son de diámetro pequeño, semirígidos y se venden en tramos de 6 metros de longitud. Las tuberías pueden unirse por medio de soldadura de aleación de plata, soldadura de bronce, soldadura capilar o con juntas de compresión.

**Plomo.** Se utiliza para tuberías secundarias, tiene la ventaja de ser flexible, especialmente en espacios restringidos para ductos. Los tubos hasta 50 mm se compran en serpiente y los de más de 50 mm, en tramos hasta de 3.7 m. Las tuberías pueden unirse por medio de juntas superpuestas o soldadura de plomo.

**Cloruro de Polivinilo.** Con este material se producen tubos livianos, fáciles de manejar, de superficie interna lisa y muy resistente a la corrosión. Los tubos se expanden mucho cuando se calientan, por lo que es necesario que tengan espacio para su movimiento. Se obtienen en tramos rectos de 10 m y se unen por medio de un manguito de caucho o cemento disolvente.

**Hierro Fundido.** Es más resistente al daño mecánico que otros materiales, aunque es muy pesado y difícil de manejar. Las tuberías requieren protección contra la corrosión por medio de un revestimiento de brea, que se aplica a la superficie interna y externa. Es posible obtener tubería en tramos de 5.5 m que pueden unirse por medio de manguitos o anillos de caucho, juntas calafateadas con plomo o plomo y un compuesto especial.

**Acero Galvanizado.** Es extremadamente fuerte y resistente al daño mecánico. Es mucho más liviano y fácil de manejar que el hierro fundido. Los tubos de grandes diámetros pueden unirse por medio de una junta calafateada de vástago y casquillo y los diámetros pequeños por medio de juntas roscadas.

**Estireno-Butadieno-Acrilonitrilo (ABS) y de Propileno.** Tiene características semejantes a las fabricadas con PVC aunque se pueden usar para la descarga de agua a altas temperaturas. El ABS se une por medio de juntas tóricas de caucho o cemento disolvente. El propileno también se une con juntas tóricas de caucho, pero no puede unirse con cemento disolvente, asimismo, es posible usar juntas soldadas por fusión.

**SELECCIÓN DE BOMBAS**

La información básica requerida para la selección de la capacidad de las bombas para aguas negras incluye en número y tipo de muebles sanitarios y su facilidad de servicio. La elevación o altura del punto de descarga y las pérdidas por fricción (hf) en la tubería, válvulas y conexiones, determinan la altura manométrica de bombeo.

El volumen del cárcamo de bombeo se calcula de acuerdo con la capacidad de las bombas y se recomienda como mínimo una relación de 5 a 1, es decir el volumen útil del almacenamiento sea igual a 5 minutos de funcionamiento (300seg) a la capacidad de diseño de la bomba.

De acuerdo a los reglamentos existentes, se recomienda instalar un equipo duplex de bombeo cuando el cárcamo sirva para más de 6 W C.

Cada una de las bombas del sistema duplex será de suficiente capacidad para manejar el 100% de gasto. Esto es una medida de seguridad, para en caso de falla de una de las bombas, esta no suspenda el funcionamiento del edificio.

Las bombas se calcularán tomando en consideración que la densidad del agua residual es mayor que las de las aguas claras, en general se puede tomar el valor de

$$1.25 \text{ como factor para calcular los HP, es decir } HP = 1.25 \frac{QH}{75H}$$

Cálculo rápido de bombas y cárcamo

La siguiente tabla es útil para un cálculo rápido de la capacidad de las bombas y del volumen del cárcamo.

MÁXIMO N° DE W.C.	GASTO L/S
1 o 2	4.73
3 o 4	6.30
5 o 6	7.88
7 o 10	9.46
11 o 14	12.61
15 o 20	15.77
21 o 25	18.92
26 o 30	22.08

NOTA: En esta tabla está incluida una asignación de 4 muebles de otra clase (lavabos, vertederos, urinarios, etc.) por cada w.c., cuando el número de muebles excede esta asignación, se agregará a la capacidad de la bomba un gasto de 0.20 l/seg (3 g.p.m.) por cada mueble en exceso.

**EJEMPLO**

No de muebles	Gasto
5 W.C.	7.88 l/seg.

No de muebles adicionados = 25

Deduciendo el No de muebles que pueden ser manejados por la bomba (4 veces el número de W.C.) =  $5 \times 4 = 20$

- Muebles en exceso =  $25 - 20 = 5$
- Gasto por mueble adicional =  $0.20 \text{ l/seg}$
- Gasto adicional =  $5 \times 0.20 = 1.00 \text{ l/seg}$
- Capacidad de la bomba =  $7.88 + 1.00 = 8.88 \text{ l/seg}$
- Capacidad del cárcamo =  $300 \text{ seg} \times 8.88 \text{ l/seg} = 2,664 \text{ lts}$
- Volumen útil mínimo del cárcamo =  $2.70 \text{ m}^3$

El volumen real para construcción, se calculará considerando la altura disponible para los sedimentos y el bordo libre, datos que se sumarán a la altura del líquido, que resulta de dividir el volumen calculado entre la superficie del cárcamo a construir, o en su caso fijándose la altura del líquido.



2 BAÑO TIPO SIN VENTILACIÓN

Datos

Aparatos de uso privado	Diámetro de salida [mm]	U D
Lavabo	38	1
Regadera	51	2
Inodoro	100	4

Croquis

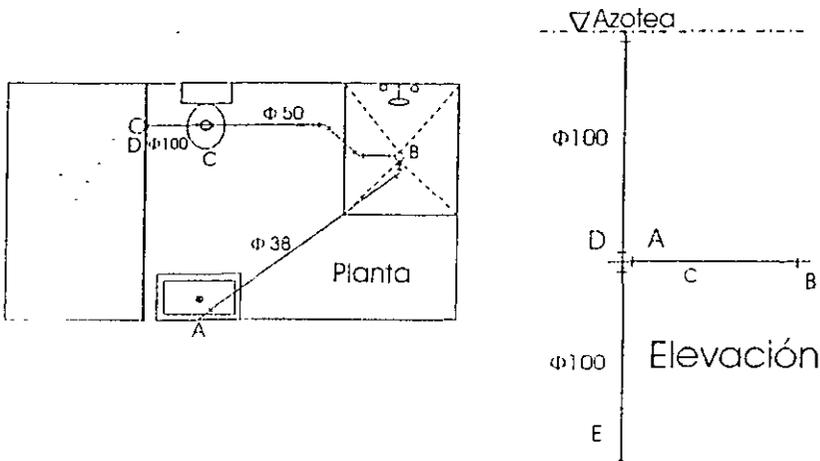


Tabla para calculo de alcantarillado sanitario ejemplo 4

Tramo	Mueble	Cant	U D	Σ U D	Drenaje		Ventilación	
					Ramal	Bajada	Columna	Anillo
A - B	Lavabo	1	1	1	2	38	φ	φ
B - C	Regadera	1	2	3	2	50		
C - D	WC	1	4	7	1	100		
D - E				7		100		

3 BAÑO TIPO CON DOBLE VENTILACIÓN

Datos

Aparatos de uso privado	Diámetro de salida [mm]	U D
Lavabo	38	1
Regadera	51	2
Inodoro	100	4

Croquis

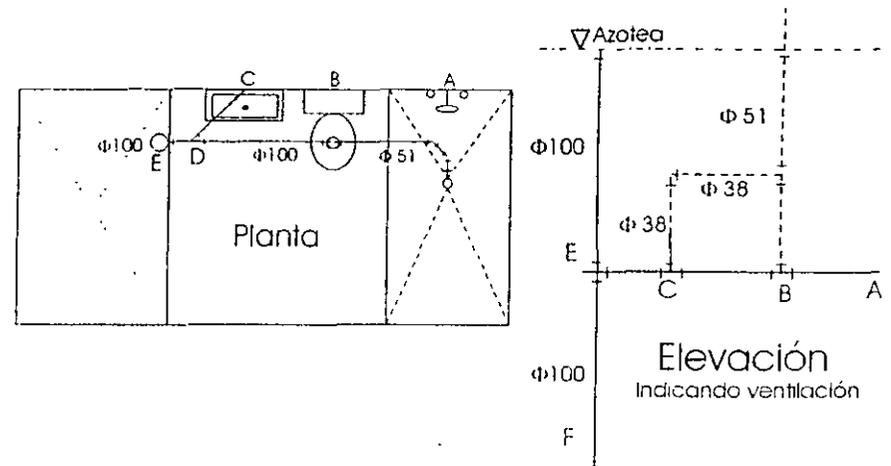


Tabla para calculo de alcantarillado sanitario ejemplo 3

Tramo	Mueble	Cant	U D	Σ U D	Drenaje		Ventilación	
					Ramal	Bajada	Columna	Anillo
A - B	Regadera	1	2	2	2	51	φ	φ
B - C	WC	1	4	6	1	100		51
C - D	Lavabo	1	1	1	2	38		38
D - E		3	7	7	1	100		
E - F				7		100		

4 BAÑO EN OFICINAS EDIFICIO CON CUATRO PISOS

Datos

Aparatos de uso publico	Diámetro de salida (mm)	U D
Tarja	38	3
Lavabo	38	2
Coladera piso	50	1
Mingitorio	50	4
V/C Caja	100	6

Croquis

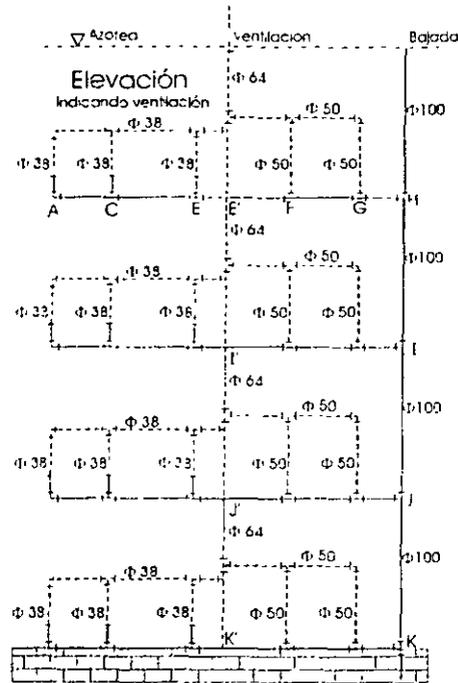
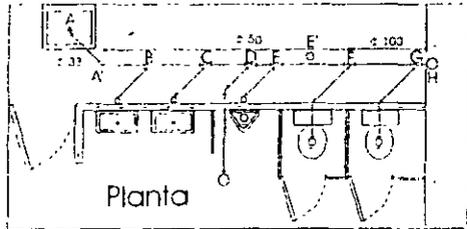


Tabla para calculo de alcantarillado sanitario ejemplo 4

Tramo	Mueble	Cant	U D	Σ U D	Drenaje		Ventilación		
					Ranala % φ	Bajada φ	Columna φ	Anillo φ	
A - B	Tarja	1	3	3	2	38	φ	38	38
B - D	Lavabo	2	2	7	2	50		38	
D - E	Coladera	1	1	8	2	50			
D - E	Mingitorio	4	4	12	2	50		50	50
E - F	WC Caja	2	6	24	1	100		50	50
F - H				24			100		
H - I				48			100		
I - J				72			100		
J - K				96				64	
E' - M				72				64	
I' - J'				48				64	
J' - K'				24				64	

TABLA 7.2 EQUIVALENCIAS DE UNIDADES DESCARGA (U.D.)

MUEBLE	UNIDADES DESCARGA
♦ AREAS GENERALES	
Artesa	2
cocineta de cale	1
coladera de piso (casa de maquinas)	2
destilador de agua	1
Escudilla de laboratorio	1
Vertedero de laboratorio	2
Fregadero de cocina de piso	2
Grupos de baño con inodoro (W-L-R)	5
Grupo de baño sin inodoro (L-R)	2
Inodoros	5
Lavabos	1
Lavabo de cirujano sencillo	2
Lavabo de cirujano doble	4
Lavadora de guantes	3
Lavadora ultrasónica	3
Lavador esterilizador de cómodos	5
Mesa de autopsias	4
Mingitorio con fluxometro	3
Mingitorio con llava de resorte	2
Regaderas	2
Tanque de revelado manual	2
Tanque de revelado automático	4
Toilets	5
Unidad dental	1
Vertederos (todos los tipos)	2
♦ COCINA GENERAL (DIETOLOGIA)	
Baño maría o mesa caliente	1
Cafetera	1
Cocedor de verduras	1
Fabricador de hielo	1
fregadero (por mezcladora)	3
fuelle de agua	1
Lavadora de loza	10
Marmitas	2
Mesa fría	1
Pelapapas	1
Triturador de desperdicios	4
♦ FISIATRIA	
Tanque de remolino	5
Tina de Hubbard (7 O L P S continuas)	
♦ LAVANDERIAS (POR KG DE ROPA SECA)	
Lavadora horizontal	2.2
Lavadora extractora	4.4

FUENTE INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL NORMA IMSS 1993

TABLA 7.3 UNIDADES MUEBLE DE DESAGUE (U D)

MUEBLE	UD	DIAMETRO EN mm
Bebedero	0.5	25
Bidet	3	38
Coladera de piso	1	50
WC con tanque	4	100
WC con fluxómetro	8	100
fregadero doméstico	2	38
fregadero doméstico con triturador o lavadero	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 (Peluquería de belleza)	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 domesticos	2	38
Mingitorio pedestal (fluxometro)	6	75
Mingitorio pared (fluxómetro)	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

FUENTE: NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS (RCDI)

TABLA 7.4 CAPACIDAD MAXIMA EN U.D. PARA ALBAÑALES Y RAMALES CON DIVERSAS PENDIENTES

DIAMETRO (mm)	PENDIENTE			
	0.5 %	1 %	2 %	4 %
32	=====	=====	1	1
38	=====	=====	3	3
50	=====	7	21	26
64	=====	17	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 MAS DE DOS INODOROS

TABLA 7.5 CAPACIDAD MAXIMA EN U.D. PARA COLUMNAS

DIAMETRO (mm)	CUALQUIER RAMAL HORIZONTAL	BAJADA DE TRES PISOS O MENOS	MAS DE TRES PISOS	
			TOTAL EN LA BAJADA	TOTAL EN EL PISO
32	1	2	2	1
38	3	4	6	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

\* NO MAS DE DOS INODOROS

\*\* NO MAS DE SEIS INODOROS

TABLA 7.6 LONGITUD MAXIMA DE COLUMNAS DE VENTILACION EN METROS

DIAMETRO DE LA BAJADA (mm)	U.D.	DIAMETROS DE LA VENTILACION REQUERIDA																		
		32	38	50	64	75	100	125	150	200										
32	2	9																		
38	8	15	46																	
38	10	9	30																	
50	12	9	23	61																
50	20	8	15	45																
64	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 POSICION HORIZONTAL

TABLA 7.7 LONGITUDES Y DIÁMETROS DE CIRCUITOS Y ANILLOS DE VENTILACIÓN

DIAMETRO TUBERIA DE DESAGUE		UNIDADES DESCARGA (MÁXIMO)	DIAMETRO DE LA VENTILACION DEL CIRCUITO DEL ANILLO					
cm	pulg		1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"
			MÁXIMA LONGITUD HORIZONTAL (m)					
3.8	1 1/2	10	6.10					
5.0	2	12	4.55	12.20				
5.0	2	20	3.05	9.15				
7.5	3	10		6.10	12.20	30.50		
7.5	3	30			12.20	30.50		
7.5	3	60			4.85	24.50		
10.0	4	100			6.10	15.80	61.00	
10.0	4	200			5.50	15.80	55.00	
10.0	4	500			4.52	11.00	42.50	
12.5	5	200				4.90	21.50	61.00
12.5	5	1100				3.00	12.20	42.50

TABLA 7.8 DIAMETROS Y LONGITUD DE LAS VENTILACIONES DE CARCAMOS DE BOMBEO

GASTO BOMBEO l.p.s	DIAMETRO DE LA VENTILACION (mm)					
	32	38	50	64	75	100
	LONGITUD DE LA VENTILACION (m)					
0.63	+	+	+	+	+	+
1.26	55	+	+	+	+	+
2.52	14	32	+	+	+	+
3.79	6	15	55	+	+	+
5.05	3	8	30	77	+	+
6.31	2	5	20	51	+	+
9.46	N	2	9	22	75	+
12.62	N	N	4	12	43	+
15.78	N	N	2	7	27	+
18.93	N	N	2	5	18	77
25.24	N	N	N	2	9	43
31.55	N	N	N	N	5	26

(+) LONGITUD ILIMITADA EN REALIDAD, MAS DE 100 METROS  
(N) NO PERMITIDO

FUENTE INSTITUTO MEXICANO DEL SÉGURO SOCIAL NORMA IMSS 1993

CAPITULO 7

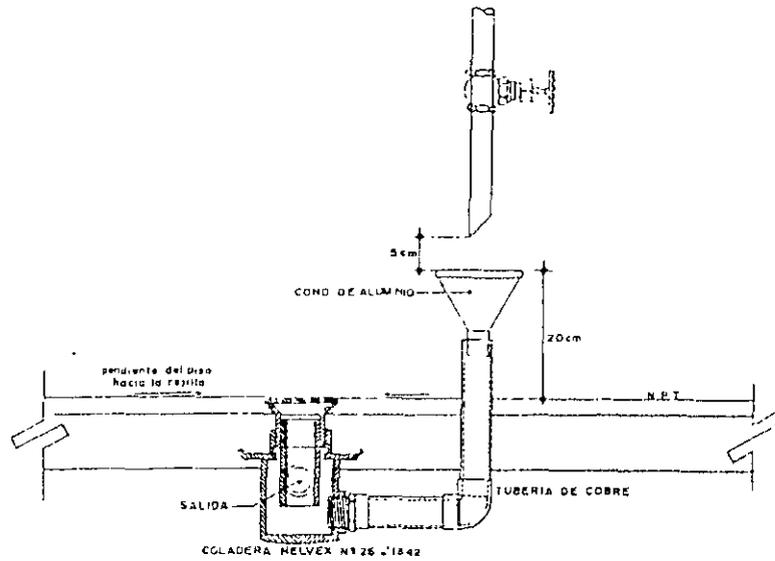
INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

TABLA 7.9 CAPACIDAD DE TUBERIAS DE CEMENTO, PARA ALBAÑALES, TRABAJANDO A TUBO LLENO (N=0.016)

DIAMETRO	PENDIENTES EN %											
	1		1.5		2		5		10			
	PULG	CM	V	LPS	V	LPS	V	LPS	V	LPS		
6	15	0.85	0.98	1.11	1.34	1.56	1.84	2.04	2.22	2.39		
8	20	0.98	1.11	1.34	1.56	1.84	2.04	2.22	2.39	2.55		
10	25	1.11	1.34	1.56	1.84	2.04	2.22	2.39	2.55	2.71		
12	30	1.34	1.56	1.84	2.04	2.22	2.39	2.55	2.71	2.87		
15	40	1.56	1.84	2.04	2.22	2.39	2.55	2.71	2.87	3.03		
20	50	2.04	2.22	2.39	2.55	2.71	2.87	3.03	3.19	3.35		
30	75	2.55	2.71	2.87	3.03	3.19	3.35	3.51	3.67	3.83		



Figura 7 7 DESAGUE INDIRECTO



FUENTE INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL NORMA IMSS 1993

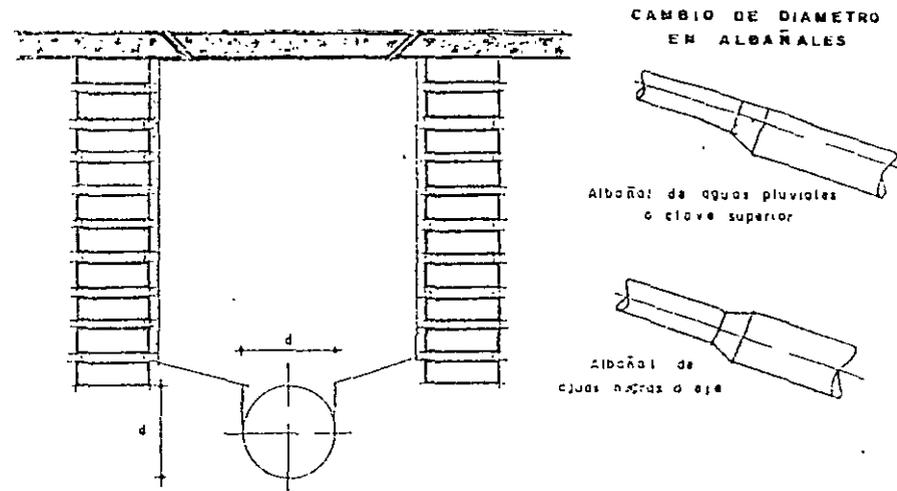


Figura 7 8 REGISTRO DE ALBAÑAL

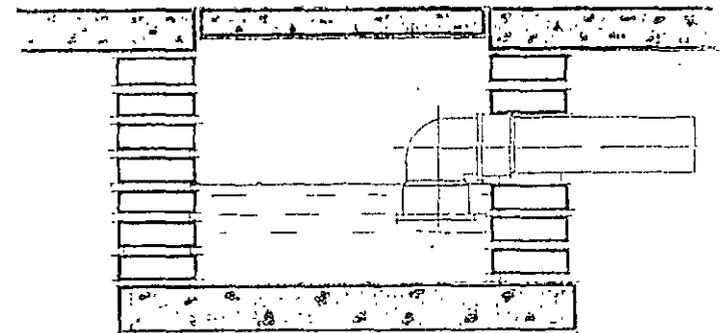
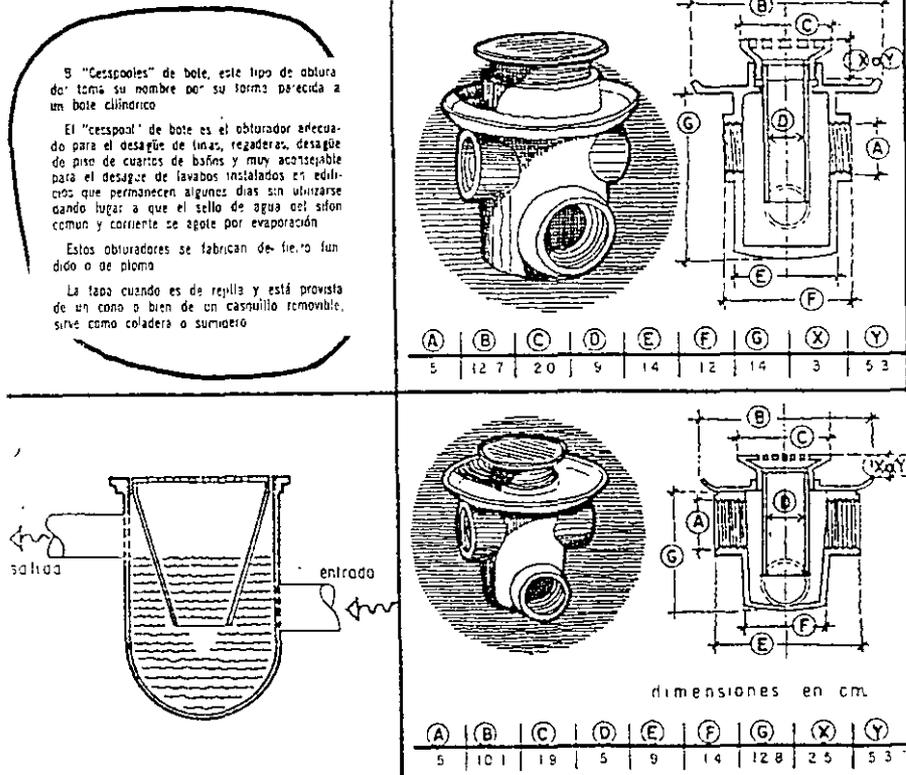


Figura 7 9 OBTURACION HIDRAULICA EN REGISTRO



Figura 7.12 CESSPOOL DE BOTE

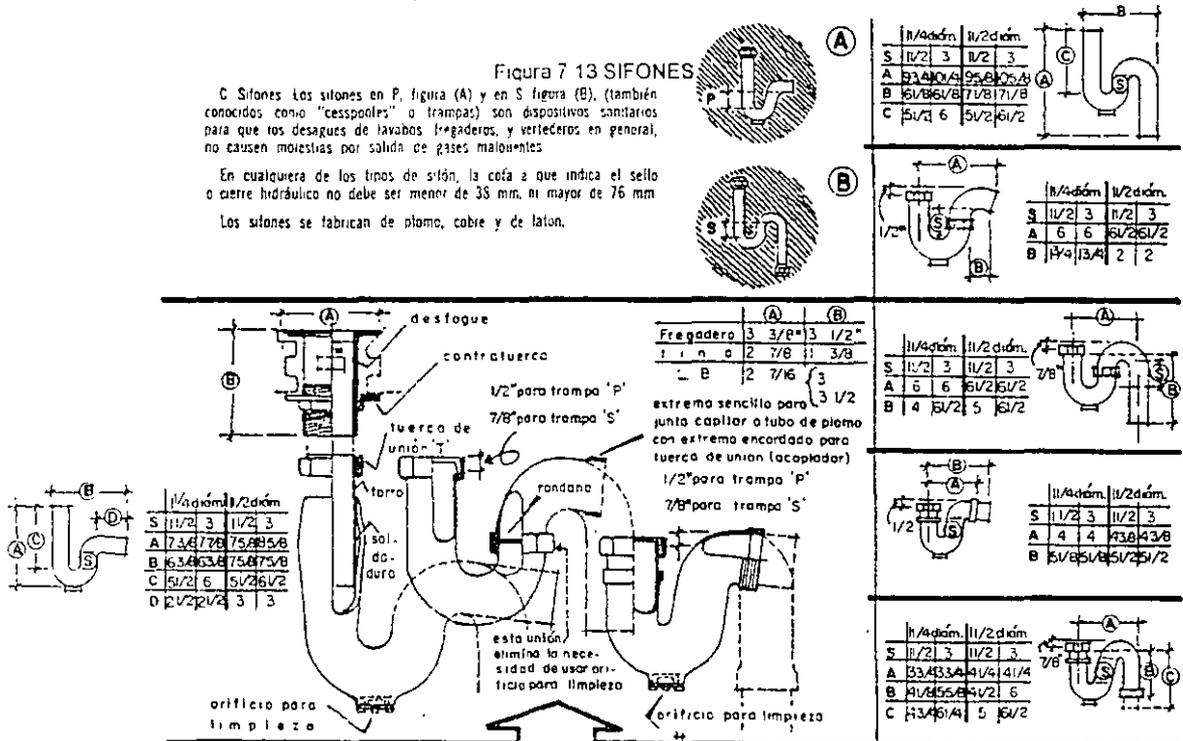


144

Figura 7.13 SIFONES

C Sifones Los sifones en P, figura (A) y en S figura (B), (también conocidos como "cesspools" o trampas) son dispositivos sanitarios para que los desagües de lavabos, fregaderos, y vertederos en general, no causen molestias por salida de gases malolientes.

En cualquiera de los tipos de sifón, la cota a que indica el sello o cierre hidráulico no debe ser menor de 35 mm, ni mayor de 76 mm. Los sifones se fabrican de plomo, cobre y de latón.



Detalles del armado de trampa y desfogue que muestran desfogues normales y (izquierda) una trampa de plomo con junta de espigón soldada al torro (centro) una trampa de cobre laminado y (derecha) una trampa de latón fundido. Las "alturas al cuello" dadas para trampas de cobre y latón son máximas y aplicables a unidades de 1 1/2", 1 1/4" y 2" de diámetro y sellos de 1 1/2" y 2".

Dimensiones principales de trampas normales. Arriba: Trampas de plomo laminado. Centro: Trampas de cobre laminado. Estas pueden llevar una junta desmontable en lugar del orificio para limpieza. Abajo: Trampas de latón fundido. Las dimensiones también incluyen trampas con extremos posteriores añadidos, mostrados en línea intermitente.

Figura 7 14 PERDIDA DE SELLO DE AGUA EN SIFONES

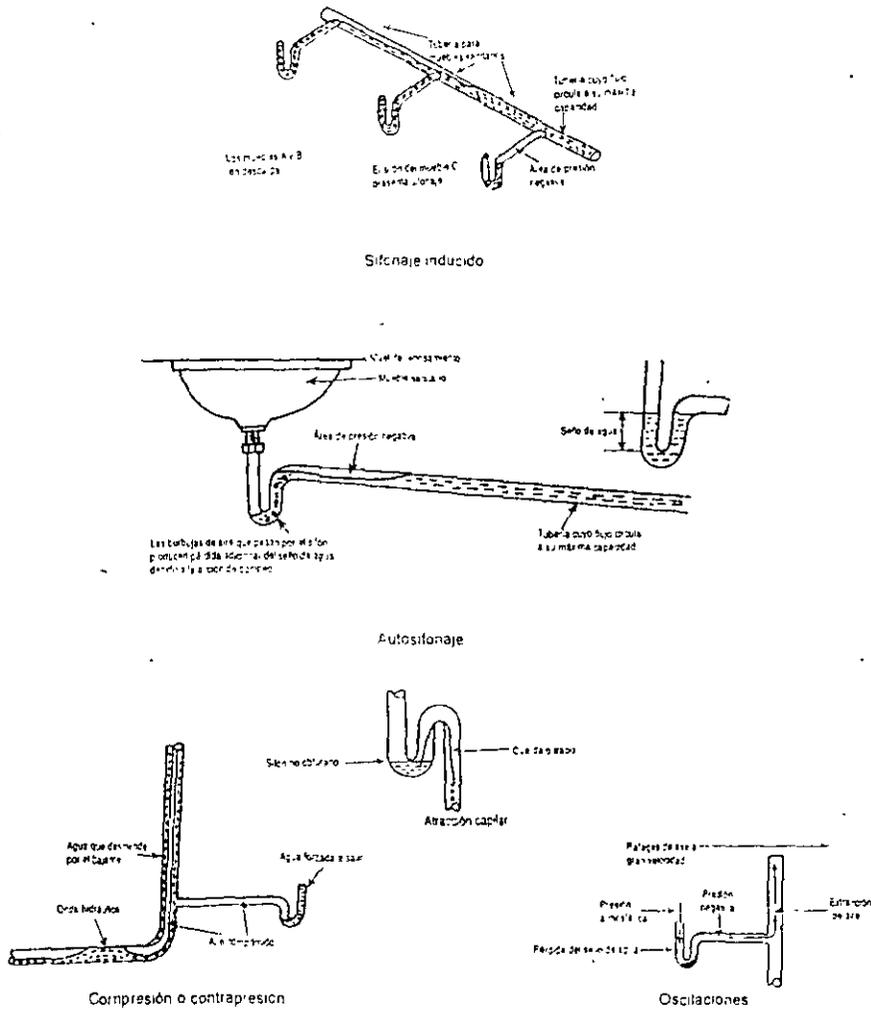
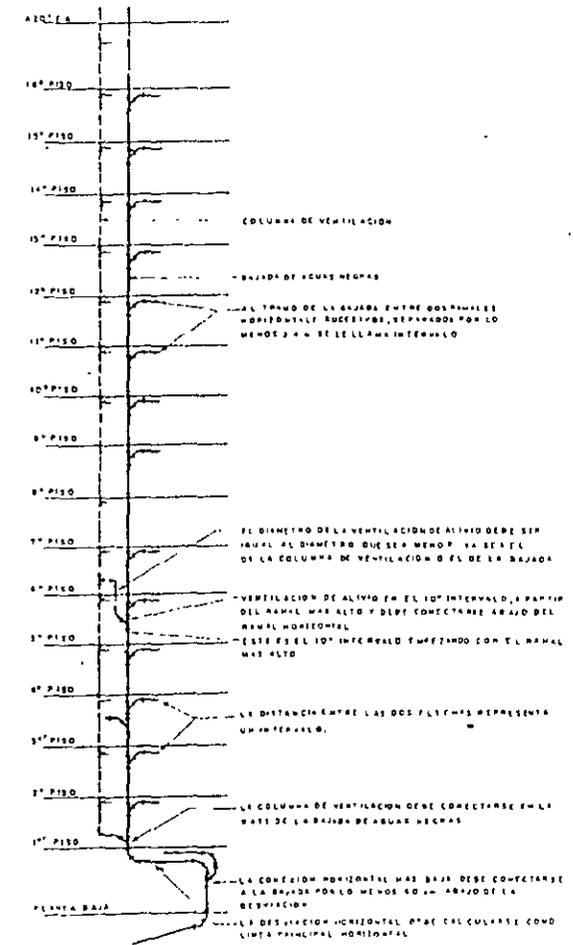
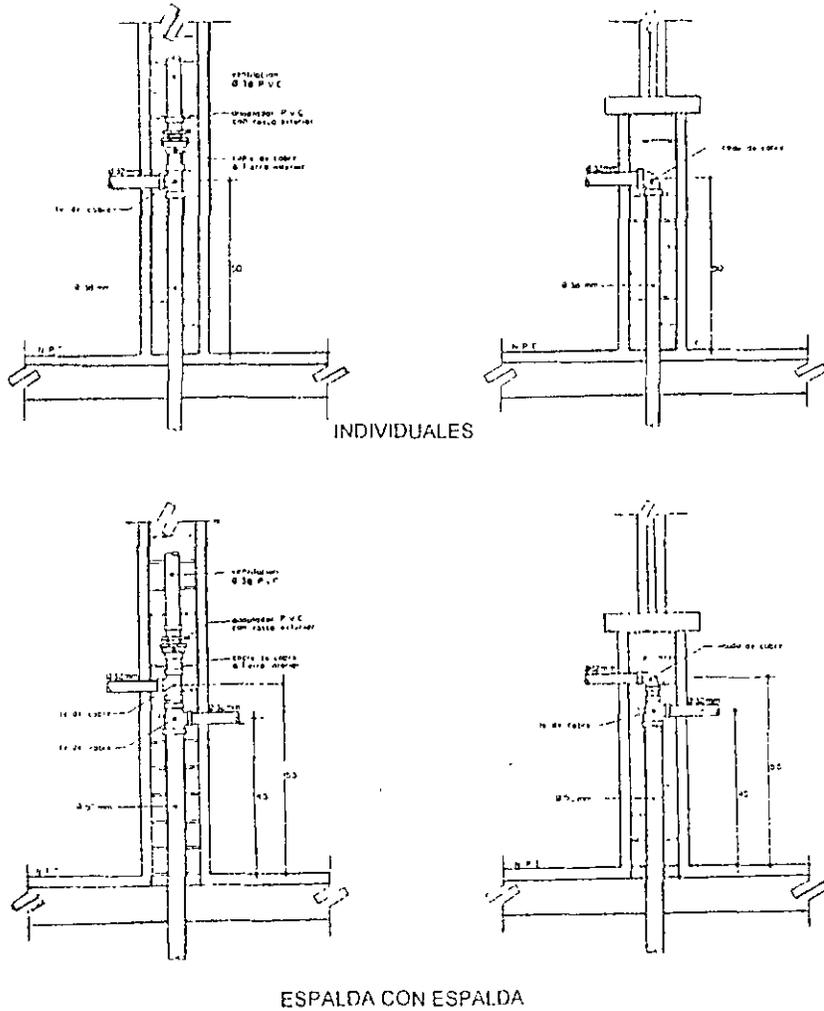


Figura 7 15 VENTILACIONES DE ALIVIO EN BAJADAS DE AGUAS NEGRAS CON MAS DE 10 ENTREPISOS



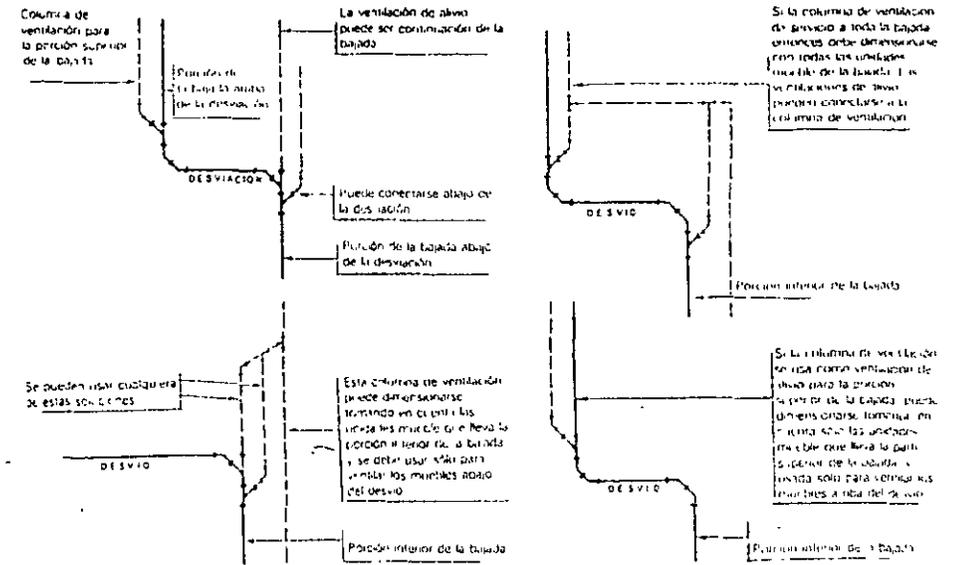
FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL, NORMA IMSS 1993

Figura 7.16 DESCARGAS DE LAVABOS ESPALDA CON Y SIN VENTILACION



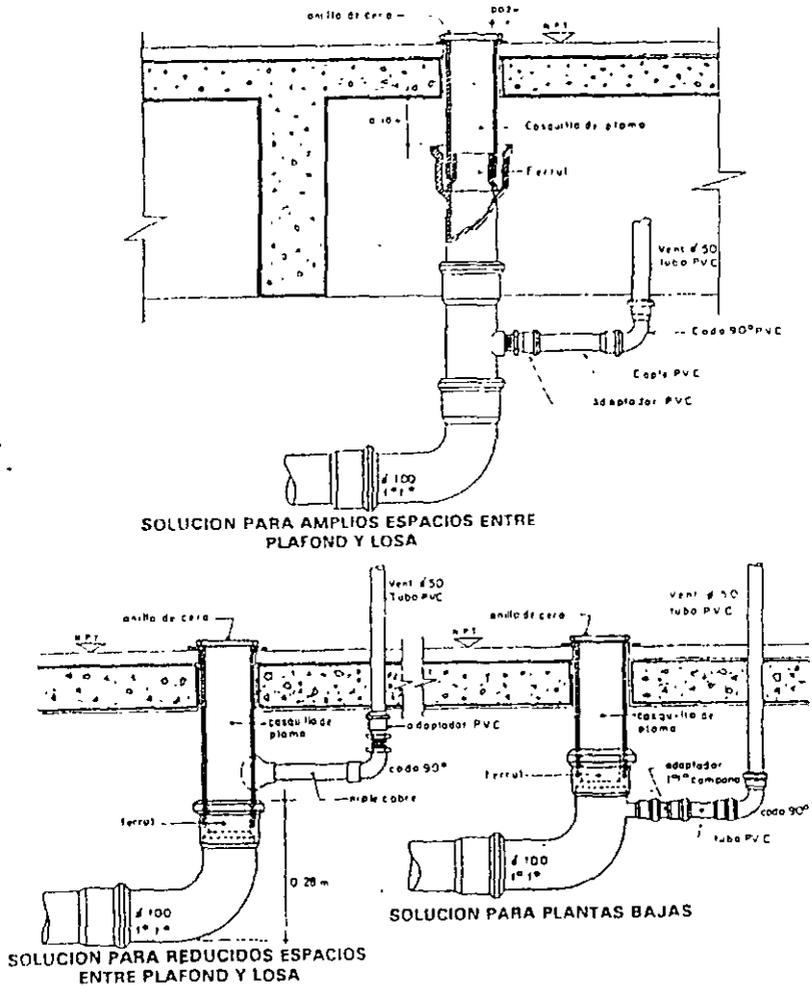
FUENTE INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL NORMA IMSS 1993

Figura 7.17 VENTILACIONES DE ALIVIO



FUENTE INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL NORMA IMSS 1993

Figura 7 18 POSIBILIDADES DE DESCARGA EN INODOROS



FUENTE INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL NORMA IMSS 1993

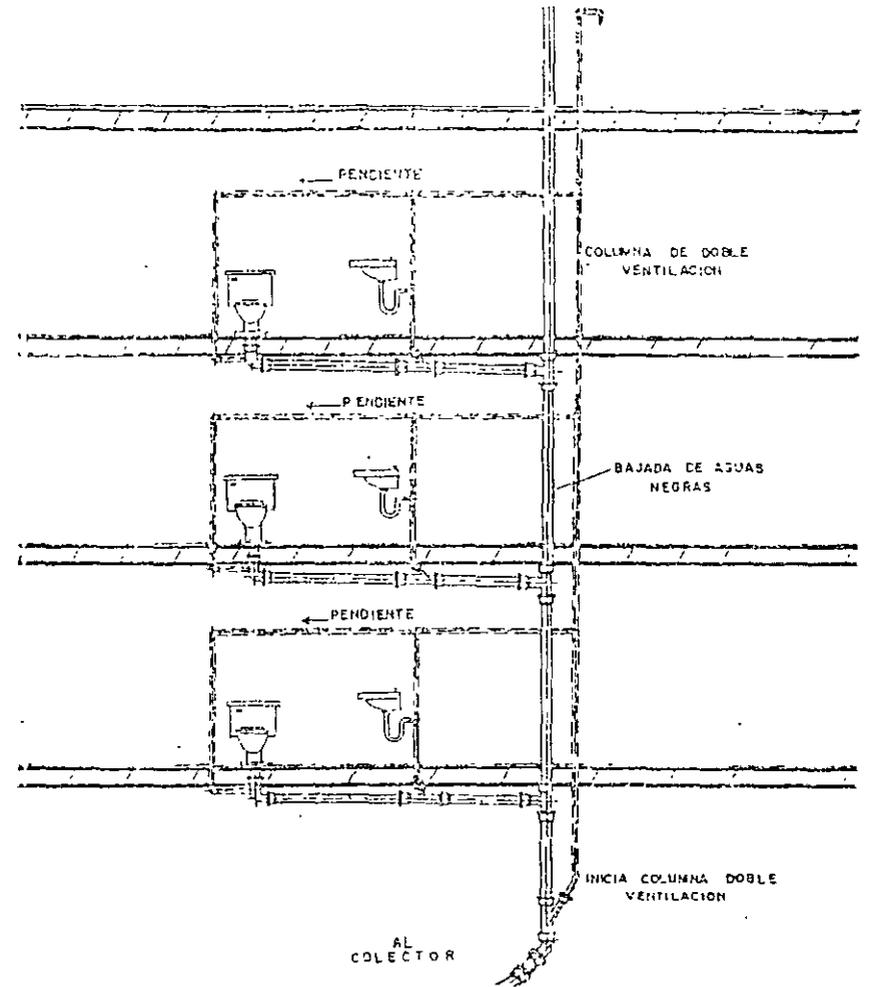
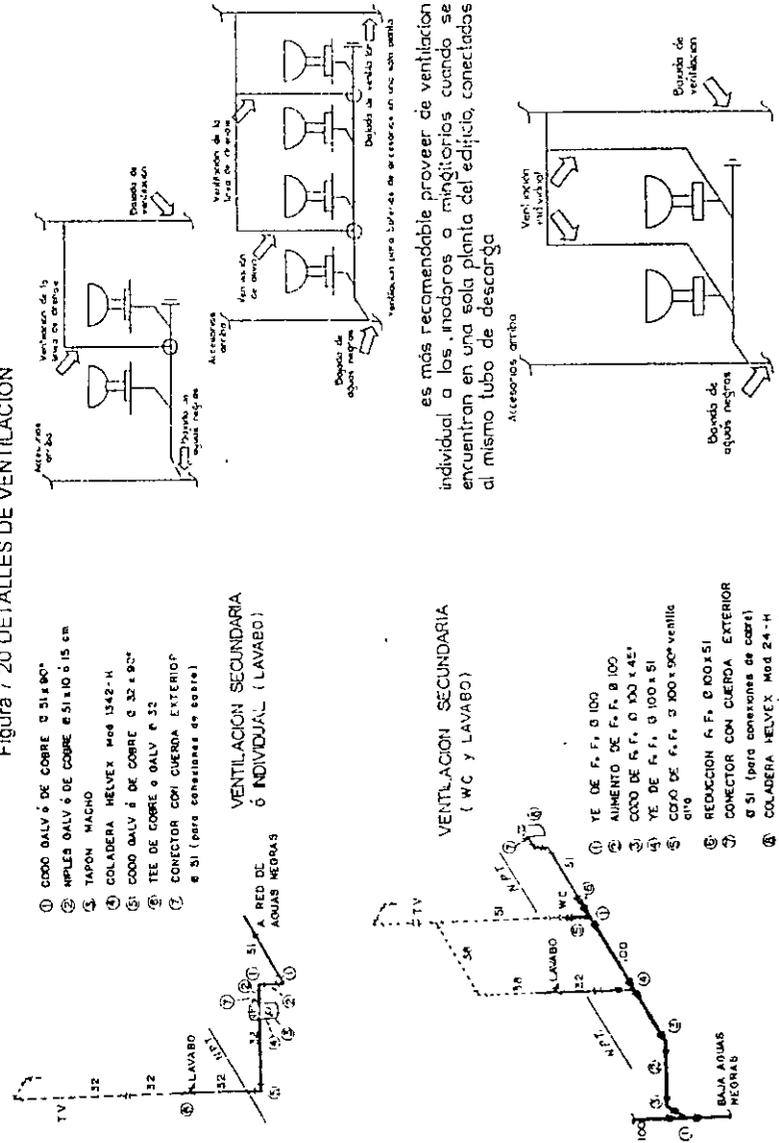
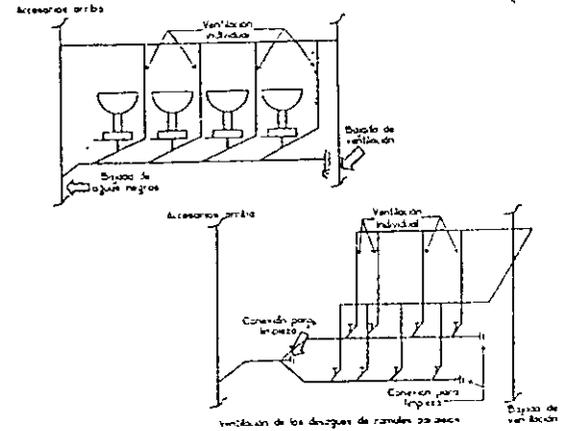


Figura 7 19 SISTEMA DE DOBLE VENTILACION

Figura 7 20 DETALLES DE VENTILACION



es más recomendable proveer de ventilación individual a los inodoros o mingitorios cuando se encuentran en una sola planta del edificio, conectados al mismo tubo de descarga



Los lavabos o accesorios similares pueden conectarse a un tubo de ramal de aguas negras o de desechos a condición de que las trampas de tales accesorios estén protegidos por ventilaciones individuales o comunes, como las de los inodoros y mingitorios.

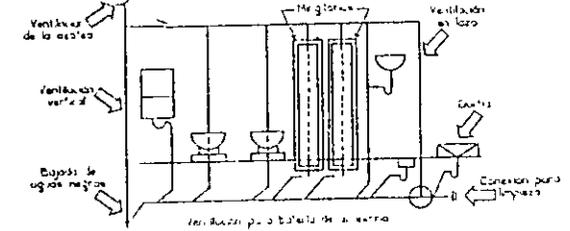


Figura 7 21 VENTILACIONES

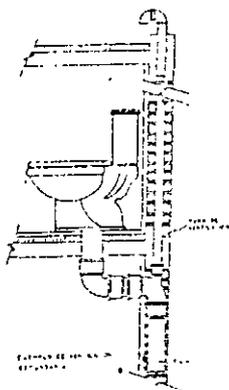
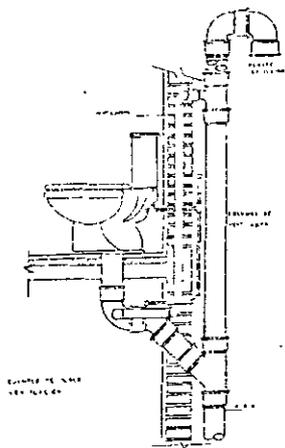
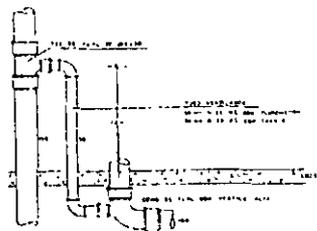
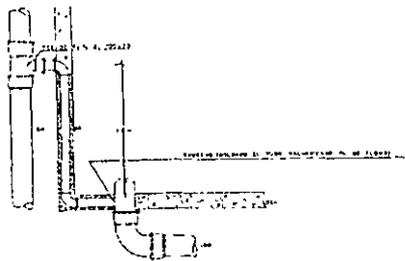


Figura 7 22 VENTILACION DEL W.C

INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

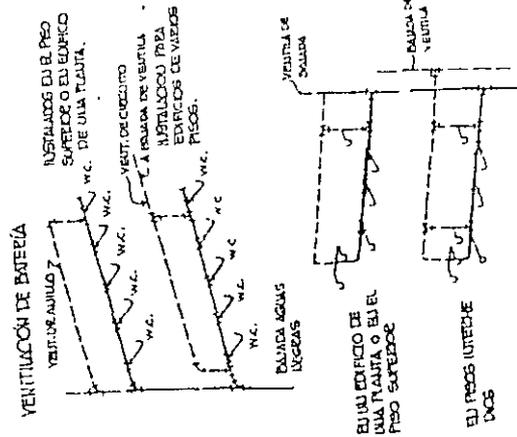


Figura 7 23 VENTILACION DE CIRCUITOS Y ANILLOS

CAPITULO 7

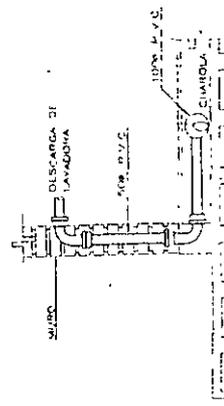
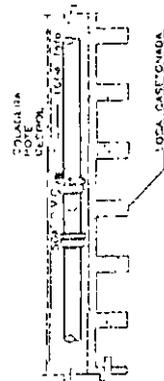
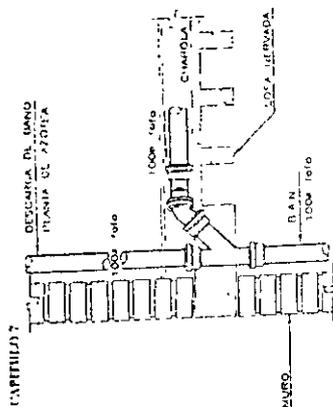


Figura 7 24 CONEXIONES DIVERSAS

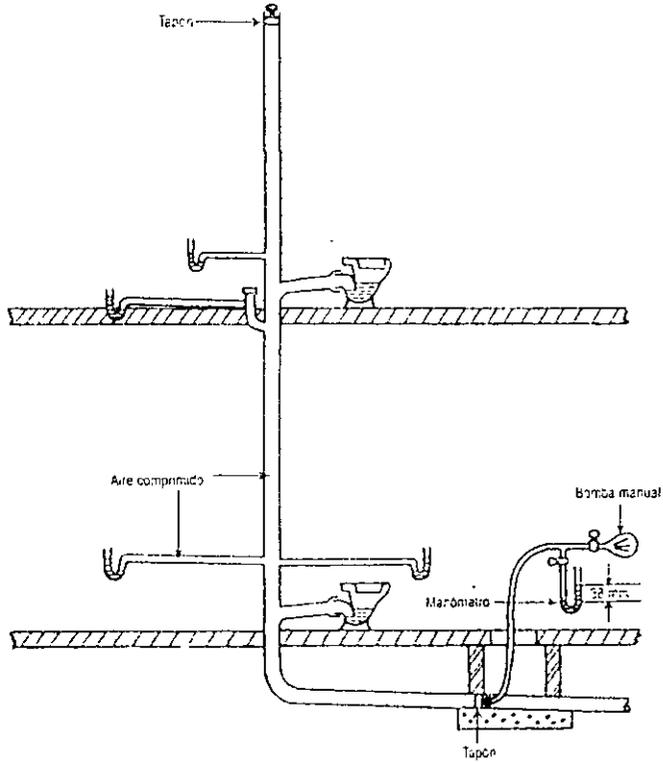


Figura 7 25 PRUEBA DE AIRE EN UN SISTEMA DE TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS

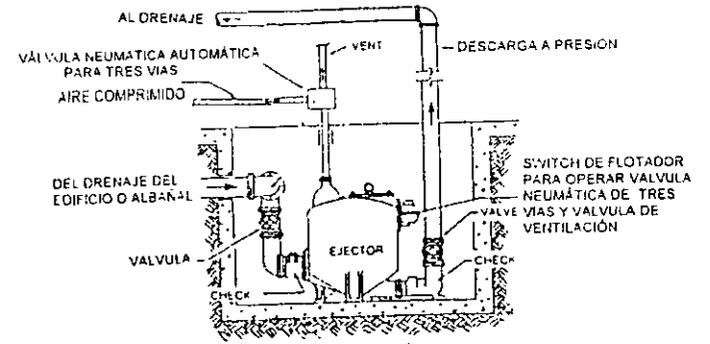


Figura 7 26 EYECTOR NEUMÁTICO PARA AGUAS RESIDUALES

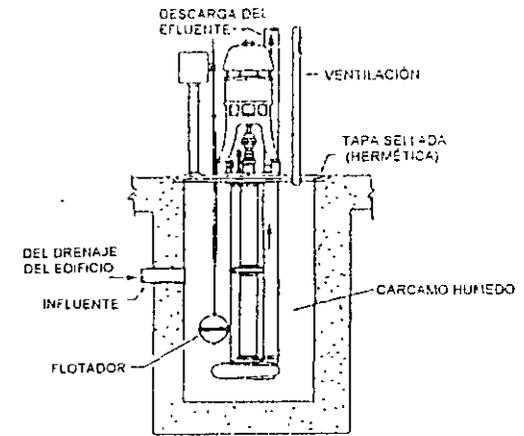


Figura 7 27 BOMBA PARA AGUAS RESIDUALES

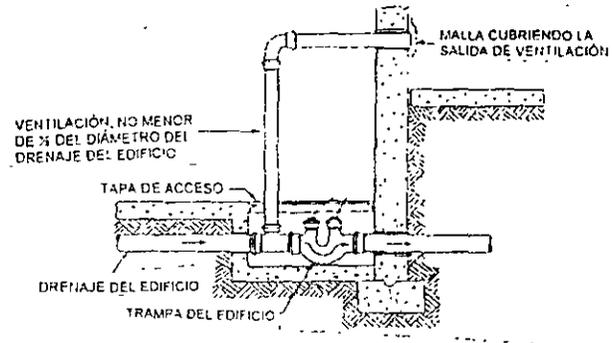


Figura 7.28 TRAMPA DE EDIFICIO

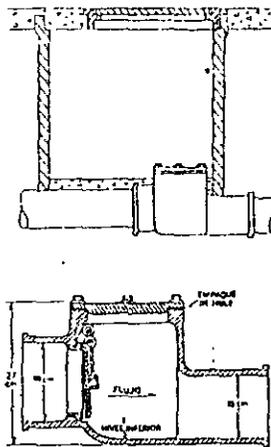


Figura 7.29 VALVULA DE NO RETORNO PARA DRENAJE

## INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

### CAPITULO 8 DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES

- 8.1 CONSIDERACIONES GENERALES
- 8.2 DATOS DE DISEÑO
- 8.3 PROBLEMAS EN LA DESCARGA
- 8.4 PASOS PARA CALCULAR EL DRENAJE PLUVIAL
- 8.5 MATERIALES Y RECOMENDACIONES DE INSTALACION
- 8.6 DRENAJES EXTERIORES
- 8.7 BOMBEO Y TANQUES DE TORMENTA
- 8.8 DESAGÜE EN JARDINES Y PARQUES DEPORTIVOS.
- 8.9 APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS PLUVIALES

#### 8.1 CONSIDERACIONES GENERALES

El principal objetivo del diseño del drenaje pluvial en las edificaciones es proporcionar la pendiente de la azotea, los diámetros adecuados de las coladeras (drenes) y de las tuberías, para recibir y conducir los escurrimientos de agua que reciben durante las precipitaciones.

Los nuevos desarrollos urbanos en el D.F. deberán incluir la construcción de sistemas separados para el drenaje de aguas residuales y pluviales y podrán optar por el aprovechamiento de aguas pluviales para el riego de áreas verdes, lavado de depósitos, etc. o para su infiltración al subsuelo en caso de que esto sea posible, como lo establece el Reglamento de Servicios de Agua y Drenaje en su artículo 91.

Dada la importancia de desaguar eficientemente un predio cuando se presentan precipitaciones pluviales que pueden ser de mucha consideración, es necesario normar el criterio para proyectar razonablemente los albañales de un edificio, que conduzcan el agua hacia los colectores del servicio público, evitándose así inundaciones dentro de las construcciones.

En primer lugar hay que conocer la intensidad máxima en los primeros cinco minutos de los aguaceros que se expresan en mm/hora, esto es importante, ya que la máxima intensidad de una lluvia es durante los primeros cinco minutos, posteriormente va disminuyendo (ver gráfica 8.1), cuando se acumula el volumen precipitado en una superficie, a partir del minuto cinco la curva tiende a la horizontal hasta terminar la precipitación (ver gráfica 8.2).

En la Ciudad de México, en un periodo de 49 años la precipitación pluvial rebasó los 100 mm/hora, en 45 años, la precipitación pluvial de 150 mm/hora fue rebasada en 12 años y la de 200 mm por hora en cinco años (ver tabla No 8.1), de la observación anterior, se desprende que en la ciudad de México, D.F., deben hacerse los proyectos pluviales para los edificios con una precipitación no inferior a 150 mm/hora para tener un margen de seguridad razonable, esta cantidad también se señala en las Normas Técnicas Complementarias del RCDF.

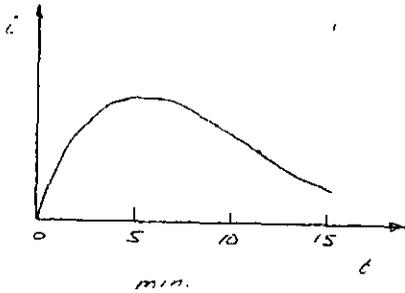
Se hace la aclaración que no vale la pena sobrepasar este límite, si se tiene en cuenta que el cálculo de los conductos verticales, se hace para manejar un gasto equivalente a un cuarto de tubo y no a tubo lleno, consecuentemente se deduce que en una precipitación mayor, su capacidad no se ve afectada. Ver tablas No 8.2, 8.3, 8.5 y 8.8.

Las coladeras y las bajadas pluviales se diseñan de acuerdo con el área que reciben y generalmente no deben quedar a más de 20 m de separación, para evitar rellenos en las azoteas, ya que la pendiente recomendable en éstas es del 2%, con un mínimo de 1.5%, ver figura 8.1.

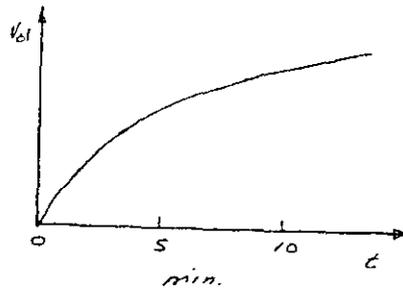
Cuando existe un cespel en la parte inferior de una bajada pluvial, no debe conectarse otra descarga pluvial intermedia ya que en caso de precipitación, ésta no podrá descargar al tratar de salir por ella el aire comprimido en la bajada

Los albañales de aguas pluviales pueden trabajar a tubo lleno, pero hay que tener mucho cuidado que las pérdidas de fricción no sean tan fuertes que la pendiente hidráulica sea tal que pueda hacer subir el agua dentro de la columna y provoque un aumento de presión dentro del albañal, que en muchos casos pueda desbordar por los registros, levantando la tapa de éstos. Las superficies en metros cuadrados de azotea, que pueden ser desaguadas por los albañales con pendiente de 1.5 % y 2 % se muestran en las tablas No 8.6 y 8.7. Para otras pendientes, se pueden determinar sus capacidades, multiplicando los valores de la tabla 8.6 por la raíz cuadrada de la pendiente en por ciento para obtener la velocidad, el gasto y la superficie desaguada.

Hay que tomar en consideración los escurrimientos ocasionados por la lluvia sobre las fachadas de la construcción, ya que la fuerza del viento hace que la lluvia caiga sobre ellas con un ángulo de 30°, 45° y hasta 60°, por lo que donde convergen, ya sea el piso o las terrazas recibirán un incremento de mucha consideración, que generalmente se calcula considerando únicamente la mitad de la superficie vertical aportante, aunque algunos autores no lo consideran así y proponen otros procedimientos para su cálculo.



GRAFICA 8.1  
Comportamiento en una precipitación



GRAFICA 8.2  
Acumulación de volúmenes en una precipitación

Para la recolección de la lluvia en los techos, cada edificación podrá tener su propia solución determinando donde ubicar coladeras y tuberías, aquí se presentan dos alternativas muy comunes.

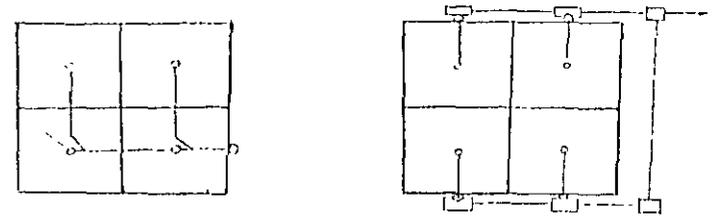


FIGURA 8.1 Solución en techos

**8.2 DATOS DE DISEÑO**

Existen varios métodos para determinar el gasto consecuencia de una precipitación, entre otros el de Burkly-Ziegler y el Gráfico Alemán, en México el más utilizado es el método Racional Americano para el diseño del drenaje pluvial en edificios.

**METODO RACIONAL AMERICANO**

$$Q = C i A \text{ (lts/hora/m}^2\text{)}$$

En donde

C = Coeficiente de escurrimiento

$$C = \text{Coeficiente de escurrimiento} = \frac{\text{agua que escurre}}{\text{agua llovida}}$$

ejemplos Azotea = 0.95

Jardín = 0.10 (ver datos en tablas, página 7)

I = Intensidad de lluvia (mm/hora)

En México se toma generalmente los siguientes datos para "I" (tabla 8.1 y grafica 8.4)

i = 150 mm/hora en las bajadas (Normas Técnicas Complementarias RCDF)

i = 100 mm/hora en patios y estacionamientos

A = Area tributaria (m<sup>2</sup>)

Para comprender la conversión de mm a litros, analicemos la relación de los milímetros de precipitación, con los metros cuadrados de superficie que la recibe (figura 8 2), tenemos

$$1 \text{ mm} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 0.001 \times 1 \times 1 = 0.001 \text{ m}^3 = 1 \text{ litro}$$

$$\text{entonces } 1 \text{ mm/hora/m}^2 = 1 \text{ litro/hora/m}^2$$

La superficie de 1 m<sup>2</sup> (1 x 1) y altura de lámina de agua de 1mm, equivale a 1 litro

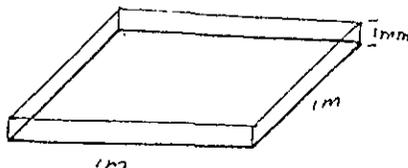


FIGURA 8 2 Un milímetro de precipitación en un m<sup>2</sup>

En la fórmula  $Q = C i A$  (lts/hora/m<sup>2</sup>) si el gasto a emplearse es en l/seg/m<sup>2</sup>, entonces

$$Q = \frac{1}{3600} C i A \text{ lts/seg/m}^2$$

$$= 0.0002778 \text{ lts/seg/m}^2$$

$$= 0.02778 \text{ lts/seg/100 m}^2$$

$$= 2.778 \text{ lts/seg/hectárea}$$

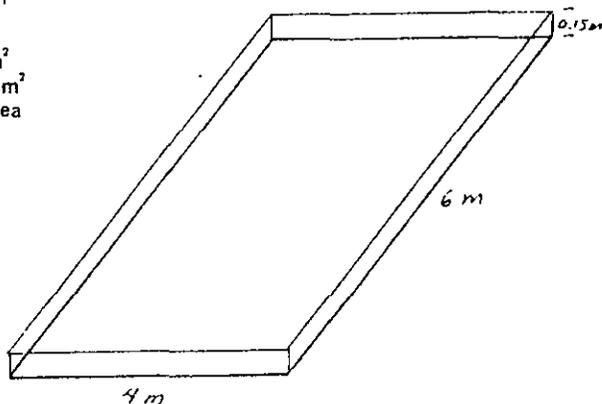


FIGURA 8 3 Superficie de 24 m<sup>2</sup> (6 x 4) y precipitación de 150 mm/hora

METODO SIMPLIFICADO PARA DETERMINAR GASTO PLUVIAL EN EDIFICIOS

En la superficie de 6 x 4 m = 24 m<sup>2</sup> presentada en la figura 8 3 y con una precipitación de 150 mm/hora tenemos lo siguiente:

$$Q = 6 \times 4 \times 0.15 = 3.6 \text{ m}^3/\text{hora} = 3600 \text{ lts}/3600 \text{ seg} = 1 \text{ l/seg}$$

Se concluye que por cada 24 m<sup>2</sup> y una intensidad de lluvia de 150 mm/hr, se obtiene un gasto de 1 l/seg, por ello, en el diseño del drenaje pluvial en edificios, se puede determinar el gasto pluvial dividiendo entre 24 la superficie considerada, cuando la intensidad es de 150 mm/hora

En el caso de una precipitación de 100 mm/hr la superficie a considerar es de 36 m<sup>2</sup>

$$Q = 6 \times 6 \times 0.10 = 3600 \text{ l}/3600 \text{ seg} = 1 \text{ l/seg}$$

En este caso (100 mm/hr) se debe dividir la superficie considerada entre 36

Resumiendo, podemos encontrar el gasto para el diseño del drenaje pluvial en edificaciones con el Método Racional Americano o con el Método simplificado

EJEMPLO

Datos superficie	580 m <sup>2</sup>
Intensidad	150 mm/hr
C de escurrimiento	0.95

Método Racional

$$Q = 0.02778 \times 150 \times 0.95 \times 580 = (3.959) 580 = 22.96 \text{ l/seg}$$

Para precipitación de 150 mm/hr y coeficiente de escurrimiento de 0.95, tenemos que el valor 3.959 es una constante, en lo sucesivo, solo se cambiará la superficie (dividida entre 100)

Método simplificado

$$Q = 580 \times 0.95 / 24 = 22.96 \text{ l/seg}$$

Con lo cual queda comprobado que en las edificaciones se puede utilizar cualquiera de los dos métodos para obtener resultados rápidos

**SUPERFICIES VERTICALES**

Cuando se tengan edificios altos, al área horizontal donde se considera que escurrirá el agua de lluvia de las fachadas o frentes del edificio se le sumará un área tributaria extra que será igual a la mitad del área de las fachadas o frentes que se considere estarán expuestas a la lluvia

**INTENSIDADES Y COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO**

**Intensidad de Precipitación.**

**Drenajes Interiores**

La intensidad de precipitación será la correspondiente de la localidad para una tormenta de 5 minutos de duración y una frecuencia de retorno de 10 años y para el D.F. una frecuencia de retorno de 15 años

**Selección de Diámetros**

Los diámetros de los drenajes pluviales interiores, tanto horizontales como verticales, se seleccionarán con base en el área tributaria acumulada para el tramo en consideración, utilizando las tablas 8.7 a la 8.8, considerando que la pendiente no deberá ser menor de 2% para diámetros de 75 mm o menores y será de 1% para diámetros de 100 mm o mayores

Deberá considerarse la localización de "tapones registro" a las distancias máximas siguientes:

- 15 m Para diámetros de 200 mm. o menores
- 30 m para diámetros de 250 mm o mayores

**Drenajes Exteriores**

La intensidad de precipitación será la correspondiente de la localidad para una tormenta de 5 minutos de duración y una frecuencia de retorno de 10 años.

**Coefficiente de Escurrimiento.**

Los coeficientes de escurrimiento, de acuerdo con el tipo de superficie, serán los siguientes

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
AZOTEAS	
PATIOS Y ESTACIONAMIENTOS	0.95
Loseta	0.95
Asfalto	0.95
Concreto Hidráulico	0.95
Adócreto	0.70
Adopasto	0.35
JARDINES SUELO ARENOSO	
Horizontales a 2%	0.10
Promedio 2 a 7%	0.15
Inclinados más de 7%	0.20
JARDINES SUELO ARCILLOSO	
Horizontales a 2%	0.17
Promedio 2 a 7%	0.22
Inclinados más de 7%	0.35

**8.3 PROBLEMAS EN LA DESCARGA**

Generalmente el proyectista de las instalaciones pluviales se enfrenta al problema de que en la mayoría de las localidades se carece de drenaje combinado o de drenaje pluvial, y en el caso de existir éstos, muchos de ellos ya se encuentran saturados o casi saturados en época de lluvias y, por ello no siempre tienen capacidad para recibir el gasto máximo pluvial estimado del proyecto. A continuación se presentan algunas recomendaciones que el proyectista debe tomar en cuenta para resolver este problema, considerando que la disposición final se realizará de acuerdo con un "oficio de factibilidad" para el predio en proyecto emitido por una oficina Municipal de Servicios Hidráulicos

**No se cuenta ni con Drenaje Pluvial ni con Drenaje Combinado y las Aguas Pluviales deben eliminarse por Escurrimiento Superficial**

La eliminación de las aguas pluviales de las azoteas debe hacerse por medio de gárgolas o de bajadas pluviales que desfoguen libremente a patios, plazas, estacionamientos o jardines y se tratará de que sean las mas posibles para no tener concentraciones que produzcan molestias y problemas

Deberá analizarse la posibilidad de que el agua se infiltre construyendo "sumideros", tal como lo establecen las Normas Técnicas Complementarias del RCDF, deberán hacerse estudios de infiltración y determinar si el o los sumideros pueden recibir el caudal de agua pluvial estimado, o solo una parte de él, en este caso el resto se eliminará por escurrimiento superficial fuera del predio

La eliminación de las aguas pluviales de plazas, patios y estacionamientos que

estén sobre el nivel de la calle deberá hacerse por escurrimiento superficial hacia la calle o calles limítrofes, tratando de que se tenga el mayor número de puntos de salida a las calles

La eliminación de las aguas pluviales de plazas, patios y estacionamientos que estén a un nivel tal que no puedan escurrir libremente hacia la calle, se tendrá que hacer por medio de bombeo, descargándolas a patios y estacionamientos que ya tengan escurrimiento superficial a las calles

**No se cuenta con Drenaje Pluvial ni con Drenaje Combinado, pero se tiene un Cuerpo Receptor cercano.**

Cuando se presenta este caso y el cuerpo receptor (rio, riachuelo, lago, etc) está cercano y a un nivel inferior al del predio, la eliminación de estas aguas se hará por medio de una red de tuberías que desfoguen en el cuerpo receptor que indique la autoridad competente. En estas situaciones el punto importante que se debe tomar en cuenta es el NAME: (nivel de aguas máximo extraordinario) para ver si se tendrá o no contra reflujos

**Se cuenta con Drenaje Pluvial o con drenaje Combinado.**

Debido a que en muchas zonas estos drenajes tienen su capacidad casi saturada o ya están saturados en época de lluvias, es indispensable que antes de hacer el proyecto, o sea desde la etapa del anteproyecto, se consulte con la autoridad competente y esta determine, por escrito, como y donde puede autorizar la eliminación de las aguas pluviales, incluyendo la construcción de "sumideros" para lo cual es necesario proporcionarle la localización del terreno y el probable gasto pluvial máximo, acompañando estos datos con los cálculos preliminares que sirvieron para la obtención de ese gasto por medio de la fórmula  $Q = 0.0278 CIA$  (para 100 m<sup>2</sup>)

**CONEXIONES PROHIBIDAS**

En el interior de los edificios, las aguas pluviales se conducirán separadas de las aguas negras y en el exterior de los edificios, cuando en la localidad existan alcantarillados separados, las aguas pluviales deberán conducirse separadas de las aguas negras

**8.4 PASOS PARA CALCULAR EL DRENAJE PLUVIAL**

1. Subdividir el sitio en áreas tributarias
2. Subdividir cada área tributaria en subáreas homogéneas de azoteas, pavimento, pasto, etc. Calcular los metros cuadrados de cada una

3. Determinar la superficie total "A" de cada área tributaria
4. Localizar las coladeras, tuberías, cambios de dirección, registros y el lugar de la descarga
5. Determinar las pendientes de la superficie a la coladera y la colocación de las líneas de desalajo
6. Encontrar el coeficiente de escurrimiento "C" para cada subarea, en caso necesario encontrar el valor unitario del coeficiente de escurrimiento
 
$$C = \frac{A_1 C_1 + A_2 C_2 + \dots + A_n C_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$
7. Determinar el tiempo que tarda el flujo en trasladarse del punto mas alejado del area tributaria hasta el ingreso al colector. Para el caso de áreas tributarias que no están unidas por colectores, este será el tiempo de concentración. El RCDF establece  $t = 5$  min
8. El tiempo en el cual toda el área contribuye al escurrimiento, es cuando ha transcurrido el tiempo de concentración, que será cuando se presente el escurrimiento máximo o sea el gasto máximo
9. Basado en reglamentos y en la importancia de la estructura o elementos a proteger se fija el periodo de retorno
10. De la información pluviográfica existente en la zona de diseño se determinaran las curvas de intensidad de precipitación-duración-periodo de retorno, para el área en estudio, ver gráficas 8.3 y 8.4
11. A partir de las curvas de intensidad, con base en la duración de la precipitación, que será similar al tiempo de concentración y con base al periodo de retorno que se utilizara en el diseño del sistema de se obtendrá la intensidad de precipitación que se utilizará para el diseño de las tuberías, en el Valle de México se utiliza  $I=150$  mm en azoteas y 100 mm en patios
12. Utilizar la fórmula del método racional americano ( $Q=0.02778 CIA$  en 100 m<sup>2</sup>) o el método simplificado para obtener el gasto máximo de escurrimiento para el área tributaria
13. Con la tabla 8.7 (para tuberías horizontales), conociendo el área y proponiendo la pendiente, determinar los diámetros de las coladeras y de las tuberías que drenan el área considerada de acuerdo a la intensidad de lluvia que se determinó
14. Con las tablas 8.2, 8.3, 8.4 y 8.8 (para bajadas pluviales) conociendo el área a

drenar y considerando la intensidad de lluvia, determinar el diámetro de las tuberías

- 15 En las uniones de tuberías horizontales con otras tuberías horizontales, o con bajadas pluviales y de estas con tuberías pluviales horizontales y albañales hacer la acumulación de gastos correspondientes

## 8.5 MATERIALES Y RECOMENDACIONES DE INSTALACION

### TUBERIAS

#### En el interior de los Edificios

Los desagües verticales de las coladeras con descarga de 50 mm de diámetro serán de tubo de cobre tipo "M" y para las coladeras con descarga de 100 mm o 150 mm de diámetro se usarán rípias de hierro galvanizado

Las tuberías horizontales o verticales que forman la red de desagües pluviales serán de hierro fundido centrifugado a partir de la conexión con el desagüe vertical de cada coladera; pueden ser con campana y espiga o de extremos lisos, para unir con coples de neopreno y abrazaderas. Los horizontales tendrán "tapones registro" a las siguientes distancias máximas: 1º Diámetros de 200 mm o menores, L=15 m, 2º Diámetros de 250 mm o mayores, L=30 m

Deberán diseñarse considerando como pendientes mínimas: 1º Para diámetros de 75 mm o menores, S = 2%; 2º Para diámetros de 100 mm o mayores, S = 1 %

#### En el Exterior de los Edificios

En diámetros de 15 a 45 centímetros serán de concreto simple

En diámetros de 61 centímetros o mayores serán de concreto reforzado

En zonas de tránsito de vehículos donde por limitaciones de profundidades de descarga no se pueda dar el colchón mínimo de 80 centímetros, serán de acero o de algún otro material que resista las cargas de los vehículos previstos

#### Conexiones

En tuberías de cobre utilizar conexiones soldables de bronce fundido o de cobre forjado

En tuberías de hierro fundido utilizar conexiones de hierro fundido con espiga y campana para retacar o conexiones de hierro fundido con extremos lisos, de

acuerdo con el tipo de tubería

#### Materiales de unión

Para tuberías y conexiones de cobre utilizar soldadura de baja temperatura de fusión con aleación de plomo 50% y estaño 50% utilizando para su aplicación fundente no corrosivo

Para tuberías y conexiones de hierro, roscadas, utilizar cinta de teflón de 13 mm de ancho

Para unir piezas de hierro fundido con campanas y espiga se calafateará el espacio entre la espiga y la campana con estopa alquitranada de primera calidad y sello de plomo con pureza no menor del 99.98%

Para unir conexiones de hierro fundido con extremos lisos a tuberías de acoplamiento, se usarán coples de neopreno y abrazaderas de acero inoxidable con ajuste a base de tornillo sin fin de cabeza hexagonal y ranura

### COLADERAS PLUVIALES

#### En terrazas

Serán de cuerpo de hierro fundido con pintura especial anticorrosiva, plato de doble drenaje, rejilla de bronce cromado y salida inferior de 50 a 100 mm de diámetro, dependiendo del área por drenar. Deberá considerarse un sello hidráulico, ya sea por medio de una trampa "P" o integrado en la coladera

#### En Azoteas

Dependen del lugar de instalación y tendrán las características siguientes:

Las que se instalen en pretilas serán de hierro fundido con pintura especial anticorrosiva, rejilla removible, aditamento especial para la colocación del impermeabilizante y salida lateral con rosca interior de 100 o 150 mm de diámetro, dependiendo del área por drenar

Las que no se coloquen en pretilas serán de hierro fundido con pintura especial anticorrosiva, cúpula y canastilla de sedimentos en una sola preza y removible, con anillo especial para la colocación del impermeabilizante y salida inferior con rosca interior de 100 o 150 mm de diámetro dependiendo del área por drenar

#### En patios, Estacionamientos y Calles Pavimentadas

Serán de hierro fundido y se instalarán planas para lugares de tránsito y laterales cuando se instalen en banquetas

Charolas de Plomo.

Deben ajustarse a lo indicado en las especificaciones generales de construcción de azoteas en los edificios, utilizando lámina de plomo de 1.6 mm de espesor en dimensiones de 100 x 100 cm, provistas de un embudo en el centro, malla de teja de galinero y puntos de soldadura.

Soportes

Todas las tuberías que no estén enterradas deberán estar sostenidas con soportes aprobados

Pintura

Todas las tuberías que no estén enterradas se pintarán de acuerdo con el Código de Colores, según la NOM-026-STPS-1998, (Capítulo 11, Anexos)

**8.6 DRENAJES EXTERIORES**

Gasto

El gasto se obtendrá por el Método Racional Americano

$$Q = 0.0278 C i A (100 m^2)$$

Diámetro Mínimo, será de 15 cm (albañal)

Tirantes Máximo, será el 100% del diámetro

Velocidad de Flujo, para su cálculo se usara la fórmula de Manning:

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

v = velocidad media de escurrimiento, en metros/seg

n = coeficiente de rugosidad y que para tubos de concreto considérese igual a 0.013

R = Radio hidráulico, en metros

S = pendiente geométrica o hidráulica del tubo, expresada en la forma decimal

Pendientes.

Los cambios de pendiente solo se harán en registros o pozos de visita. Las pendientes de las tuberías deben ser tan semejantes como sea posible a las del terreno con objeto de

tener excavaciones mínimas, pero siempre tomando en cuenta lo siguiente.

Pendiente mínima y máxima

Mínima será aquella que produzca una velocidad de 60 cm/seg con el gasto máximo probable, pero siempre que sea posible considérese la que proporcione una velocidad mínima de 90 cm/seg a tubo lleno y pendiente máxima será aquella que produzca una velocidad de 3.0 m/seg con el gasto máximo probable.

Colchón Mínimo

El colchón mínimo sobre el lomo del tubo será de 40 cm en los lugares en que no se tenga tránsito de vehículos y de 60 cm en los lugares que si exista.

Transiciones

Los cambios de dirección, de diámetros y de pendientes unicamente se harán por medio de una transición en registros o pozos de visita, indicándose en cada caso los niveles de plantilla, tanto de llegada como de salida

Cambios de Diámetro

Las conexiones de dos diámetros diferentes se harán instalando al mismo nivel las "claves" de los tubos por unir en el registro o pozo. En los casos en que se disponga de un nivel topográfico pequeño, se podrán efectuar las conexiones de las tuberías haciendo coincidir los ejes o las plantillas de los tramos de diámetros diferentes

Cambios de Dirección

Si el diámetro es de 61 cm o menor, los cambios de dirección podrán hacerse en un registro o pozo de visita. Si el diámetro es mayor de 61 cm, se emplearán tantos pozos como ángulos de 45° o fracción sean necesarios

Registros

Cada salida de aguas pluviales del edificio deberá desfogar en un registro cuyas dimensiones mínima serán las siguientes

Para profundidades hasta de un metro 40 x 60 cm

Para profundidades de 1.0 a 1.5 m 50 x 70 cm  
 Para profundidades de 1.5 a 1.8 m 60 x 80 cm

En todos los casos las dimensiones mínimas de la tapa serán de 40 x 60 cm

Separación entre registros

La separación máxima de los registros estará de acuerdo con el diámetro del tubo según se indica a continuación

DIAMETRO DEL TUBO (cm)	SEPARACION MAXIMA (m)
15	10
20	20
25	30
30+	40

Profundidad máxima de registros

La profundidad máxima de los registros será de 1.80 metros. Cuando se tenga una profundidad de 1.80 m y todavía se tengan registros por conectar, se proyectará una red paralela y secundaria para evitar registros con mayor profundidad

Pozos de Visita

En las líneas principales se proyectarán pozos de visita circulares con brocal de 60 cm de diámetro y 1.20 m de diámetro al nivel del lomo del tubo y la separación máxima será la indicada para registros

Pozos de Visita con Caída

Por razones de carácter topográfico o por tenerse determinadas elevaciones fijas para las plantillas de algunas tuberías, suelo presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel. Estos pueden ser 1º. Con caída libre, 2º. Caja con caída adosada y 3º. Con caída controlada

**8.7 BOMBEO Y TANQUES DE TORMENTA**

**CARCAMO**

Se proyectará un cárcamo de bombeo para todas las aguas pluviales que no puedan eliminarse libremente por gravedad, ya sea hacia el alcantarillado municipal o hacia la calle, ver figura 8.8

**Volumen Útil**

Para el cálculo del volumen útil se considerara que el bombeo durará 60 minutos y es el volumen que se requiere almacenar para que, al cabo de los 60 minutos de bombeo, se haya bombeado toda el agua pluvial que le llegó al cárcamo. A continuación se indican, en orden de confiabilidad, 2 formas de calcular el volumen útil:

-En función de la Curva "Intensidad-Duración"

Calcule el volumen útil haciendo un análisis con la curva-masa de las aportaciones y la curva-masa de las extracciones, considerando una tormenta de 60 minutos de duración y 10 años de período de retorno. La diferencia entre aportaciones y extracciones siempre será positiva y la mínima será de alrededor del 10% del volumen total aportado

-En función de la Máxima Precipitación Horaria

Si no cuenta con curvas "intensidad-duración" pero se dispone de precipitaciones horarias (al cabo de 60 minutos), el volumen útil puede estimarse, en forma aproximada, por medio de la expresión

$$V_u = 50 I_{60} CA$$

en la que

$V_u$  = Volumen útil, en litros

$I_{60}$  = Precipitación horaria (al cabo de 60 minutos), en milímetros. Debe procurarse que sea la de una tormenta con período de retorno de 10 años.

$C$  = Coeficiente de escurrimiento superficial, sin dimensiones.

$A$  = Área tributaria, en cientos de metros cuadrados

**Dimensiones Mínimas**

Para facilidad de trabajos de mantenimiento el cárcamo debe tener una sección mínima de 1.0 x 1.5 metros.

La profundidad total será igual a la profundidad de la parte inferior del tubo de llegada de las aguas pluviales, ó 60 centímetros como mínimo, más el tirante del volumen útil, más 30 centímetros que no se bombean

**EQUIPO DE BOMBEO**

Número de bombas

Siempre se considerará un mínimo de dos bombas, cuando este sea el caso, cada bomba deberá tener la capacidad para el 100% del gasto calculado. En situaciones especiales en que se requieran más de dos bombas, la capacidad de cada una de ellas será tal que una quede siempre de reserva.

Tipo de bombas

Se determinará, en cada caso, si las bombas por instalar serán sumergibles o serán verticales y si serán de gasto fijo o de gasto variable.

Gasto de bombeo

El gasto promedio de bombeo, en función de la precipitación horaria, está dado por la expresión:

$$Q_b = 0.02781_{60} CA$$

en la que.

$Q_b$  = Gasto de bombeo, en litros por segundo

$i_{60}$  = Precipitación horaria (al cabo de 60 minutos), en milímetros. Este valor debe ser el mismo que se consideró para obtener el volumen útil del cárcamo anteriormente.

$C$  = Coeficiente de escurrimiento superficial

$A$  = Área tributaria, en cientos de metros cuadrados

La carga total de bombeo será la suma de la carga estática, la carga de fricción y la carga de velocidad, o sea:

$$H = h_e + h_f + h_v$$

en la que:

$H$  = Carga total, en metros

$h_e$  = Carga estática. Desnivel, en metros, entre el fondo del cárcamo y el punto de descarga

$h_f$  = Pérdida de carga por fricción, tanto en la tubería de descarga como en sus válvulas y conexiones

$h_v$  = Carga de velocidad. Considérese de 0.3 metros

Ventilación del Cárcamo

El cárcamo debe ser ventilado y lo ideal es que su ventilación sea independiente y al exterior. En casos de cárcamos en sótanos en que no sea práctico llevar la ventilación al

exterior, ésta podrá conectarse al sistema de ventilación de la red sanitaria. El diámetro de la tubería de ventilación depende del gasto de bombeo y de la longitud de ella, y se determinará de acuerdo con la TABLA 7.8

TANQUES DE TORMENTA

Quando existe alcantarillado municipal combinado o pluvial pero por alguna razón justificada, entre ellas que el diámetro de la descarga sea mayor que el existente en la red municipal, solamente se permite desfogar en él una fracción del gasto pluvial total captada en el proyecto, se diseñará un tanque de tormenta para regularizar la descarga de estas aguas por medio de bombeo. Este tanque tiene como función retardar la salida de las aguas pluviales del predio hacia la red municipal. El volumen útil de estos tanques generalmente es el de una hora de precipitación, y el gasto de bombeo depende de cuál es el gasto máximo que se permite descargar en el alcantarillado y a partir de que momento se iniciaría la descarga.

Se puede diseñar con o sin pozo de infiltración previo y de acuerdo a: 1º duración de la tormenta de diseño, 2º del gasto pluvial a captar, 3º tiempo de concentración y 4º capacidad del colector municipal. Pudiéndose diseñar para un tiempo de llenado máximo de una hora, con un tiempo de vaciado continuo que puede ser de 8, 16 y hasta de 24 horas.

**8.8 DESAGÜE EN JARDINES Y PARQUES DEPORTIVOS**

En ocasiones el drenaje de jardines es indispensable, ya que en caso de existir un estrato impermeable a poca profundidad del terreno, no se podría evitar el estancamiento y hasta el encharcamiento de las aguas y por lo tanto se presenta la putrefacción de las raíces de las plantas en el caso de canchas de pasto, o en tiempo de lluvias no se podrá utilizar el piso de pasto para realizar eventos deportivos en los lugares que sean construidos para ese fin, si se presenta este caso, deberán diseñarse e instalarse tubos perforados (ver figura 8.7) que puedan desalojar el agua que se precipita en el área definida, la instalación se hará a una profundidad determinada previamente mediante un estudio de campo donde se determinará la infiltración requerida, entre otros factores a considerar, además deberá graduarse debidamente los componentes del suelo (limo, arcilla y arena) considerando el componente "arena" necesario para que permita el filtrado del agua superficial hasta las tuberías de drenaje. Para determinar los gastos se puede utilizar el método Racional Americano para un periodo de retorno de 5 años.

**8.9 APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS PLUVIALES**

Quando las edificaciones no cumplan con lo establecido en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal en lo que respecta a áreas libres permeables sin construir o cuando se les condicione por cualquier otra causa a la obra, deberán proponer un sistema alternativo que permita el aprovechamiento racional de las aguas pluviales que

se capten dentro del predio, o la filtración al subsuelo de las mismas mediante pozos de absorción

Previo al análisis de alternativas, se podrá proponer un sistema que permita la captación, regulación y aprovechamiento al máximo de las aguas captadas, por lo que se deberá contar con una cisterna o aljibe que almacene las aguas pluviales, un sistema de redes que la distribuya a los servicios y obras auxiliares que permiten filtrar dichas aguas, previo su almacenamiento y aprovechamiento

El sistema de aprovechamiento de las aguas pluviales, podrá ser de acuerdo a las necesidades, a continuación se señalan algunas de ellas.

- 1° En los servicios de wc y mingitorios
- 2° En el lavado de vehículos y patios
- 3° En el riego de áreas verdes
- 4° En los procesos industriales que no requieran uso de agua potable

El pozo de infiltración, en su caso, se deberá diseñar con base en el coeficiente de permeabilidad del estrato en donde se pretenda realizar esta infiltración, este coeficiente deberá ser sustentado mediante un estudio de mecánica de suelos

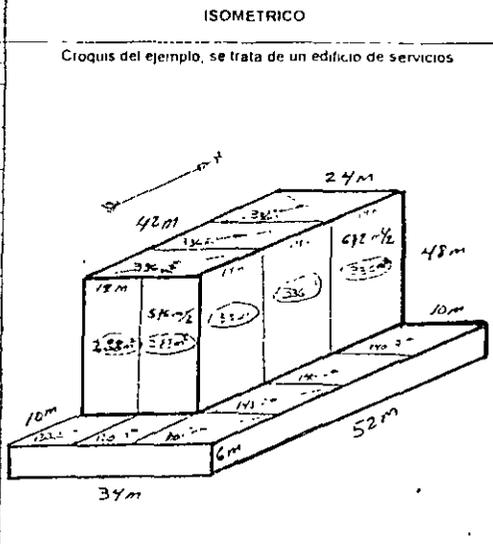
EJEMPLO DE DISEÑO

TABLA DE CALCULO PARA REDES DE DRENAJE PLUVIAL

OBRA \_\_\_\_\_ HOJA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_  
 LOCALIDAD \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_



TRAMO	AREA TRIB. M <sup>2</sup>	Q Lt/s	PEN D %	DIAM. mm
A-B	336	13.3	1	150
B-C	672	26.6	1	200
C-D	336	13.3	1	150
C-E	1008	39.9	-	200
E-F	1008	39.9	1	250
G-H	428	16.9	-	125
H-I	428	16.9	2	150
I-L	428	16.9	1	200
J-K	428	16.9	-	125
K-L	428	16.9	1	200
L-F	656	33.9	2	150
M-N	428	16.9	-	125
N-O	428	16.9	1	200
F-O	1892	73.8	2	300
Q-SAL	2282	90.7	2	300
U-VW	100	4.0	-	75
W-X	100	4.0	1	100
X-V	100	4.0	1	100
S-T-R-Q	408	16.0	-	125
T-U-O-R	408	16.0	1.5	150
U-R	508	20.0	2	200
R-SAL	818	36.0	2	200



DATOS

- Superficies horizontales
  - o Azotea. 42 x 24 = 1,008 m<sup>2</sup>  
Si se divide en tres: 336 m<sup>2</sup>
  - o Anexo: (42 x 10) + (24 x 10) + (10 x 10) = 760 m<sup>2</sup>
- Superficies verticales
  - o Tramo oriente 42 x 48 = 2,016 m<sup>2</sup>  
Si se divide en tres: 672 m<sup>2</sup>
  - o Tramo sur 24 x 48 = 1,152 m<sup>2</sup>  
Si se divide en dos: 576 m<sup>2</sup>



GRAFICA 8.5

Gráfica para determinar el tiempo de concentración para escurrimiento superficial

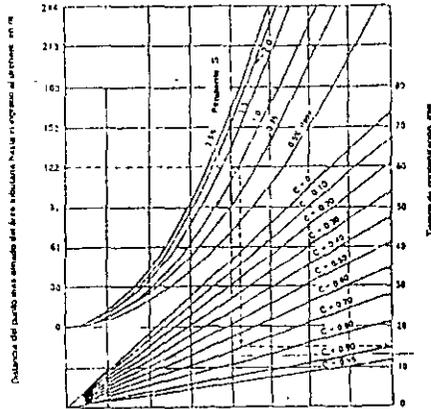


Fig. 11. Civil Handbook of utilities and services for buildings planning, design and installation. McGraw Hill, 1960, Fig. 15.3 "Graph for determining the time of concentration for runoff traveling across the surface of the ground", c. 1949.

TABLA 8.1

EXISTENCIAS MINIMAS MAS INTENSAS EN EL VALLE DE MEXICO DURANTE LOS ÚLTIMOS 72 AÑOS CON DATOS NARIH, UNAM, EN LOS AÑOS DE 1914 A 1986 (en mm/día)

1923	103.23	1947	147.60	1971	174.02
1924	117.80	1948	210.00	1972	176.00
1925	106.30	1949	154.00	1973	128.00
1926	121.30	1950	126.00	1974	189.00
1927	117.80	1951	120.00	1975	153.00
1928	204.30	1952	114.02	1976	92.00
1929	126.00	1953	153.00	1977	128.00
1930	95.30	1954	132.00	1978	141.30
1931	123.40	1955	126.00	1979	132.00
1932	132.00	1956	120.00	1980	114.30
1933	121.40	1957	120.00	1981	151.60
1934	100.50	1958	86.00	1982	192.80
1935	124.00	1959	240.00	1983	127.00
1936	120.00	1960	162.00	1984	137.30
1937	149.20	1961	90.00	1985	233.40
1938	126.00	1962	132.00	1986	128.00
1939	124.00	1963	106.00	1987	240.00
1940	108.00	1964	162.00	1988	132.00
1941	107.00	1965	139.60	1989	252.30
1942	120.30	1966	124.00	1990	163.32
1943	123.90	1967	150.00	1991	184.00
1944	144.30	1968	253.00	1992	218.00
1945	138.00	1969	120.00	1993	186.30
1946	211.30	1970	126.00	1994	185.30

Promedio de cada periodo de 24 años  
128.50                      115.70                      160.92

Promedio total de 72 años    145.006

Intensidad de lluvia recomendada para llegada de aguas pluviales y colectores. 150 mm/h.

del Manual de Agua y Saneamiento

TABLA 8.2

TABLAS PARA EL DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LAS REJAS Y REJILLAS DE ACCEDERIO CON LOS SISTEMAS DE REJILLAS EN 1963, POR EL ING. MANUEL ALVARO FLORES, PARA LA COBERTURA COMPLETA DE LAS AGUAS PLUVIALES PROVENIENTES DE LOS TEJADOS DE LAS CONSTRUCCIONES CON LOS DISEÑOS DE LAS ADMINISTRACIONES Y LOS COEFICIENTES DE REJILLAS DE LOS MATERIALES DE LAS REJILLAS

REJILLAS CONVENCIONALES CON UN DISEÑO DE REJILLA DE 100 X 100 MM Y UN ESPESOR DE 10 MM CON UN COEFICIENTE DE REJILLA DE 0.010

Diferencia nominal en mm	Intensidad de la precipitación para los primeros cinco minutos de duración expresados en mm/hora					
	75	100	125	150	175	200
50	47	33	34	20	25	22
64	92	69	55	46	39	35
75	164	123	99	82	70	62
100	339	254	204	170	145	127
150	984	738	590	492	422	369
200	2,355	1,616	1,293	1,073	923	808
250	5,840	4,287	3,409	2,824	2,449	2,133

REJILLAS CONVENCIONALES CON UN DISEÑO DE REJILLA DE 100 X 100 MM Y UN ESPESOR DE 10 MM CON UN COEFICIENTE DE REJILLA DE 0.010 FACTOR PARA EL PERIODO DE DIFUSION = 1.6152 (VALOR DE LA TABLA 8.14 DE LA CANTIDAD 1.1)

Diferencia nominal en mm	Intensidad de la precipitación para los primeros cinco minutos de duración expresados en mm/hora					
	75	100	125	150	175	200
50	93	69	56	46	40	35
64	149	112	89	74	64	56
75	266	199	159	131	114	100
100	548	411	329	274	235	206
150	1,589	1,192	953	793	681	596
200	3,467	2,600	2,080	1,733	1,486	1,300
250	6,217	4,662	3,730	3,108	2,661	2,331

del Manual de Agua y Saneamiento (1969)

TABLA 8.3

EXISTENCIAS MINIMAS MAS INTENSAS DE LAS REJILLAS CONVENCIONALES EN LOS PAISES DE AMERICA LATINA EN 1963, POR EL ING. MANUEL ALVARO FLORES, PARA LA COBERTURA COMPLETA DE LAS AGUAS PLUVIALES PROVENIENTES DE LOS TEJADOS DE LAS CONSTRUCCIONES CON LOS DISEÑOS DE LAS ADMINISTRACIONES Y LOS COEFICIENTES DE REJILLAS DE LOS MATERIALES DE LAS REJILLAS

REJILLAS CONVENCIONALES CON UN DISEÑO DE REJILLA DE 100 X 100 MM Y UN ESPESOR DE 10 MM CON UN COEFICIENTE DE REJILLA DE 0.010

Diferencia nominal en mm	Intensidad de la precipitación para los primeros cinco minutos de duración expresados en mm/hora									
	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
50	72	54	41	36	31	27	24	21	18	16
64	139	102	78	65	56	49	43	38	33	29
75	255	191	148	122	107	93	81	71	62	54
100	522	392	301	241	201	174	151	133	116	101
150	1,520	1,112	873	700	580	490	420	360	310	270
200	3,620	2,652	2,101	1,700	1,440	1,230	1,060	910	780	680
250	7,980	5,862	4,601	3,740	3,140	2,680	2,310	1,980	1,710	1,480
300	14,100	10,362	8,001	6,540	5,540	4,740	4,060	3,480	2,980	2,580

REJILLAS CONVENCIONALES CON UN DISEÑO DE REJILLA DE 100 X 100 MM Y UN ESPESOR DE 10 MM CON UN COEFICIENTE DE REJILLA DE 0.010 FACTOR PARA EL PERIODO DE DIFUSION = 1.6152 (VALOR DE LA TABLA 8.14 DE LA CANTIDAD 1.1)

REJILLAS CONVENCIONALES CON UN DISEÑO DE REJILLA DE 100 X 100 MM Y UN ESPESOR DE 10 MM CON UN COEFICIENTE DE REJILLA DE 0.010 FACTOR PARA EL PERIODO DE DIFUSION = 1.6152 (VALOR DE LA TABLA 8.14 DE LA CANTIDAD 1.1)

REJILLAS CONVENCIONALES CON UN DISEÑO DE REJILLA DE 100 X 100 MM Y UN ESPESOR DE 10 MM CON UN COEFICIENTE DE REJILLA DE 0.010 FACTOR PARA EL PERIODO DE DIFUSION = 1.6152 (VALOR DE LA TABLA 8.14 DE LA CANTIDAD 1.1)

Diferencia nominal en mm	Intensidad de la precipitación para los primeros cinco minutos de duración expresados en mm/hora									
	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
50	116	87	66	56	48	41	36	31	27	24
64	181	134	104	86	74	64	56	49	43	38
75	331	246	188	155	133	114	99	86	75	66
100	682	512	399	321	271	234	201	174	151	133
150	1,970	1,422	1,101	900	750	630	540	460	390	340
200	4,420	3,252	2,501	2,000	1,680	1,440	1,230	1,060	910	780
250	9,780	7,162	5,501	4,440	3,740	3,140	2,680	2,310	1,980	1,710
300	17,100	12,562	9,601	7,840	6,540	5,540	4,740	4,060	3,480	2,980

TABLA 8.4

1.- BAJAS PARA EL DISEÑO DE LAS BAJADAS PLUVIALES DE ACUMULO CON LAS ESTACIONES REALIZADAS EN 1981, POR EL ING. MANUEL A. DE ANDA Y FIGUEROA, PARA LA CORRECTA CONDUCCION DE LAS AGUAS PLUVIALES PROVENIENTES DE TECHOS DE CONSTRUCCIONES CON DIAMETROS INTERIORES RELATIVAS ADICIONALES Y CORRIENTES DE REGULARIDAD DE MATERIALES DE TERRELLAS

BAJADAS CON TUBO DE FIBRA DE VIDRIO LLENAS A LA CUARTA PARTE DE SU CAPACIDAD CON Y=0.013

Diametro nominal en mm	Intensidad de precipitacion para los primeros cinco minutos de un momento de tormenta expresados en mm/hora	75	100	125	150	175	200	225
30	Superficie a drenar en metros cuadrados	41	31	25	20	18	15	14
100		239	194	156	130	111	97	86
150		751	519	451	376	322	282	250
200		1625	1219	975	813	697	609	542
250		2954	2216	1773	1477	1266	1108	985

De Anda y de Figuereroa, Ing. Manuel A. de Anda y Figuereroa

BAJADAS PLUVIALES CON TUBO DE FIBRA DE VIDRIO LLENAS A LA CUARTA PARTE DE SU CAPACIDAD CON Y=0.013

FACTORES PARA DETERMINAR LA COEFICIENTE DE DILATACION EN EL TUBO DE FIBRA DE VIDRIO A 114 DE CALIDAD A 1

Diametro nominal en mm	Intensidad de la precipitacion para los primeros cinco minutos de un momento de tormenta expresados en mm/hora	75	100	125	150	175	200	225
30	Superficie a drenar en metros cuadrados	66	49	40	33	28	25	22
100		419	314	251	209	180	157	140
150		1214	910	728	607	520	455	405
200		2625	1969	1575	1313	1125	984	875
250		4712	3579	2863	2386	2045	1790	1591

- Notas
- Se recomienda utilizar las bajadas de fibra de vidrio de calidad A 114 de calidad A 1.
  - Para detalles de las bajadas de fibra de vidrio ver el manual de especificaciones de las bajadas de fibra de vidrio de la empresa fabricante.
  - En la determinación de la capacidad de drenaje de las bajadas de fibra de vidrio se ha considerado un coeficiente de dilatación de 0.013.
  - Para el cálculo de la capacidad de drenaje de las bajadas de fibra de vidrio se ha considerado un coeficiente de dilatación de 0.013.
  - El coeficiente de dilatación de las bajadas de fibra de vidrio es de 0.013.
  - El coeficiente de dilatación de las bajadas de fibra de vidrio es de 0.013.
  - El coeficiente de dilatación de las bajadas de fibra de vidrio es de 0.013.
  - El coeficiente de dilatación de las bajadas de fibra de vidrio es de 0.013.

TABLA 8.5 SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES LLENAS A LA CUARTA PARTE

DIAMETRO DE LA BAJADA (mm)	INTENSIDAD MÁXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS				
	75 mm/hr	100 mm/hr	125 mm/hr	150 mm/hr	200 mm/hr
50	50 m <sup>2</sup>	38 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>
63	91 m <sup>2</sup>	68 m <sup>2</sup>	55 m <sup>2</sup>	46 m <sup>2</sup>	34 m <sup>2</sup>
75	148 m <sup>2</sup>	111 m <sup>2</sup>	89 m <sup>2</sup>	74 m <sup>2</sup>	56 m <sup>2</sup>
100	320 m <sup>2</sup>	240 m <sup>2</sup>	192 m <sup>2</sup>	160 m <sup>2</sup>	120 m <sup>2</sup>
125	580 m <sup>2</sup>	435 m <sup>2</sup>	348 m <sup>2</sup>	290 m <sup>2</sup>	217 m <sup>2</sup>
150	943 m <sup>2</sup>	707 m <sup>2</sup>	566 m <sup>2</sup>	471 m <sup>2</sup>	354 m <sup>2</sup>
200	2030 m <sup>2</sup>	1523 m <sup>2</sup>	1218 m <sup>2</sup>	1015 m <sup>2</sup>	761 m <sup>2</sup>

NOTA - La capacidad de las bajadas, llenas a la tercera parte de su sección transversal, se obtiene multiplicando las superficies de la tabla por 1.6152

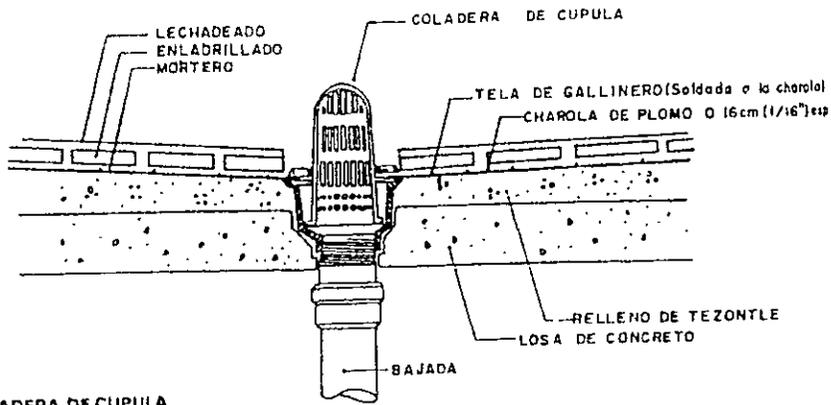
TABLA 8.6 DESAGUES A TUBO LLENO Y AL 1% DE PENDIENTE

DIÁMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)	GASTO EN (l/s)	SUPERFICIE DESAGUADA EN m <sup>2</sup>	
			a 150 mm/h	a 100 mm/h
100	0.570	4.477	107	161
150	0.747	13.199	317	475
200	0.905	28.425	682	1023
250	1.050	51.539	1237	1655
300	1.186	83.807	2011	3017
375	1.376	151.95	3647	5470
450	1.554	247.09	5930	8895
600	1.882	532.14	12771	19157
750	2.184	964.84	23156	34734
900	2.466	1569.90	37654	56482
1050	2.733	2366.60	56799	85199
1200	2.968	3378.90	81094	121640
1500	3.467	6126.40	147032	220549

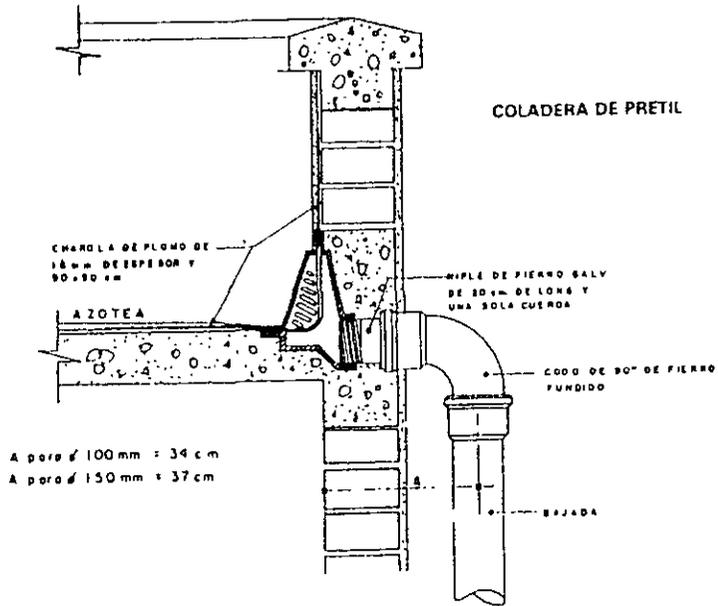
NOTA - Para otras pendientes, los valores de la velocidad y gasto se obtienen multiplicando estos datos por la raíz cuadrada de la pendiente



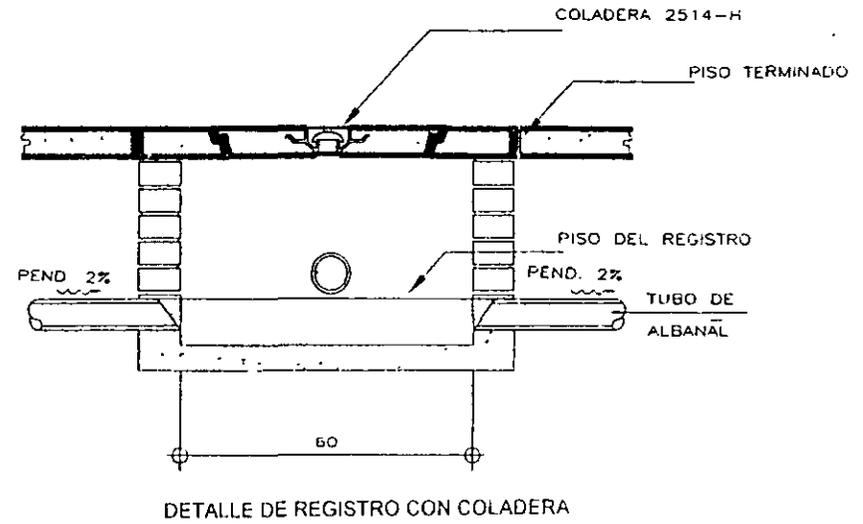
FIGURA 8.5 COLADERAS PLUVIALES EN AZOTEAS



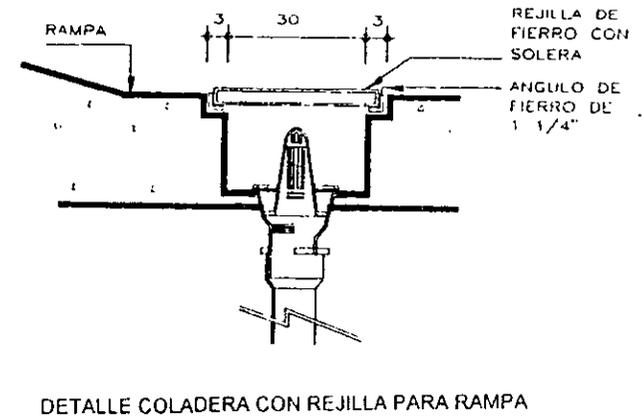
COLADERA DE CUPULA



COLADERA DE PRETIL



DETALLE DE REGISTRO CON COLADERA



DETALLE COLADERA CON REJILLA PARA RAMPA

FIGURA 8.6

FIGURA 8 7 DESAGUE EN JARDINES

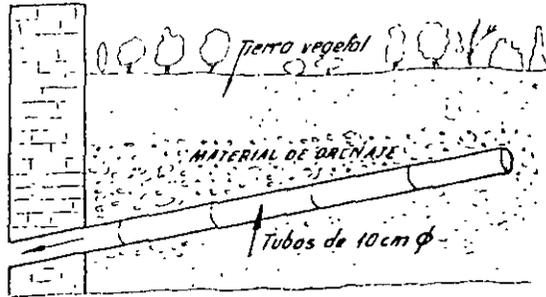
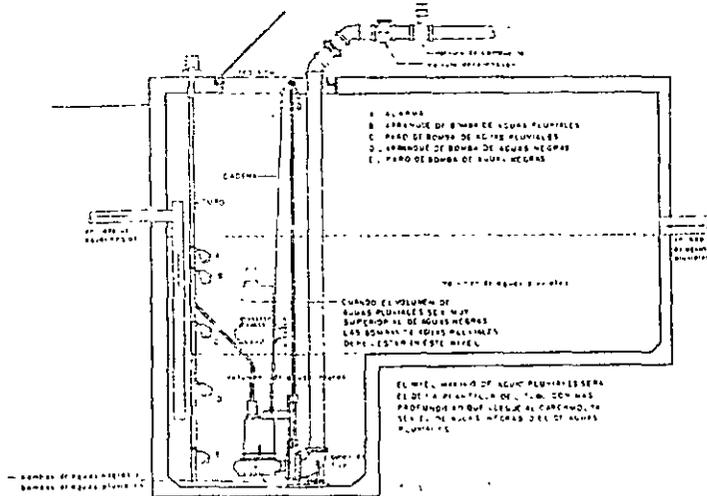


FIGURA 8 8 Corte de cárcamo de bombeo de aguas negras y pluviales con bombas sumergibles



# INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

## CAPITULO 9 INSTALACIONES DE GAS

- 9.1 GENERALIDADES SOBRE LOS GASES
- 9.2 HIDROCARBUROS
- 9.3 FLUJO DE GAS EN LAS TUBERIAS
- 9.4 CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO DE GAS LP
- 9.5 MATERIALES Y ARTEFACTOS NECESARIOS PARA LAS INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO
- 9.6 RED DE DISTRIBUCION
- 9.7 APARATOS DE CONSUMO
- 9.8 RECIPIENTES
- 9.9 REGULADORES DE PRESION
- 9.10 PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO

### INTRODUCCION

Dentro de los combustibles fósiles, se encuentran los hidrocarburos como el gas natural y el gas LP (licuado de petróleo); en nuestro país con grandes recursos petroleros, lo ideal es utilizar estos gases en las instalaciones domésticas y en las industriales, evitando así la destrucción de los bosques además disminuyendo la contaminación de la atmósfera, por otra parte su manejo es seguro y práctico, hasta la fecha resulta mas barato como combustible que la energía eléctrica

El gas natural compuesto principalmente por metano, es mas ligero que el aire por lo que se distribuye a los usuarios en forma gaseosa a través de tuberías, a diferencia del gas LP, compuesto principalmente por propano y butano, que se puede licuar a presiones aceptables y en forma económica (7 atmósferas) por lo que se distribuye y almacena mediante recipientes metálicos construidos para soportar la presión interna del gas, así como su manejo en el llenado y distribución

De acuerdo a lo que establece el Artículo 6º inciso d) del Reglamento de la Distribución del Gas, se conoce como "Instalación de Aprovechamiento" a la que consta de recipientes (portátiles o estacionarios), redes de tuberías, conexiones y artefactos de control y seguridad necesarios y adecuados según las "Normas de calidad" que correspondan, para conducir el gas desde los recipientes que lo contienen hasta los aparatos que lo consumen

También de acuerdo a lo dispuesto en este Reglamento en sus Artículos 41, 42, 43 y demás relativos, toda instalación de aprovechamiento debe ser diseñada y calculada por Técnicos Responsables autorizados, la ejecución, operación y mantenimiento de las mismas, deben ser realizadas por "Instaladores Registrados", pero siempre bajo la supervisión de un Técnico Responsable

### 9.1 GENERALIDADES SOBRE LOS GASES

#### LEYES QUE RIGEN A LOS GASES

LEY DE CHARLES, relaciona el volumen con la temperatura

La relación conocida como "Ley de Charles" (así llamada en honor del científico francés que la descubrió, Jacques Alexander César Charles, 1746-1823), dice que el volumen de un gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta, si la presión permanece constante

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Si la presión permanece constante, T significa temperatura absoluta, y V volumen

LEY DE BOYLE, relaciona la presión y el volumen (Robert Boyle, 1627-1691), dice que el volumen de un gas varía inversamente proporcional a la presión que lo soporta, cuando la temperatura es constante.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Si la presión es constante, P significa presión absoluta

Las leyes de Boyle y de Charles pueden ser combinadas proporcionando así una relación entre la presión, el volumen y la temperatura de una cantidad determinada de un gas.

Esta relación, que se conoce como la "Ley General de los Gases", se expresa como sigue

LEY GENERAL DE LOS GASES (BOYLE Y MARIOTTE)

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Esta Ley de BOYLE Y MARIOTTE es conocida por la relación que guarda sus factores entre sí. (Edmé Mariotte, 1620-1684)

Esta fórmula es casi, exactamente correcta para cualquier gas o mezcla de gases. Sin embargo cuando un gas está cerca de su temperatura de licuación, no se comporta de acuerdo a la Ley General de los Gases. Un pequeño incremento de la presión licuará el gas, reduciendo su volumen enormemente. Esta propiedad hace posible el uso de los gases licuados de petróleo, como el propano, el butano y sus mezclas, no así el gas natural (metano) que sería muy costoso licuarlo

LEY DE AVOGADRO Físico italiano, Amadeo Avogadro (1776-1856) Dice que volúmenes iguales de gases cualesquiera, en iguales condiciones de presión y temperatura, contienen el mismo número de moléculas

## 9.2 HIDROCARBUROS

### Carbono, Hidrógeno

Los hidrocarburos son cuerpos compuestos de carbono e hidrógeno exclusivamente. El hidrógeno es un gas incoloro, inodoro e insípido, muy difícilmente licuable. Es la sustancia más ligera que se conoce. Se encuentra muy poco en la naturaleza en estado de libertad. Lo expulsan algunos volcanes y pozos petroleros, si bien mezclados con otros gases. Abunda combinado, forma parte del agua, de los ácidos e hidróxidos, de los organismos

vegetales animales y del petróleo

El carbono es un elemento no metálico, que se encuentra en la naturaleza en combinación con todas las sustancias vegetales y animales (materia orgánica) y con muchos minerales

Los porcentajes de carbono e hidrógeno que forman cada compuesto tienen importancia decisiva en el comportamiento de cada hidrocarburo, sus propiedades varían a medida que cada compuesto tiene mayor número de carbonos.

El átomo de carbono se representa por un núcleo central, rodeado de cuatro antenas llamadas valencias, susceptibles de retener cuatro átomos de hidrógeno, por lo que se dice carbono tetravalente

Por la combinación entre sí de los átomos, de carbono y por la fijación de los átomos de hidrógeno sobre las antenas o valencias, se forman un gran número de hidrocarburos

El primero, es el formado por un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno  $CH_4$  y recibe el nombre de Metano

El segundo, está formado por la combinación de dos de carbono y seis de hidrógeno  $C_2H_6$  se le conoce como Etano

El tercero, se obtiene por la combinación de tres de carbono y ocho de hidrógeno  $C_3H_8$  se llama Propano

El cuarto, se obtiene con cuatro átomos de carbono y 10 de hidrógeno  $C_4H_{10}$  conocido como Butano

Después el Pentano con cinco carbonos y 12 hidrógenos, el Hexano con 6 carbonos y 14 hidrógenos, el Heptano con 7 y 16 y el Octano con 8 y 18.

De manera general corresponde a la fórmula de los hidrocarburos saturados,



Los cuatro primeros hidrocarburos se encuentran a la temperatura ordinaria y a presión atmosférica, en estado gaseoso. Los dos primeros, metano y etano forman lo que se conoce como gas natural, el propano y el butano los dos segundos, reciben el nombre de gas licuado de petróleo, (gas L.P.), cuando el número de átomos de carbono son más de cuatro, se encuentran en estado líquido a las condiciones ordinarias de presión y temperatura, formando los compuestos que conocemos con el nombre de gasolina, petróleo diáfano, diesel, etc

Vienen después los que son más viscosos que los anteriores, los aceites lubricantes hasta llegar a ser sólido como las parafinas, grasas y finalmente los asfaltos

Los combustibles derivados del petróleo para uso doméstico son los gases metano y etano que corresponde al gas natural y el propano y butano al gas L.P., analizaremos sus características comparativas

### Gas L.P. y Natural

El concepto Gas L.P. o gas Licuado de petróleo denomina a los productos que están compuestos principalmente por cualquiera de los siguientes hidrocarburos o mezclas de ellos. Propano, Propileno, Butano (normal e isobutano) y Butilenos

El gas L.P. se obtiene al refinar el petróleo y es único entre los combustibles comúnmente usados, porque bajo presiones moderadas y a la temperatura ordinaria, puede ser transportado y almacenado en forma líquida, pero cuando se libera a la presión atmosférica y a temperatura relativamente baja, se evapora y puede ser manejado y usado como gas. Por estar almacenado en forma líquida, recibe el nombre de "Gas Licuado de Petróleo" y comercialmente Gas L.P.

Gracias a que las mezclas propano-butano se puede licuar a bajas presiones, es posible almacenar este producto en recipientes del orden de un millón de litros. En las plantas de almacenamiento y distribución se embotella el gas L.P. en recipientes más pequeños de 4, 6, 10, 20, 30 y 45 kilogramos, con objeto de facilitar su transporte y distribución para aprovecharlo como combustible en usos domésticos, comerciales e industriales

#### Sistema de aprovechamiento de gas L.P

Consta de recipientes portátiles, controladores de presión y redes de tuberías apropiadas para conducir gas a los aparatos que lo consumen en la cantidad, y a la presión requerida

El Gas Natural es un combustible, compuesto de hidrocarburos, que se encuentran en forma natural en yacimientos en el subsuelo. El gas natural consiste en su mayor proporción de los dos hidrocarburos más ligeros Metano y Etano, (gases no licuables a temperatura ordinaria y bajo presiones débiles)

Su conducción se efectúa en estado de vapor por tuberías, desde su lugar de origen hasta el de consumo a presiones variables

#### Sistema de distribución de gas natural

Comprende la red de tuberías apropiadas para conducir el gas desde el medidor de la compañía suministradora, instalado en el límite del predio, hasta los aparatos que lo consumen en la cantidad y a la presión requerida

### PRESION DE VAPOR

Se entiende por presión de vapor la presión interna de un líquido, formada por el choque de sus moléculas

El gas L.P., se almacena y se transporta en estado líquido, sin embargo se consume en estado de vapor. Analicemos como sucede esta transformación

En todos los cuerpos las moléculas que los forman están en movimiento, es decir, no están fijas. En cuerpos sólidos las moléculas están relativamente próximas una a otras y se mueven despacio, si calentamos ese sólido, las moléculas se mueven más aprisa y tienden a separarse, cuando están suficientemente separadas, las sustancias se "funden o derriten", tomando el estado líquido, si continuamos calentando aún más ese líquido, las moléculas se moverán todavía más aprisa y se alejarán más entre sí, hasta que el líquido hierva y forme el gas.

Estos procesos pueden ser invertidos y al bajar la temperatura lo suficiente, el vapor se condensará en líquido y con nueva reducción de temperatura ese líquido tomará el estado sólido

Las moléculas de un líquido están en constante movimiento, aunque con una velocidad menor a las de los gases. Como un líquido presenta una superficie libre, algunas moléculas atraviesan esta superficie fugándose del líquido. Si el recipiente es cerrado las moléculas se irán acumulando gradualmente en el espacio libre y al ir aumentando presentarán una tendencia a regresar al líquido

Cuando el número de moléculas que se libera del líquido es igual al que regresa, se dice que la fase gaseosa y la fase líquida están en equilibrio

Los impactos de las moléculas en las paredes del recipiente ejercen fuerzas sobre las mismas, que expresadas por unidad de área recibe el nombre de presión de vapor, o para mayor interpretación, es la presión ejercida por el gas encerrado cuando éste se haya en presencia de fase líquida

Un líquido hierve cuando su presión de vapor alcanza a la que existe encima de su superficie libre, es decir se igualan presiones de vapor y líquido. Ejemplo el agua al nivel del mar a 45° de latitud y 100° C tienen una presión de vapor de 760 milímetros de mercurio, 10.33 metros de agua, o 1.033 kilogramos por centímetro cuadrado, puesto que es la presión en la cual se mantiene el equilibrio entre la presión externa y la presión interna

Para que un líquido se evapore intervienen tres factores fundamentales: primero la temperatura, a mayor temperatura mayor grado de evaporación, segundo la presión, a menor presión externa (vacío) mayor grado de evaporación, tercero la superficie, a mayor superficie de líquido en contacto del vapor mayor velocidad de evaporación, por ello, para aumentar la evaporación se requieren elementos que calienten, es decir, aumenten la temperatura de los cilindros o recipientes

Cuando se succiona el vapor en un recipiente cerrado, conteniendo vapor y líquido, el líquido hierve a menor temperatura y en menor tiempo, siempre y cuando la succión no

ocasiona una baja temperatura tal, que el gasto requerido no sea proporcionado por enfriamiento excesivo o congelación del líquido

La presión de vapor de un líquido en un recipiente abierto, se alcanza más lentamente que en un cerrado y requiere más calor que aquel

También se puede aumentar el flujo aumentando la superficie del líquido, llamada superficie de evaporación, colocando más cilindros o tanques estacionarios y en el caso particular de los recipientes verticales interesa fundamentalmente su posición para una mayor superficie de evaporación

Si el butano, en estado de vapor lo almacenamos en un recipiente cerrado y se desciende la temperatura, se podrá comprobar que a menos 0.5 grados centígrados se licúa o en un día de invierno que registre esta temperatura o menor, podemos manejar el butano en estado líquido en recipientes abiertos, así como estamos acostumbrados a manejar el agua. Si lo mismo queremos hacer con el propano veremos que se requiere descender la temperatura a -42°C para tenerlo líquido

Se le denomina temperatura de condensación si se esta pasando del estado gaseoso al líquido, pero si se pasa del estado líquido al gaseoso se llama temperatura de ebullición.

Por ejemplo Un tanque de 45 kilos de Gas L.P. tiene una sección circular de 1077 centímetros cuadrados aproximadamente y en posición vertical, esta sección permanece constante, conforme el nivel del líquido va bajando en el interior del recipiente

En cambio en un cilindro acostado y con un tubo de profundidad para la válvula, el área llega hasta el máximo proporcional a las dimensiones del cilindro

CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y TERMICAS DE LOS HIDROCARBUROS

OLOR Y COLOR

Por su naturaleza, el gas L.P., y el Natural carecen de olor y color.

Sin embargo para anunciar su presencia se ha optado por odorizarlo utilizando para ello un aroma penetrante molesto conocido con el nombre de **Mercaptano**, sustancia también carente de color.

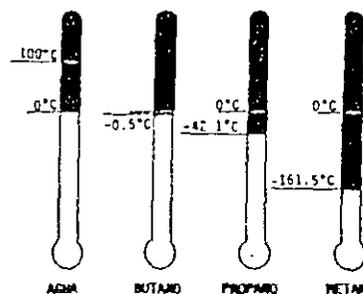
Esta sustancia se mezcla total y libremente con el gas y no es venenosa, no reacciona con los metales comunes y es inofensiva a los diafragmas de los reguladores

Su olor es tan penetrante que basta poner en cada litro de gas líquido, sólo una gota de mercaptano

EBULLICION

Punto de ebullición de una sustancia es la temperatura a la cual cambiará del estado líquido al gaseoso

Agua	100°C	212°F
Butano	-0.5°C	31.1°F
Propano	-42.1°C	-43.4°F
Metano	-161.5°C	-258.7°F



PUNTO DE EBULLICION

Independientemente de que el gas L.P. se encuentre por arriba de su temperatura de ebullición no podrá hervir, ya que está sometido a una presión mayor que la atmosférica por encontrarse en un recipiente cerrado, donde se produce un equilibrio entre las fases líquida y gaseosa. Pero si esa presión se baja a la atmosférica abriendo la válvula de servicio del tanque, el gas empezará su ebullición tumultuosa. Al cerrar la válvula se empezará a generar otra vez el equilibrio entre las fases líquido-vapor.

Esa propiedad es la que nos permite almacenar el gas L.P. en estado líquido y aprovecharlo en estado gaseoso

El cambio de un fluido de estado líquido al estado gaseoso requiere energía, por lo que va acompañado de una absorción de calor, es decir se registra un descenso de temperatura; por eso, si ponemos en la mano unas gotas de alcohol o de éter que se volatizan rápidamente se siente la sensación de frialdad, porque está absorbiendo calor de la mano. Para enfriar un líquido, lo soplamos porque la corriente de aire que se lanza, evapora una parte del líquido y así se produce un descenso de temperatura. Al salir del agua del mar, se siente frío, por la rápida evaporación del agua que producen las corrientes de aire: el calor requerido por el agua para evaporarse es tomado del cuerpo

Tratándose de gas L.P. en estado líquido, ya sea propano o una mezcla de éste con butano, también absorberá calor en su paso al estado gaseoso. Sólo que como estos gases tienen una temperatura de ebullición por abajo de 0°C, ese calor se obtiene directamente de la atmósfera ambiente.

VAPORIZACION DEL LIQUIDO

El líquido tiene almacenada en si cierta cantidad de calor, de esa cantidad de calor se utiliza la necesana para vaporizar el volumen de líquido, pero claro está que al usar esa cantidad, la temperatura del líquido descenderá y sólo se podrá recuperar calor de la única fuente que se dispone que es el calor de la atmósfera ambiente, que llega hacia el líquido por el único camino disponible, o sea las paredes del tanque que estén bañadas por líquido(perímetro mojado).

Si la velocidad con que el líquido recupera calor, es igual o similar a la velocidad con que la pierde no hay problema, pero si esto no sucede, empezará a descender la temperatura del líquido por abajo de los 0°C y se podrá apreciar la congelación de la humedad del aire en el área del recipiente que está en contacto con el gas L.P. en estado líquido. Este problema se resuelve aumentando la capacidad de almacenamiento.

Naturalmente, existen fórmulas para calcular la cantidad de vaporización de un recipiente y si contamos con el cálculo del consumo de los aparatos de que consta una instalación, podemos determinar la capacidad del recipiente a utilizar.

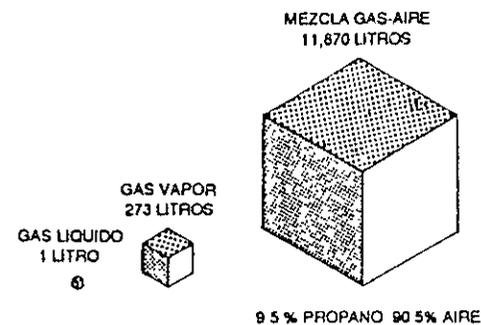
RELACION DE EXPANSION, LIMITES

La gasolina y otros líquidos inflamables similares, permanecen líquidos cuando están a presión atmosférica excepto por una pequeña vaporización que se va produciendo con el aire, pero el propano y el butano cuando se saca del recipiente, rápidamente se expande transformándose de líquidos a gases.

Cuando los gases licuados de petróleo, son derramados al aire libre, fácilmente se expanden y se mezclan con el aire, llegando a formar mezclas inflamables.

Un litro de propano líquido, en una proporción de 9.5% y 90.5% de aire, se convierten, primero el litro en 273 lts de vapor y mezclados con el aire en 11,870 litros de mezcla inflamable.

La expansión de los gases que se están quemando puede ser tan rápida que su fuerza será casi tan violenta como la de una explosión, aún cuando los gases no estén confinados dentro de una área cerrada, de ahí, la importancia que tiene evitar cualquier fuga de gas en estado líquido.



COMBUSTION, OXIDACION Y EXPLOSION

Cuando se mezcla en forma controlada un gas combustible con el oxígeno del aire y en presencia de una fuente de ignición, el resultado será una combustión y esta solamente puede existir cuando se juntan estos tres elementos (triángulo de fuego), si aislamos cualquiera de ellos jamás se podrá efectuar una combustión.

Recibe el nombre de **combustión**, el proceso por el cual el combustible se combina en forma rápida con el oxígeno (también llamado carburante) con desprendimiento de luz y calor, se dice que se efectúa en forma rápida para diferenciarlo de otros procesos, el lento, comúnmente llamado **oxidación** y el ultra rápido ó instantáneo se llama **explosión**.

Generalmente, cuando se realiza una combustión es con el objeto de aprovechar su calor, por eso es importante medir la cantidad de calor que producen los combustibles.

MEZCLA INFLAMABLE, EXPLOSIVA Y CARBURADA

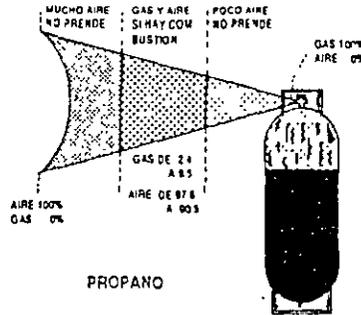
La diferencia entre una mezcla inflamable y una mezcla explosiva depende de la cantidad y localización de la mezcla en el momento de la ignición. Por ejemplo: si una mezcla correcta de gas y de aire pasa por un tubo venturi a las espesas de salida del quemador, esta mezcla arderá en el momento en que se encienda, continuando igual mientras el quemador siga proporcionando gas correctamente, es decir es una **mezcla carburada**.

Si la mezcla se confina dentro de un área sin ventilación, como un cuarto ó un sótano, un edificio, el interior de un horno o en algún area baja, se tornará **explosiva** y si se enciende explotará. Sin embargo, si la mezcla de gas y aire se vuelve demasiado pobre o demasiado rica en contenido de gas no podrá explotar. Estas dos diferentes condiciones son lo que se llama **limites de inflamabilidad** y se dividen en "límite inferior" y "límite superior" que se miden por porcentajes de contenido.

Por ejemplo, si de propano tenemos un 2.4% de gas y un 97.6% de aire, la mezcla será inflamable, es decir que, al tener contacto la mezcla con una flama o chispa, necesariamente se encendería, pero si la mezcla está por debajo del límite inferior, o sea con un contenido de gas de menos del 2%, entonces la mezcla se tomará no inflamable

Ahora bien, si la mezcla se encuentra por encima del límite superior de inflamabilidad, o sea que contenga más del 9.5% de gas y menos del 90.5% de aire, tampoco será inflamable por ser demasiado rica, hasta no encontrar una corriente de aire que empobrezca la mezcla volviéndola al límite de inflamabilidad

Entre los límites inferior y superior, existe un porcentaje de mezcla que recibe el nombre de "mezcla carburada"



CARACTERISTICAS DE LA COMBINACIÓN AIRE-GAS

UNIDADES DE MEDICION DE CALOR

La unidad para medir el calor en el sistema métrico decimal, se llama caloría y se define como la cantidad de calor necesaria para elevar un grado la temperatura de un gramo de agua, de 15° a 16° centígrados. Se elige este intervalo, porque es donde se obtiene el valor medio de las cantidades de calor necesarias para elevar grado a grado centígrado la

temperatura de un gramo de agua desde cero a cien grados. Generalmente, a esta unidad se le designa con el nombre de caloría pequeña o caloría gramo, para diferenciarla de la caloría grande o kilocaloría, que es mil veces mayor que ella, o sea, la cantidad de calor necesaria para elevar un grado centígrado la temperatura de un kilogramo de agua

En el sistema británico, la unidad correspondiente es la unidad térmica británica (British Thermal Unit), que se representa por las iniciales B.T.U. de su nombre en inglés. Se define, como la cantidad de calor necesaria para elevar un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua

PODER CALORIFICO

Conociendo las unidades para medir el calor que produce un combustible en una combustión, el calor que se desarrolla se mide por la unidad de peso o de volumen, en otras palabras, se dice que el "poder calorífico" de un combustible es la cantidad de calorías capaz de producir por cada gramo, kilogramo, litro o metro cúbico

Para los cuerpos sólidos o líquidos, el poder calorífico se toma teniendo en cuenta las calorías producidas en la combustión de un kilogramo de combustible, para los gases se toma la unidad de volumen o sea el metro cúbico

Los valores de los poderes caloríficos de los cuerpos, sirven para determinar el consumo de combustibles, ya que dividiendo la cantidad total de calorías necesarias para una operación, entre el poder calorífico del combustible obtendremos su consumo.

Poder calorífico de combustibles (en estado gaseoso a las condiciones de una atmósfera de presión y una temperatura de 20°C)

Gas Natural	8,460	kilo caloría por metro cúbico
Propano	17,375	
Butano	22,244	

Poder calorífico de combustibles (en estado líquido)

Propano	12,000	kilo caloría por kilogramo
Butano	11,800	
Gasolina	10,900	
Petróleo diáfano	10,650	
Diesel	10,300	

El gas L.P., no es peligroso cuando se maneja con cuidado, lo podemos comparar con manejar un vehículo, ya que si se maneja imprudentemente y sin conocer debidamente sus características puede ser muy peligroso y hasta mortal

DENSIDAD RELATIVA

Existen gases más ligeros y más pesados que el aire, los más ligeros se pueden apreciar en los globos y los humos que ascienden, a los más pesados como el anhídrido carbónico, tienden a depositarse en la superficie del suelo. A la comparación de la cantidad de materia de un gas con respecto al aire se le llama "densidad relativa"

En los hidrocarburos gaseosos, el gas L.P. es más pesado que el aire, el gas natural es más ligero. Si comparamos el peso del gas L.P. con respecto al aire tenemos que la densidad relativa del propano es de 1.522, la densidad relativa del butano es de 2.006. Es decir, que el propano pesa 1.52 veces más que el aire y el butano lo doble del peso del aire.

Lo contrario sucede con el gas natural ya que su densidad relativa es de 0.61, valor que indica que pesa menos que el aire, esta característica que tiene el gas natural le permite ser manejado con gran seguridad, ya que cualquier fuga del mismo tenderá a elevarse y a disolverse en la atmósfera.

El gas L.P. por ser más pesado que el aire, una vez que ha escapado, si no existe una corriente de aire que lo disipe se extiende pegado al suelo, acumulándose en mezclas explosivas y con grandes posibilidades de encontrar una fuente de ignición que lo encienda.

Podemos decir que un litro de propano pesa 508.9 gr. y de butano 582.4 gr. Las densidades mencionadas se han calculado para una temperatura de 15.5°C es decir 60°F, como los volúmenes se dilatan o contraen con los cambios de la temperatura, los valores de las densidades serán diferentes.

VOLUMEN ESPECIFICO

Es la recíproca de la densidad y se expresa como la cantidad de centímetros cúbicos de espacio ocupado por un gramo de sustancia o metros cúbicos por kilogramo masa.

CARACTERISTICAS DE LOS GASES

Para efectos de cálculo en las instalaciones de gas licuado de petróleo (L.P.), se considerará la densidad relativa del butano (2.0) y los poderes caloríficos del propano (22 244 kcal/m<sup>3</sup> y 6006 kcal/lt), ya que nunca se puede saber cuáles son los valores reales de la mezcla, que proporciona o surte PEMEX, debido a que la NOM-086-ECOL-1994 "Especificaciones que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en las fuentes fijas y móviles" establece únicamente los porcentajes máximos y mínimos que deben tener los componentes del Gas LP, lo mismo ocurre con la norma de emergencia NOM-EM-118-ECOL-1997 "Especificaciones que debe reunir el Gas LP que se utiliza en las fuentes fijas ubicadas en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México" (ver Capítulo 11 Anexos)

En la Tabla siguiente se indican las características de los principales gases que integran el gas LP (propano y butano), así como las del gas natural (metano)

CARACTERISTICAS DE LOS GASES

CARACTERÍSTICA	GAS LICUADO DE PETROLEO		GAS NATURAL
	PROPANO	BUTANO	
Densidad relativa del gas con respecto al aire (aire=1)	1.522	2.006	0.61
Densidad del liquido con respecto al agua (agua = 1)	0.508	0.584	
Temperatura de ebullición al nivel del mar, en °C	-42.1	-0.5	-161.5
Relación de expansión de liquido a vapor	273	234	
Poder calorífico promedio del gas a 15.6°C y a una atmósfera de presión absoluta, en kcal/metro cúbico	22 244	28 800	8 460
Poder calorífico promedio del liquido a 15.6 °C y a una atmósfera de presión absoluta, en kcal/litro	6 006	6 739	

El gas natural es un combustible muy seguro: 1º porque minimiza de manera mas clara los riesgos en su manejo, ya que no se almacena, sino que fluye en las tuberías, 2º es más ligero que el aire, por lo que no se concentra y por ello es menor el riesgo de una explosión, 3º prácticamente no contamina, pues su combustión produce CO<sub>2</sub> y agua y 4º no contiene azufre por lo que produce menos corrosión en los aparatos en que se emplea.

La viscosidad expresa la dificultad con que un fluido fluye cuando es movido por una fuerza exterior. El coeficiente de viscosidad absoluta o simplemente la viscosidad absoluta de un fluido es una medida de su resistencia a la deformación interna. Las mieles son fluidos de gran viscosidad, el agua comparativamente es menos viscosa y la viscosidad absoluta de los gases es pequeña comparada con la del agua.

9.3 FLUJO DE GAS EN LAS TUBERIAS

TEORIA DE FLUJO

El método más comúnmente usado para trasladar fluidos de un punto a otro es forzándolo a fluir a través de un sistema de tuberías. La tubería de sección circular es la más

frecuentemente usada por que su forma no solamente ofrece fuerza estructural sino mayor área seccional por unidad de superficie en sus paredes que cualquier otra sección.

La solución de cualquier problema de flujo requiere el conocimiento de las propiedades físicas del fluido que se va a usar. Los valores exactos de estas propiedades afectan el flujo de los fluidos, y son la viscosidad y la densidad, que han sido establecidas por muchas autoridades que comúnmente usan esos fluidos.

La naturaleza del flujo en la tubería es laminar o turbulento. Si la velocidad es pequeña el flujo es laminar, si el flujo se incrementa gradualmente se vuelve turbulento.

**FORMULA GENERAL PARA EL FLUJO DE FLUIDOS**

El flujo en una tubería va siempre acompañado por la fricción de fluido, al frotarse las moléculas unas con otras y con las paredes interiores de las tuberías, consecuentemente por la pérdida de energía que se efectúa en este trabajo, en otras palabras, debe haber una caída de presión en la dirección del flujo.

La fórmula racional para calcular la caída de presión en una tubería para flujo laminar ó turbulento y en el sistema métrica gravitacional es la siguiente

$$h = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} y$$

h = Caída de presión en kp/m<sup>2</sup>

H = Porcentaje de caída de presión =  $\frac{n\%}{100} p$

p = Presión de trabajo en mm H<sub>2</sub>O=kp/m<sup>2</sup>

f = Coeficiente de fricción; que depende del autor.

L = Longitud de la tubería en metros

D = Diámetros del tubo en centímetros

V = Velocidad del flujo en m/seg

g = Aceleración de la gravedad = 9.8m/seg<sup>2</sup>

y = Peso específico del gas en kp/m<sup>3</sup>

kp = Kilopondio = kilogramo fuerza

$\frac{V^2}{2g} y =$  Energía cinética en kp-m/m<sup>2</sup>= presión dinámica en kp/m<sup>2</sup>

= mm H<sub>2</sub>O (milímetros de columna de agua)

Gasto en volumen

$$Q(m^3/h) = 3600 \frac{seg}{h} \times \frac{V m}{seg} \times \frac{\pi D^2}{4} m^2$$

**FORMULAS DE POLE, DE COX Y DE WEYMOUTH.**

La fórmula del Dr. Pole se utiliza para tuberías a baja presión (27.94 gr/cm<sup>2</sup>)

La fórmula de Cox se utiliza para alta presión (15 kg/cm<sup>2</sup>) y gastos hasta 283 m<sup>3</sup>/hora y diámetros hasta 3" φ (76.2) y la de WEYMOUTH es para alta presión, gastos y diámetros mayores que los señalados para la de Cox.

**BAJA PRESION**

EL DR. POLE consideró un coeficiente de fricción constante f = 0.0256, fórmula de POLE-MONHIER, que es

$$Q = \sqrt{\frac{d^5 h}{2 s l}}$$

En la Dirección General de Normas la fórmula de Pole se usa con la caída de presión (H) en kp/cm<sup>2</sup>, de manera que H = 1000 h, y entonces, llamando C al gasto Q en m<sup>3</sup>/h medido a 15° C y al nivel del mar.

$$C = \sqrt{\frac{1000 d^5 H}{2 s l}} = \sqrt{\frac{500 d^5 H}{s l}} = 70.7 \sqrt{\frac{d^5 H}{s l}}$$

El porcentaje de caída de presión, siempre que no sea mayor de 5%, será entonces, para una presión de trabajo p=279.4 mm H<sub>2</sub>O (o sea 0.028 kp/cm<sup>2</sup>) y una presión de gas en las tuberías de distribución para los aparatos de consumo de 26.36 gr/cm<sup>2</sup> (263.6 mm H<sub>2</sub>O) (Artículo 79 del Reglamento de la Distribución de Gas, Publicado en el "Diario Oficial" de 29 de marzo de 1960)

$$n\% = \frac{100 h}{p} = \frac{100 h}{263.6} = \frac{h}{2.636 d^3} = \frac{2 s l C^2}{2.636 d^3} = \frac{s l C^2}{1.318 d^3}$$

Y si queremos simplificar el cálculo tomando un factor F que depende del diámetro interior del tubo y de la densidad relativa del gas, de tal manera que

$$F = \frac{s}{1.318 d^3} \text{ resultar que}$$



DR POLE

En el cálculo de tuberías se tienen factores autorizados por la D.G.N., que corresponde a tres tipos de tubería de diferentes diámetros, tanto para gas butano como para gas natural, de densidad relativa 2.0 y 0.6 respectivamente. Para gas natural a una presión de gas en las tuberías de 16.89 gr/cm<sup>3</sup>, tenemos

$$F = \frac{0.6}{.8445 d^3} = \frac{0.7105}{d^3}$$

Para butano, que pesa el doble que el aire, s = 2 y entonces

$$F = \frac{2}{1.318 d^3} = \frac{1.51745}{d^3}$$

Se anexa una tabla para diferentes valores de "F" en función de diámetros y material de tuberías comerciales

ALTA PRESION

Cuando se trata de tuberías para la conducción de gas a presiones superiores a la estipulada para baja presión, las caídas de presión no están limitadas al 5% de la presión inicial, sino que pueden ser de cualquier magnitud, siempre que la presión final no sea menor de la requerida a la entrada del regulador secundario, en instalaciones de dos etapas. En estos casos la caída de presión es

$$P_1 - P_2 = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (kp/m^2 = mm H_2O)$$

siendo:

- P<sub>1</sub> = Presión absoluta inicial en kp/m<sup>2</sup>
- P<sub>2</sub> = Presión absoluta final, en kp/m<sup>2</sup>
- D = Diámetro interior del tubo, en metros
- v = La velocidad promedio, en m/seg, del gas, dentro del tubo, a la presión media interior.
- g = Aceleración de la gravedad = 9.8 m/seg<sup>2</sup>
- y = Peso específico promedio del gas dentro del tubo medido en kp/m<sup>3</sup>, para la presión media interior.

En gasto, en volumen, dentro del tubo, y a la presión media interior es, en m<sup>3</sup>/h

$$Q = 3600 \frac{seg}{h} \times v \frac{m}{seg} \times \pi D^2 \frac{m^2}{4} = 30^3 \pi D^2 v$$

pero como se desea saber la cantidad (C) de gas que fluye por el tubo, midiendo dicha cantidad en metros cúbicos por hora, a 15° C y a nivel del mar

$$C Y_0 = Q y$$

siendo Y<sub>0</sub> = Peso del gas en kp/m<sup>3</sup> a 15° C, 760 mm Hg, o sea 10332 kp/m<sup>3</sup>

Pero como el peso específico (y) del gas correspondiente a la presión media interior

$$y = \frac{Y_0}{10332} \times \frac{P_1 + P_2}{2}$$

y entonces  $Q = C \frac{Y_0}{y} = C \frac{Y_0}{\frac{Y_0}{10332} \times \frac{P_1 + P_2}{2}} \times 10332$

o sea  $Q = \frac{10332 \times 2C}{P_1 + P_2} \quad (m^3 \text{ h dentro del tubo})$

y entonces  $Q = \frac{10332 \times 2C}{P_1 + P_2} = 30^3 \pi D^2 v$

por lo que  $v = \frac{10332 \times 2C}{30^3 \pi D^2 (P_1 + P_2)} \quad (m \text{ seg})$

$$v^2 = \frac{(10332)^2 \times 4 C^2 (m^2 / seg^2)}{30^6 \pi^2 D^4 (P_1 + P_2)^2}$$

de lo que resulta la ecuación inicial

$$P_1 - P_2 = f \frac{L}{D^5} \times \frac{y}{2g} \times \frac{(10332)^2 \times 4 C^2}{30^6 \pi^2 (P_1 + P_2)^2}$$

pero como  $y = \frac{Y_0}{10332} \times \frac{P_1 + P_2}{2}$

Al sustituir en la ecuación anterior, queda

$$P_1 - P_2 = \frac{f L y_0 \times 10332 \times C^2}{3^2 \times 10^4 \times g \pi^2 (P_1 + P_2) D^5}$$

de donde resulta

$$C^2 = \frac{3^2 \times 10^4 \times g \pi^2 (P_1 + P_2) D^5}{10332 f L y_0}$$

Pero el gas pesa (s) veces lo que el aire, y como este pesa 1.225 kp/m a 15° C, nivel del mar

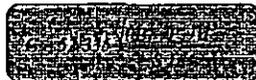
$$y_0 = 1.225 \text{ s}$$

y entonces

$$C = \frac{\sqrt{3^2 \times 10^4 \times g \pi^2 (P_1 + P_2) D^5}}{10332 \times 1.225 f \text{ s}} \times L$$

$$C = \frac{78.7 \sqrt{(P_1 + P_2) D^5 \text{ en m}^3/\text{h}}}{\sqrt{f} \text{ S L}}$$

COX adoptó un valor constante (f=0.0226) para tubo de menos 8 cm de diámetro interior y si ponemos (p) en kp/cm², introduciendo en la ecuación (10⁴ p = P) y (d) en cm,  $\frac{(d - D)}{100}$  nos queda como resultado final (1.5 kg/cm² y Q < 283 m³/h)



COX

en donde

C = Consumo total en m³/h (15°C y 760 mm Hg)

d = Diámetro interior de la tubería en cm

P₁ = presión inicial absoluta en kp/cm²

P₂ = presión final absoluta en kp/cm²

s = densidad relativa del gas (propano 1.5, gas natural 0.6)

L = Longitud en metros

Para tuberías mayores de 76.2 mm de diámetro, se utiliza (para Q > 283 m³/h)



WEYMOUTH

En donde

Q = Flujo de Gas en la tubería (15.6°C y 760 mm Hg), en m³/h

T₀ = Temperatura absoluta a la cual el flujo se reduce

P₀ = Presión a la cual el flujo se reduce 1.035 kg/cm²

P₁ = Presión inicial absoluta, en kg/cm²

P₂ = Presión final absoluta, en kg/cm²

D = Diámetro de la tubería, en cm

S = Peso específico del Gas Natural 0.6, L.P. 1.52

L = Longitud de la tubería, en metros

**Fig. 4 CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO DE GAS LP**

Se clasifican en 6 (seis) grupos, dependiendo en primer lugar del tipo de recipiente y en segundo del tipo de servicio a prestar

GRUPO No 1 - Domésticas con recipientes portátiles

GRUPO No 2 - Domésticas con recipientes estacionarios

- GRUPO No 3 - Comerciales con recipientes portatiles
- GRUPO No 4 - Comerciales con recipientes estacionarios
- GRUPO No 5 - Industriales con cualquier tipo de recipientes
- GRUPO No 6 - Para motores de combustión interna

PARA EFECTOS DE TRAMITE, LAS INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO DE GAS SE CLASIFICAN COMO SIGUE

- CLASE A - Instalaciones domésticas con recipientes portátiles o estacionarios
- CLASE BD - Doméstica múltiple o sea parte de la instalación de un edificio de departamentos, que comprende a un solo departamento
- CLASE C - Tipo comercial (Restaurantes, tortillerías, tintorerías, etc ), es decir, todas las de locales que no tienen proceso de manufactura
- CLASE D - La parte de la instalación doméstica de edificios de departamentos que comprende recipiente y medidores
- CLASE E - Carburación, para motores de combustión interna
- CLASE F - Industriales.

De conformidad con los Artículos 27, 36 y demás relativos del Reglamento de la Distribución de Gas, el uso y funcionamiento de las instalaciones de gas, así clasificadas requieren la autorización oficial correspondiente

### 9.5 MATERIALES Y ARTEFACTOS NECESARIOS PARA LAS INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO

- 1 - Recipientes
  - a) Manuables
  - b) Portátiles
  - c) Estacionarios
- 2 - Tuberías
  - a) De servicio (Alta y Baja presión)
  - b) De llenado

- c) De retorno de vapor
- 3 - Conexiones en general.
- 4 - Reguladores
  - a) De baja presión
  - b) De alta presión
  - c) De aparato
- 5.- Medidores volumétricos
- 6 - Válvulas
  - a) De paso para aparatos
  - b) De control
  - c) Para gas líquido
  - d) Para vapor
- 7 - Aparatos de consumo

#### MATERIALES

##### Tuberías (ver características en anexos)

La tubería de llenado del tanque estacionario será de fierro negro, cédula 40, o de cobre rígido tipo "K".

Las tuberías de la red de distribución, tanto en alta presión como en baja presión, serán de cobre rígido tipo "L"

Cuando se tenga que dar alimentación a un aparato no fijo, será obligatorio la instalación de un rizo de tubo de cobre flexible tipo "L", cuya longitud mínima será de 1.5 metros

##### Conexiones

En las tuberías de cobre rígido serán de cobre forjado

En las tuberías de cobre flexible serán roscadas y avellanadas

En las tuberías de fierro negro serán conexiones reforzadas de fierro maleable, con rosca, tipo "A"

**Materiales de unión**

En las conexiones soldables se usará soldadura de baja temperatura de fusión con aleación de estaño 95% y antimonio 5%, y se utiliza para su aplicación fundente no corrosivo

En las conexiones roscadas se deberá emplear un material sellante adecuado que permita su hermeticidad, tal como litargirio con glicerina o sellantes con suspensión de plomo

**Válvulas**

Las válvulas que se usen en estas instalaciones deberán cumplir con los requisitos indicados en el Instructivo para el diseño y ejecución de instalaciones de aprovechamiento de gas licuado de petróleo

**Juntas flexibles**

En los sitios donde sean previsible esfuerzos o vibraciones por asentamientos o movimientos desiguales, se dotará de flexibilidad a la tubería mediante "omegas" hasta 19 mm de diámetro o mangueras flexibles de acero inoxidable para diámetros mayores

**Soportes**

Todas las tuberías que no están enterradas deberán estar sostenidas con soportes aprobados

**Pintura**

La tubería de llenado del tanque estacionario deberá pintarse de color rojo

Todas las tuberías de distribución, exceptuando las de cobre flexible, deberán pintarse con pintura amarilla. Por razones de estética, se permitirán otros colores para las tuberías instaladas en fachadas, pero en este caso se identificarán con el color reglamentario en el lugar más visible, con una franja de longitud mínima de 10 cm.

**9.6 RED DE DISTRIBUCION****PRESIONES DE TRABAJO DE LA RED****Baja presión regulada**

Se considera "baja presión regulada" a la presión que debe salir el gas del regulador de baja presión, o regulador secundario, antes de su distribución a los aparatos domésticos

En el caso de gas L.P. la presión de salida del regulador de baja presión es de 27.94 g/cm<sup>2</sup>.

Para el gas natural la presión de salida del regulador de baja presión depende del gasto total por manejar

- a) Si el gasto total es de 283 m<sup>3</sup>/hora o menor, la presión de salida es de 17.78 g/cm<sup>2</sup>
- b) Si el gasto total es mayor de 283 m<sup>3</sup>/hora, la presión de salida del regulador es de 22.86 g/cm<sup>2</sup>

**Alta presión regulada**

Se entiende por "alta presión regulada" cualquier presión controlada por regulador que sea superior a las indicaciones en el inciso anterior, según el gas que se maneje

Todas las líneas de alta presión regulada se calcularán con una presión inicial de 1.5 kg/cm<sup>2</sup>, que es la presión máxima de salida de los reguladores de primera etapa o primarios

Cuando el almacenamiento, o punto de origen de la red, este relativamente lejos del lugar de utilización, se deberá considerar llevar el gas en alta presión regulada y poner un regulador de baja presión, o de segunda etapa, en un lugar conveniente y ya cercano al lugar donde será utilizado para hacer la distribución en baja presión regulada

**SELECCION DE DIAMETROS**

Para la selección de los diámetros de los diferentes tramos de la red se deberán tomar en cuenta

- a) Los consumos de los diferentes aparatos o equipos a los que va dando servicio a cada tramo de la tubería,
- b) Su factor de uso simultáneo, y
- c) Que la suma de las pérdidas de presión por fricción en los tramos de cualquier línea considerada debe ser igual o menor que la máxima pérdida permisible

**TENDIDO DE TUBERIAS**

En el tendido de tuberías se preferirán las tuberías visibles, adosadas a muros, quedando a salvo de daños mecánicos, y cuando crucen azoteas, pasillos o lugares de tránsito de personas, se preverá su protección para impedir su deterioro. Las tuberías no deberán proyectarse para atravesar sótanos, huecos formados por plafones, celdas de cimentación, entresuelos, por abajo de cimientos o cimentaciones y de pisos de madera, recámaras, cubos o casetas de elevadores, tiros de chimeneas, ductos de ventilación o detrás de zoclos, lambrines de madera y de recubrimientos decorativos aparentes. Es permitida la instalación de tuberías en sótanos exclusivamente para alimentar los aparatos de consumo

que en ellos se encuentren. En caso de tener que tender tuberías por ductos, éstos deberán ser adecuados para el propósito y quedar ventilados permanentemente al exterior, cuando menos en ambos extremos. Las tuberías subterráneas en patios o jardines deberán estar a una profundidad mínima de 60 cm.

Los recipientes tipo estacionario se pueden abastecer de gas en forma directa por medio de la manguera del vehículo suministrador, y cuando por su ubicación no se pueda lograr esto, debe proyectarse una tubería de llenado. La tubería de llenado deberá proyectarse por el exterior de la construcción y ser visible en todo su recorrido. La boca de llenado debe situarse a no menos de 2.50 metros sobre el nivel del piso.

**MAXIMAS PERDIDAS DE PRESION PERMISIBLES**

**a) En baja presión**

La máxima pérdida de presión permisible es el 5% de la presión de salida del regulador de baja presión.

A continuación se indican las presiones de salida de los reguladores de baja presión y las pérdidas máximas de presión en la línea permisibles (5% de la presión de salida)

CLASE DE GAS	PRESION DE SALIDA DEL REGULADOR g/cm <sup>2</sup>	MAXIMA PERDIDA PERMISIBLE g/cm <sup>2</sup>
GAS L.P. GAS NATURAL	27.94	1.397
Gasto menor de 283 m <sup>3</sup> /hora	17.78	0.889
Gasto mayor de 283 m <sup>3</sup> /hora	22.86	1.143

**b) En Alta Presión Regulada**

La máxima pérdida de presión permisible entre el regulador primario y el regulador secundario es de 0.15 kg/cm<sup>2</sup>, o sea el 10% de 1.5 kg/cm<sup>2</sup>, que es la presión de salida del regulador primario. Otros autores consideran la pérdida en tal forma que se llegue regulador secundario de baja con la presión recomendada a su entrada (hasta 0.7 kg/cm<sup>2</sup>).

**9.7 APARATOS DE CONSUMO**

**PRESIONES DE TRABAJO**

**Aparatos domésticos**

La presión máxima del gas en los orificios de salida de las espreas de los aparatos domésticos será la de salida del regulador de baja presión, y la presión mínima de trabajo será del 95% de la presión de salida del regulador, siendo estas las siguientes:

CLASE DE GAS	PRESIONES DE TRABAJO (g/cm <sup>2</sup> )	
	MAXIMA	MINIMA
GAS L.P. GAS NATURAL	27.94	26.543
Gasto menor de 283 m <sup>3</sup> /hora	17.78	16.891
Gasto mayor de 283 m <sup>3</sup> /hora	22.86	21.717

**Aparatos comerciales o industriales**

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 la actual Secretaría de Economía.

**Consumos de los aparatos**

El consumo del aparato se determinará, siempre que sea posible directamente de las especificaciones señaladas por el fabricante, en caso contrario debe basarse en el calibre de la esprea. En la tabla de consumos comunes para el cálculo de la tubería que se anexa se indican consumos de gas L.P. y de gas natural en aparatos domésticos y en aparatos de cocinas industriales.

**Salidas de laboratorio**

Considerar 0.034 m<sup>3</sup> (756 kcal) por hora por salida.

**Consumos en condiciones estándar**

Los consumos indicados para los aparatos y las salidas de laboratorio, en metros cúbicos por hora, siempre están dados tomando en cuenta el poder calorífico del gas en condiciones estándar, o sea la presión de una atmósfera y a 15° C de temperatura.

**FACTORES DE SIMULTANEIDAD**

- a) En cocinas. Considérese el 100%
- b) En edificios de departamentos. Considérese el 60%

**9.8 RECIPIENTES**

**RECIPIENTES PORTATILES O INTERCAMBIABLES (CILINDROS) PARA GAS L.P.**

**Descripción según norma oficial.**

Se entiende por recipiente portátil o intercambiable el envase metálico que por su peso y dimensiones se puede mover a mano, facilitando su llenado, con gas licuado de petróleo, así como su transporte e instalación y que cumple con la NOM 018/1-SCFI

El llenado de estos recipientes se efectúa en Plantas Almacenadoras y su contenido se mide en kilos

Se utiliza en instalaciones permanentes. Domésticas, comerciales e industriales y en artefactos portátiles para almacenamiento y transporte de gas L.P

Su fabricación obedece a la NORMA NOM-018/1-SCFI y se clasifican en tres tipos:

- TIPO 1 Común - Cilindro recto formado por un cuerpo cilíndrico y dos casquetes semi-elípticos con relación de ejes iguales a 2, Brida, cuello protector y base de sustentación
- TIPO 2 Semicapsulado - Cilindro recto formado por dos partes semicapsuladas, soldadas circunferencialmente los extremos de las semicapsulas, deben ser de forma semielipsoidal con relación de ejes iguales a 2, brida, cuello protector y base de sustentación
- TIPO 3 Especial - Sus capacidades en kg de gas L.P. con las siguientes:  
 Tipo 1 - 45, 30, 20 y 10  
 Tipo 2 - 45, 30, 20, 10, 6 y 4  
 Tipo 3 - Este tipo corresponde a todos los recipientes que no quedan comprendidos en los tipos 1 y 2. Sus capacidades quedan sujetas a Autorización

**Capacidades Comerciales**

1. Recipientes manuales (lámparas, sopletes, etc) de 4, 6 y 10 kg
2. Recipientes portátiles (doméstico y comercial) de 20, 30 y 45 kg

**RECIPIENTES FIJOS (ESTACIONARIOS) PARA GAS L.P**

**Descripción según norma oficial**

Su fabricación obedece a la Norma Oficial de Calidad de "RECIPIENTES PARA GAS L.P.

TIPO NO PORTATIL NOM-021/3-SCFI - Requisitos generales, su contenido se mide en litros

Norma Oficial de Calidad para recipientes se define como el conjunto de disposiciones que establecen los requisitos generales de los recipientes sujetos a presión, no expuestos a calentamientos por medios artificiales, para contener gas L.P. tipo no portátil, destinados a plantas almacenadoras para distribución y estaciones de aprovisionamiento de vehículos, instalaciones de aprovechamiento final de gas L.P. como combustible, transporte de gas L.P. montados permanentemente en camiones remolques y semirremolques, y para usarse como combustible del motor propio del vehículo

Los recipientes son los envases de acero fabricados por soldadura (proceso de fusión de arco eléctrico), destinados a contener gas licuado de petróleo cuya densidad a 15.5° esté comprendida entre 0.504 y 0.584 y que por su diseño y construcción satisfagan las especificaciones de esta Norma

Esta Norma se refiere a cuatro distintos tipos de recipientes cuyo diseño y características de construcción son similares, variando solamente en su capacidad y dimensiones, así como en los accesorios de control y seguridad específica para el servicio correspondiente

- Tipo 1.- Recipientes para almacenamiento de gas L.P. destinados a las plantas almacenadoras para distribución y estaciones de aprovisionamiento de vehículos automotrices que consuman gas L.P., con una capacidad de 5,001 a 250,000 litros agua NOM-X-12/2/1985
- Tipo 2 - Recipientes para instalaciones fijas de aprovechamiento de gas L.P., como combustible (domésticas, comerciales e industriales) con capacidad de 300 a 5,000 litros agua NOM-X-012/3-1986
- Tipo 3 - Recipientes para transportes de gas L.P. instalados permanentemente en camiones remolques o semirremolques, con una capacidad máxima de 55,000 litros agua NOM-X-012/5-1985.
- Tipo 4 - Recipientes para contener gas L.P. para sistemas de carburación en motores de combustión interna, con capacidad máxima de 250 litros agua NOM-X-012/4-1986

**Capacidades comerciales**

De 300, 500, 1000, 1500, 1800, 1950, 3200, 3700, 3750 y 5000 litros

DETERMINACION DEL ALMACENAMIENTO EN INSTALACIONES DE GAS L.P

**Tipo de almacenamiento**

Para cualquier edificación el tipo de almacenamiento podrá ser a base de cilindros o a base de tanque estacionario, dependiendo de las condiciones de suministro de la localidad y del consumo de gas. Como primera alternativa deberá considerarse tanque estacionario; en caso de cilindros, deberán considerarse los de mayor capacidad que se consigan en el mercado local.

**Capacidad útil del almacenamiento**

La capacidad útil del almacenamiento debe ser igual al consumo de gas supuesto entre cambio de cilindros o entre dos llenados del tanque estacionario, y para su cálculo se deberá tomar en cuenta:

- a) El consumo de cada uno de los aparatos o equipos, en metros cúbicos por hora,
- b) Las horas diarias de operación de cada aparato y equipo.
- c) La frecuencia conveniente de llenado del tanque o del cambio de cilindros.

**Horas diarias de operación**

Como ejemplo se tiene para las horas diarias de operación de los diferentes equipos, en las instalaciones hospitalarias se deben considerar los valores siguientes:

SERVICIO	HORAS DE OPERACION
SALIDAS DE LABORATORIO	7
CALDERETAS	7
COCINAS	8
LAVANDERIAS	7

**Volumen total del tanque**

El volumen total del tanque de almacenamiento deberá ser 20% mayor que el volumen útil calculado, ya que el tanque ni se llena ni se vacía totalmente, considerándose que únicamente es aprovechable alrededor del 80% del volumen total.

**Capacidad de vaporización del tanque**

Una vez determinados el consumo y las medidas del tanque, deberá calcularse su capacidad de vaporización, para facilidad se usarán las tablas que se anexan.

**9.9 REGULADORES DE PRESION**

Tal como se mencionó en el subcapítulo 9.6 las instalaciones trabajan con "presión regulada", y los recipientes cuentan con altas presiones hasta de 7 kg/cm<sup>2</sup>, por ello se

requiere regularla a la salida de ellos y a la llegada a los aparatos y equipos que funcionan con "baja presión", para ello se utilizan "reguladores" cuya oferta en el mercado es muy amplia, se anexan tablas con datos de algunos reguladores comerciales.

**Reguladores de alta presión para gas L.P.**

Los reguladores de alta presión, o primarios, están calibrados para entregar el gas a una presión de 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>. Deben considerarse siempre que las líneas de distribución sean largas. Su colocación es contigua al tanque estacionario.

**Reguladores de baja presión para gas L.P.**

Estos reguladores, denominados también de **segunda etapa** o secundarios, están calibrados para entregar el gas a una presión de 27.94 g/cm<sup>2</sup> y se utilizan para regular la presión alta a presión baja; se llaman de **primera etapa** o primarios cuando se usan en instalaciones pequeñas a la salida del tanque o de los cilindros; en instalaciones en que el tanque esté bastante alejado de los aparatos de consumo se instalarán lo más cercano a ellos.

**Reguladores de baja presión para gas natural**

Para gastos de 283 m<sup>3</sup>/hora estos reguladores entregan el gas a una presión de 17.78 g/cm<sup>2</sup> y para gastos mayores lo entregan a 22.86 g/cm<sup>2</sup>.

**9.10 PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO**

Para elaborar un proyecto que utilice gas L.P. se deben tomar en cuenta los tres factores fundamentales ya analizados:

- Capacidad del Recipiente
- Capacidad del Regulador
- Cálculo de tuberías para gas LP en baja presión

**CAPACIDAD DEL RECIPIENTE**

Se determina de acuerdo a su capacidad de vaporización, de acuerdo con la demanda total de los aparatos de consumo que abastezca.

La capacidad autorizada por la SECOFI se hace en metros cúbicos por hora con las siguientes condiciones:

- Temperatura ambiente 4°C, F = 3.00
- 20% de gas LP en tanque, K = 60

Factor de simultaneidad (D) 60% (en edificios)

Para determinar su capacidad se utilizarán las tablas 2 y 3 (al final de este capítulo)

**CAPACIDAD DEL REGULADOR**

Para determinar la capacidad de los reguladores se debe considerar la suma de los consumos del total de aparatos que tiene la instalación a la que se dará servicio

En el caso de una instalación del tipo doméstico, que consta de una estufa, un calentador de paso y un calefactor de ambiente, cuya suma de gastos o consumos en metros cúbicos por hora es de 1 728, el volumen total que vamos a requerir del regulador será de esa capacidad o mayor

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, se mencionan algunos modelos de la marca fisher o sus equivalentes en otras marcas.

**CALCULO DE TUBERÍAS 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, lo que resulta peligroso ya que la flama se apagará por exceso o escasez de presión y el gas continuará fluyendo y acumulándose en el ambiente en espera de una fuente de ignición, o de noche con personas durmiendo dentro de un edificio, éstas pueden resultar intoxicadas.

El sistema que anteriormente se seguía, consiste en 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

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 mas notable esa diferencia en la operación de los que están encendidos, separándose la flama de los orificios de los quemadores hasta apagarse por exceso de presión, esta situación es mas 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, generalmente en el diseño se utilizan reguladores de baja presión con salida de 27 67 gr/cm<sup>2</sup> y se considerará una pérdida máxima permisible de 1 397 gr/cm<sup>2</sup> (5%)

Como se vio anteriormente, para instalaciones de baja presión la fórmula simplificada e integrada al sistema métrico decimal, ha quedado:

$$% P = C^2 L F = \%h$$

- % P = Caída de presión expresada en porcentaje de la original que señala el Reglamento de Distribución de Gas
- C = Consumo de gas o gasto en metros cúbicos/hora
- L = Longitud en metros para cada tramo de tubo
- F = Factor para el tipo de gas y de tubo que se trate.

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 entender lo anterior, a continuación se señalan los pasos para seleccionar el material y el diámetro mas adecuado de una de las instalaciones mas simples como lo es el PROYECTO 1, que consta de un calentador de agua y una estufa.

**PASOS PARA LA SOLUCIÓN DE PROYECTOS EN BAJA PRESIÓN**

Como inicio 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 un tramo hasta el punto donde la tubería cambie de material o exista una bifurcación. A cada tramo se le asigna la longitud real que debe tener el proyecto.

PRIMER PASO Tipo de construcción y clase de instalación

- a - Casa habitación de una sola planta
- b - Instalación Clase A, Grupo No 1 (doméstica con recipientes portátiles)

SEGUNDO PASO. Aparatos de consumo  
E4QHC + CAL. ALM < 110 LTS

TERCER PASO. Consumos parciales y consumo total

E4QHC                    C=0 480 m³/h  
CA<110 LTS.            C=0 239 "

CONSUMO TOTAL C=0 719 "

CUARTO PASO. Selección de recipientes y del regulador para baja presión

- a.- Recipientes portátiles de 20 kg que tienen una capacidad de vaporización suficiente para abastecer simultáneamente E4QHC + CA,110 LTS O E4QHCER + CA,110 LTS., inclusive hasta una estufa para restaurante de 4 quemadores, horno y plancha o asador (E REST 4QHE)
- b El regulador para recipientes portátiles (de 20, 30 y 45 kg ) puede ser BARO MOD 201, PRECISIÓN MOD. 3005 ó bien el PRECIMEX MOD 200, que tienen una capacidad = 0 980 m³/h., valor superior al requerido.

QUINTO PASO. Tipo y recorrido de la tubería

Para este proyecto en particular y considerando que se cuenta sólo con dos aparatos de consumo y la distancia del último (ESTUFA) a los recipientes es mínima, se consideró tubería de cobre rígido "L" (CRL) de 3/8 (9.5 mm.), que es el diámetro mínimo comercial para tuberías de servicio

El recorrido en éste y en casos similares, se procura sea el más corto, además de dar un mínimo de vueltas para evitar en lo posible, pérdidas por cambios de dirección no contemplados en la fórmula

SEXTO PASO Cálculo de los tramos de tubería a partir del regulador.

Para calcular con exactitud los tramos de tubería y posteriormente poder observar todas y cada una de las conexiones y aparatos, hay necesidad de trazar un isométrico que generalmente se realiza sin escala, pero en el que se debe indicar toda la instalación y con claridad la ubicación de los aparatos de consumo, separación entre ellos, entre los mismos y los recipientes, además del tipo de conexión y posición de las alimentaciones con respecto al nivel del piso terminado

EJEMPLOS DE CALCULO, REDES DE BAJA PRESIÓN REGULADA UTILIZANDO LA FÓRMULA DEL DR. POLE

PROYECTO N° 1 (Ver figura)

Diseño de la tubería desde los cilindros hasta el aparato más alejado

Datos COMBUSTIBLE Gas LP  
CONSUMOS E4QHC = 0.480 m³/h  
CAL AL < 150 = 0.239 m³/h  
TOTAL = 0 719 m³/h

Cálculo.

Tramo	Consumo (C=m³/hora)	Material	Long (m)	Diam		F	C²	h= C²LF (%)
				Pulg	mm			
A - B	0 719	CRL	3	3/8	9.5	0 980	0 517	1.520
B - C	0 480	CRL	2.8	3/8	9.5	0 980	0 230	0.630
C - D*	0 480	CF	1.5	3/8	9.5	0 480	0 230	1.590
Σh TRAMOS < 5%								3.740

\*Corresponde al rizo

Para comparar resultados se resuelve este ejemplo utilizando la tabla de cálculo "4 - Caída de Presión por metro lineal"

Datos Combustible Gas LP  
Consumos E4QHC = 0 480 m³/h  
CAL AL < 110 = 0 239 m³/h  
TOTAL = 0 719 m³/h

TRAMO	APARATOS	CONSUMO M³/h	TUBERÍA	CAIDA PRESION (metro lineal)	LONGITUD TRAMO (m)	%h
AB	CA<110 LTS+E4QHC	0.719	CRL (3/8)	0.507	3.00	1.520
BC	E4QHC	0.480	CRL (3/8)	0.225	2.80	0.630
CD	RIZO	0.480	CF (3/8)	1.058	1.50	1.587
Σ%h TRAMOS < 5%						3.737

Como puede observarse, los valores de caída de presión parciales y el total son exactamente iguales a los obtenidos aplicando la fórmula del Dr. POLE tramo a tramo

Una vez calculadas las caídas de presión tramo a tramo, los valores se tabulan y ubican en un lugar visible del proyecto, lo más cerca posible del isométrico

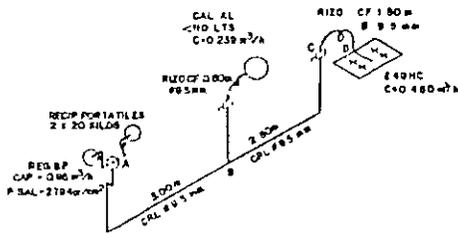
ISOMÉTRICOS DE LOS PROYECTOS EN BAJA PRESION

INSTALACION DE APROVECHAMIENTO MULTIPLE PARA GAS L.P.  
CLASE "B" y "D"

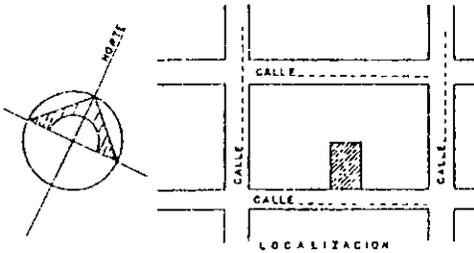
DIAGRAMA ISOMETRICO (SIN ESCALA)  
INSTALACION CLASE "A"

CONSUMO TOTAL = 0.718 m<sup>3</sup>/h  
MAXIMA CAIDA DE PRESION

TRAMO	M
A-B	1.520
B-C	0.850
C-D	1.580
TOTAL	3.950

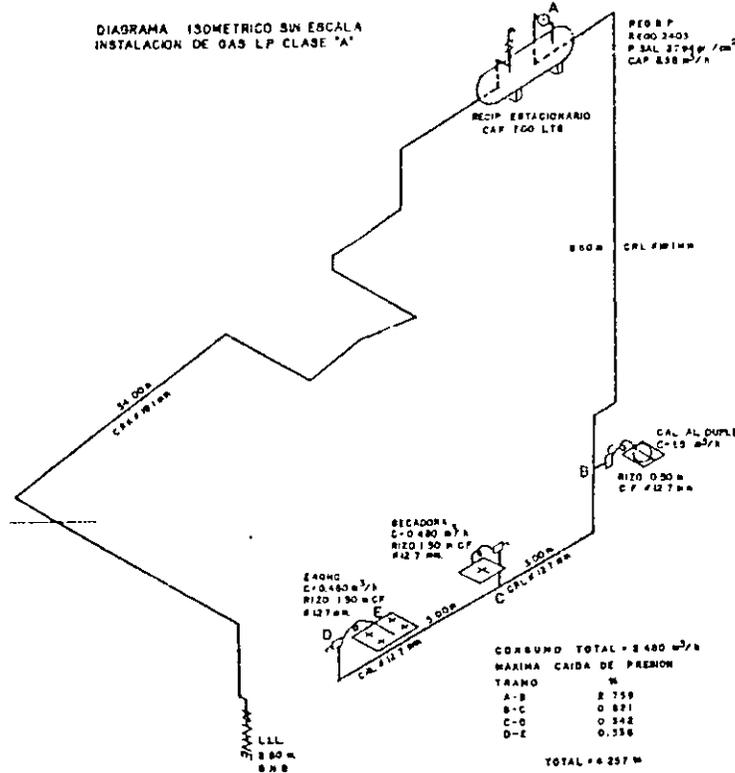


TECNICO RESPONSABLE EN GAS  
ING. DIEGO O. BECERRIL C-021



PROYECTO 1

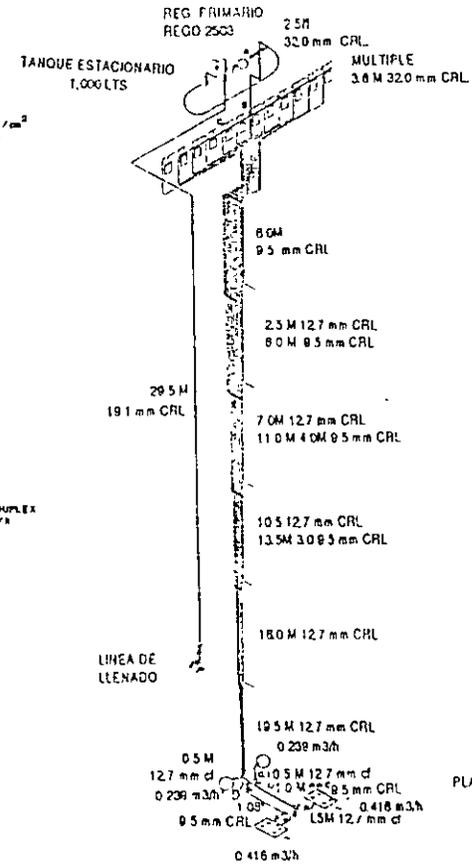
DIAGRAMA ISOMETRICO SIN ESCALA  
INSTALACION DE GAS L.P CLASE "A"



CONSUMO TOTAL = 2.480 m<sup>3</sup>/h  
MAXIMA CAIDA DE PRESION

TRAMO	M
A-B	2.759
B-C	0.821
C-D	0.342
D-E	0.558
TOTAL	4.480

PROYECTO 2



C TOTAL 7  
C PARCIAL 0.857 m<sup>3</sup>/h

AB	= 0
BC	= 0.491
CD	= 2.308
DE	= 0.172
EF	= 0.298
MCP	= 3.966 %

PLANTA TIPO

PROYECTO N°3

PROYECTO 3

Si la caída total de presión resultara mayor del 5% se debe disminuir y recalculando los diámetros mayores de las tuberías de servicio, hasta reducir el valor a menos del 5%, en este ejemplo, si los diámetros no fueran los mínimos, se podrían revisar los diámetros menores hasta llegar al valor más cercano al 5% de pérdidas

**PROYECTO No. 2 (Ver figura)**

1 Diseño de la tubería del tanque estacionario al aparato más alejado

Datos: COMBUSTIBLE: GAS L.P.  
 CONSUMOS: E4QHC = 0 480 m³/h  
 CA2 = 1 500 m³/h  
 SECADORA = 0 480 m³/h  
 TOTAL = 2 460 m³/h

Cálculo.

Tramo	Consumo (C=m³/hora)	Material Tubería	Long. (m)	Diam		F	C²	h= C²LF (%)
				Pulg	mm			
A - B	2 460	CRL	9.5	¼	19.1	0.0480	6.052	2.759
B - C	0.960	CRL	3.0	¼	19.1	0.0480	0.922	0.133
C - D	0.480	CRL	5	½	12.7	0.297	0.230	0.342
D - E*	0.480	CF	1.5	3/8	9.5	4.60	0.230	1.590
Σh TRAMOS < 5%								4.824

\*Corresponde al rizo

En este proyecto se tiene recipiente estacionario, línea de llenado y la tubería tiene derivaciones a 90°, 45° y la inclinación correspondiente a las dos aguas, situación que aparentemente podría complicar el trazo del isométrico

2. Diseño del tanque estacionario.

Al contar con E4QHC, CA2 y SECADORA, es interesante resolverlo, porque se presenta una solución de proyectos de otro tipo de construcciones con necesidades mayores de las requeridas en las de interés social

Para el consumo total C = 2 460 m³/h se requiere un recipiente estacionario con una capacidad de vaporización igual ó mayor de 2 460 m³/h, con este valor, se busca en la tabla anexa, correspondiente a recipientes, columnas 1A y 2A, se encuentra que es necesario instalar un recipiente estacionario de 500 Lts, con una capacidad de vaporización de 3 57 m³/h

El regulador debe ser capaz de suministrar como mínimo 2 460 m³/h o un volumen superior, buscando en la tabla de reguladores de primera etapa se localiza un

regulador REGO 2403 -C - 2, cuya capacidad es de 5 38 - m³/h, aunque también pudo ser un FISHER 922-1 - que es de igual capacidad.

**PROYECTO N° 3 (Ver figura)**

Este comprende a una instalación de aprovechamiento múltiple para Gas L.P., clase B y D, o sea para un edificio

Este edificio de 6 pisos consta con 12 departamentos (dos por cada planta), por 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 se considera que podemos localizar el tanque estacionario cercano a los medidores, solo se requiere un regulador primario para baja presión a la salida del tanque o recipiente fijo y la línea de éste regulador al múltiple de medidores, por consecuencia será para baja presión. Cada departamento tiene una estufa con horno y un calentador de depósito menor de 110 lts

Cuando los edificios no tienen esta situación y tienen mayor cantidad de departamentos en cada planta y mas cubos de luz hacia las cocinas, donde se encuentran los aparatos de consumo, es preferible colocar múltiples de medidores cercanos a los cubos de luz y proyectar una instalación de alta y baja presión, con reguladores de primera y segunda etapa

1 Diseño de la tubería del tanque estacionario al aparato mas alejado del departamento más alejado.

Datos  
 COMBUSTIBLE GAS L.P.  
 CONSUMOS E4QH = 0 418 m³/h  
 CAL AL <150 = 0 239 m³/h  
 TOTAL POR DEPARTAMENTO = 0 657 m³/h  
 POR 12 DEPTOS = 0 657X12X0 6 = 4 730 m³/h  
 POR 6 DEPTOS = 4.730 / 2 = 2 365 m³/h

\* En departamentos, por la simultaneidad del uso de los aparatos de todo el edificio se considera un factor de uso de 0 6 (60% del total)

Cálculo

Tramo	Consumo (C=m³/hora)	Material	Long (m)	Diam		F	C²	h= C²LF (%)
				Pulg	mm			
A - B	4.73	GALV	2.5	1¼	32	0.0028	22.373	0.1566
B - C	2.365	GALV	1.8	1¼	32	0.0028	5.593	0.0282
C - D	0.657	CRL	19.5	½	12.7	0.297	0.432	2.502
D - E	0.418	CRL	1.0	3/8	9.5	0.980	0.175	0.1715
E - F**	0.418	CF	1.5	3/8	9.5	4.6	0.175	1.207
Σh TRAMOS < 5%								4.065

\*\*Corresponde al rizo

2 Diseño del tanque estacionario

Entrando en la tabla 2, un tanque de 1000 litros tiene una evaporación máxima de 5 688 m<sup>3</sup>/hora y en la tabla 3, para 12 departamentos es un depósito de 1000 litros.

3 Diseño del regulador primario

Fisher 922 con capacidad para 5.38 m<sup>3</sup>/hora  
 Rego 2403-C-2 con capacidad para 5.38 m<sup>3</sup>/hora

INSTALACIONES DE GAS NATURAL

Para instalaciones en baja presión, utilizando como combustible el Gas Natural, la secuela de cálculo es exactamente la misma solamente hay necesidad de observar que los consumos en m<sup>3</sup>/h y los factores de tubería son diferentes a los del gas L.P., no siendo necesario calcular depósito de gas

EJEMPLOS DE CALCULO DE RECIPIENTES ESTACIONARIOS

Ejemplo No. 1

Calcular la capacidad de vaporización y el volumen en litros, del recipiente estacionario para un edificio de 20 departamentos.

Cada departamento cuenta con los siguientes aparatos de consumo:

E4QH C = 0 418 m<sup>3</sup>/h  
 CAL ALM < 110 Lts C = 0.239 m<sup>3</sup>/Depto  
 SUMA = 0 657 m<sup>3</sup>/h /Depto

Consumo total del edificio

$$C_t = 0.657 \text{ m}^3/\text{h} \times 20 = 13.14 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tal como se vio anteriormente, en edificios de departamentos se aplica el factor de demanda de 60%, tenemos entonces

Capacidad de vaporización

$$C.V. = C_t \times 0.60 = 13.14 \times 0.60 = 7.88 \text{ m}^3/\text{h}$$

Con el valor de 7.88 m<sup>3</sup>/h, se busca en la tabla no 2 columna 4 o bien en la tabla no 3 columna 2 y se observa que el recipiente estacionario recomendable para esta instalación es de 1500 lts que tiene una capacidad de vaporización de 8 51 m<sup>3</sup>/h, valor superior por lo que se cuenta con un margen de seguridad

Ejemplo No 2

Calcular la capacidad de vaporización del recipiente estacionario, para un edificio de 44 departamentos

Cada departamento cuenta con los siguientes aparatos de consumo

E4QH C = 0 418 m<sup>3</sup>/h  
 CAL ALM < 110 Lts C = 0.239 m<sup>3</sup>/Depto  
 SUMA = 657 m<sup>3</sup>/h/Depto

Consumo total del edificio

$$C_t = 0.657 \times 44 = 28.90$$

$$C.V = C_t \times 0.60 = 28.90 \times 0.60 = 17.34 \text{ m}^3/\text{h}$$

Con la capacidad de vaporización C.V = 17.34 m<sup>3</sup>/h, se entra a la tabla No 2 columna No. 4, o bien a la tabla No 3 columna No 2, observándose que el tanque estacionario adecuado es el de 5000 Lts.

EJEMPLO DE SOLUCION A UN PROYECTO CON ALTA PRESION REGULADA

Red de gas LP en alta presión (1.5 kg/cm<sup>2</sup>) utilizando la fórmula de Cox (se utiliza para diámetros menores de 8 cm y gasto máximo de 283 m<sup>3</sup>/hr)

$$\text{Fórmula utilizada } Q = 52.335 \sqrt{\frac{(P_1^2 - P_2^2) d^5}{S L}}$$

Datos.

Presión manométrica = 1.5  
 Presión Cd De México = 0.795  
 Presión absoluta = 2.295  
 S = peso específico del gas = 1.52  
 L = longitud del tramo = 14 m  
 Q = cantidad de gas a transportar = 16 m<sup>3</sup>/hr

Solución

1° Utilizando tubería de ¾" de diámetro = 1.91 cm

$$P_1^2 - P_2^2 = \frac{Q^2}{52.335^2} \times \frac{S L}{d^5} \cdot P_2^2 = P_1^2 - \left( \frac{Q}{52.335} \right)^2 \left( \frac{S L}{d^5} \right)$$

$$P_1 = \left[ P_1^2 - \left( \frac{Q}{53335} \right)^2 \left( \frac{SL}{d^5} \right) \right]^{1/2}$$

$$P_2 = \left[ 2.295^2 - \left( \frac{256}{263895} \right) \left( \frac{1.52 \times 14}{25.41} \right) \right]^{1/2}$$

$$= [5.26 - (0.097 \times 0.84)]^{1/2}$$

$$= (5.26 - 0.08)^{1/2}$$

$$= 5.16^{1/2} = 2.276$$

$$P_1 - P_2 = 2.295 - 2.276 = 0.019$$

$P_1 - P_2 = 0.019$ , lo que corresponde al 0.83% de diferencia de presión, el diámetro de ese tubo está sobrado pues se acepta del 5 al 10% de caída de presión

2° Utilizando tubería de 1/2" de diámetro = 1.27 cm

$$P_2 = \left[ 2.295^2 - \left( \frac{256}{263895} \right) \left( \frac{1.52 \times 14}{3.3} \right) \right]^{1/2}$$

$$= [5.26 - (0.097 \times 6.45)]^{1/2}$$

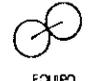
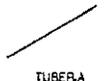
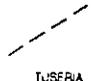
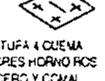
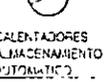
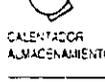
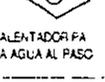
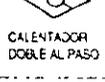
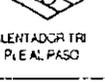
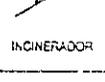
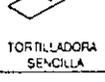
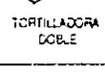
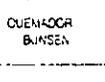
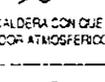
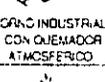
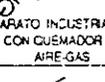
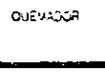
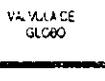
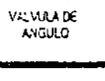
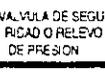
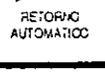
$$= (5.26 - 0.6255)^{1/2}$$

$$= 4.634^{1/2} = 2.1528$$

$$P_1 - P_2 = 2.295 - 2.1528 = 0.1421$$

$P_1 - P_2 = 0.1421$ , lo que corresponde al 6.19% de diferencia de presión, y como se acepta de 5 a 10% de caída, éste diámetro es el adecuado

SÍMBOLOS

				
TANQUE FIJO	EQUIPO PORTATIL	RIZC	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 FOC TERCERO Y COMAL	HORNO	CALENTADOR ALMACENAMIENTO MENOS DE 110 LITROS
				
CALENTADORES ALMACENAMIENTO AUTOMATICO	CALENTADOR ALMACENAMIENTO	CALENTADOR PARA AGUA AL PASO	CALENTADOR DOBLE AL PASO	CALENTADOR TRIPLÉ 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

SÍMBOLOS

VALVULA DE AGUJA	VALVULA DE TRES VAS	VALVULA DE TRES USOS	LLAVE DE PASC	LLAVE DE CUADRO
LLAVE DE CUADRO CON OREJAS	VALVULA MACHO LUBRICADA	VALVULA CON BRIDAS	VALVULA SOLENOIDE	VALVULA DE CIERRE RAPIDO
VALVULA DE NO RETROCESO SIN CILLO	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO	VALVULA DE CORTE AUTOMATICA Y MANUAL	VALVULA DE NO RETROCESO DOBLE (CHECK)	UNION SOLDADA
UNION ROSCADA	UNION BRIDADA	TUERCA UNION	PUNTA TAPONADA	REDUCCION
MEDIDOR VENTURI	MEDIDOR DE ORIFICIO	MANOMETRO	FILTRO	VENTILADOR
BOMBA	COMPRESORA	EXTINTOR	HIDRANTE	ALARMINA CONTRA INCENDIO
			<p>A - Distancia en pies B - Diámetro nominal en pulgadas C - Material CA - Cobres Nipos CF - Cobres Flambé FA - Forno Nipos FG - Forno FD - Forno G - Cableado H - Tapa I - L K - R L - T M - T N - T O - T P - T Q - T R - T S - T T - T U - T V - T W - T X - T Y - T Z - T</p>	
TIERRA	CONEXION FLARE	CONEXION POL		
	S.T.G.	B.T.G.		
CONEXION ACME	SUBE TUBO DE GAS	BAJA TUBO DE GAS		

CONSUMOS COMUNES PARA EL CALCULO DE TUBERÍA

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>3</sup> (11 COL. AGUA) GAS L.P., P = 17.78 gr/cm<sup>3</sup>  
(7" COL. AGUA) GAS NATURAL

APARATOS	ESPREA GAS LP	K CAL/h	BTU'S/h	GAS LP m <sup>3</sup> /h	NATURAL m <sup>3</sup> /h
ESTUFA DOMESTICA Cornal o quemador	70	1,379	5,473	0.062	0.183
Horno, asador o rosticero	56	3,782	15,006	0.170	0.447
4QH		8,298	36,896	0.418	1.099
4QHC		10,677	42,369	0.480	1.099
4QHCA o 4QHCR		14,458	57,374	0.650	1.709
ESTUFA RESTAURANTE Quemador	68	1,913	7,591	0.080	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>	58	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	5,318	21,096	0.239	0.628
Hasta 240 lts	47	10,655	42,280	0.479	1.259
INFRARROJO POR QUEMADOR	59	3,003	11,918	0.133	0.355
REFRIGERADOR DOMESTICO	79	369	1,485	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	132,432	1.500	3.944
Triple		46,711	185,363	2.100	5.521
MECHERO BUNSEN		512	2,030	0.023	0.060
MAQUINA TORILLADORA		48,936	194,190	2.200	5.784

FACTORES "F" DE TUBERÍAS  
PARA GAS NATURAL

DIÁMETROS		MATERIALES			CF
MM	PULG	GALV	CRL		
9.5	3/8	0.2370	0.4610		2.140
12.7	1/2	0.0732	0.1390		0.452
19.1	3/4	0.0200	0.0225		
25.4	1	0.0057	0.0059		
31.8	1 1/4	0.0013	0.0021		
38.1	1 1/2	0.0006	0.0009		
50.8	2	0.0002	0.0002		

FACTORES "F" DE TUBERÍAS  
PARA GAS L.P.

DIÁMETROS		MATERIALES			CF
MM	PULG	GALV	CRL		
9.5	3/8	0.4930	0.9800		4.600
12.7	1/2	0.1540	0.2970		0.970
19.1	3/4	0.0420	0.0480		
25.4	1	0.0120	0.0127		
31.8	1 1/4	0.0028	0.0044		
38.1	1 1/2	0.0013	0.0018		
50.8	2	0.003	0.0005		

3 RECIPIENTES

VAPORIZACIÓN DE RECIPIENTES ESTACIONARIOS PARA GAS LP DE ACUERDO A SU CAPACIDAD EN LITROS

CAPACIDAD EN LITROS	VAPORIZACION EN BTU/h	VAPORIZACION EN Lts/h	VAPORIZACION EN M <sup>3</sup> /h	VAPORIZACION EN K Cal
300	195,000	7.543	2.193	49,143
50	321,490	12.439	3.616	81,020
750	400,550	15.500	4.506	100,945
1000	505,610	19.556	5.688	127,422
1500	766,080	29.649	8.619	193,064
1800	797,960	30.880	8.977	201,098
2600	1,299,070	47.565	13.827	309,745
3700	1,403,140	54.303	15.786	353,614
3750	1,437,140	55.645	16.176	362,339
5000	1,671,320	64.682	18.803	421,200

VAPORIZACIÓN DE RECIPIENTES ESTACIONARIOS Y NUMERO DE DEPARTAMENTOS QUE PUEDEN SER ABASTECIDOS, DE ACUERDO AL TIPO DE APARATOS INSTALADOS Y APLICANDO EL FACTOR DE DEMANDA DEL 60% PARA EDIFICACIONES HABITACIONALES

CAPACIDAD EN LITROS	VAPORIZACIÓN EN m <sup>3</sup> /h	CAL AL < 110 LTS E 4QH C = 0.657 m <sup>3</sup> /h	CAL PASO E 4QH C = 1.348 m <sup>3</sup> /h	CAL PASO E 4QH C = 1.348 m <sup>3</sup> /h	CAL PASO E 4QH C = 1.410 m <sup>3</sup> /h
300	2.17	3	3	2	2
500	3.57	6	5	4	4
750	4.45	9	9	5	5
1000	5.82	12	12	7	6
1500	8.51	20	20	10	10
2600	13.66	30	32	17	16
3700	15.59	41	37	19	18
5000	18.57	48	44	23	22

CAIDA DE PRESION POR METRO LINEAL CONSIDERANDO CONSUMOS EN m<sup>3</sup>/h DE GAS NATURAL, TIPOS Y DIÁMETROS DE TUBERIAS

APARATOS Y CONSUMOS EN m <sup>3</sup> /h	TIPO DE TUBERIA	% DE CAIDA DE PRESION POR METRO LINEAL			
		φ 9.5 mm	φ 12.7 mm	φ 19.1 mm	φ 25.4 mm
CA < 110 LTS C = 0.621	CRL CF		0.054 0.174	0.009	0.0023
CA > 110 LTS C = 1.250	CRL CF		0.218 0.705	0.035	0.0094
E4QH C = 1.088	CRL CF		0.165 0.533	0.027	0.0069
E4QHC C = 1.250	CRL CF		0.218 0.705	0.035	0.0094
E4QHCR C = 1.690	CRL CF		0.396 1.278	0.064	0.0168
CA < 110 LTS + E4QH C = 1.707	CRL CF		0.405	0.066	0.0172
CA < 110 LTS + E4QHC C = 1.971	CRL CF		0.465	0.087	0.0200
CA > 110 LTS + E4QHC C = 2.500	CRL CF		0.870	0.141	0.0370
CA > 110 LTS + E4QHCR C = 2.940	CRL CF		1.200	0.194	0.0510
SECADORA C = 1.250	CRL CF		0.218 0.705	0.035	0.0094

4 REGULADORES

REGULADORES PRIMARIOS (PRIMERA ETAPA) BAJA PRESIÓN, GAS L.P.

MODELO	ENTRADA Mm	SALIDA Mm	ORIFICIO mm	PRESIONES		CAPACIDAD m <sup>3</sup> /h
				ENTRADA kg/cm <sup>2</sup>	SALIDA gr/cm <sup>2</sup>	
912	6.4	9.5	-	7.03	27.94	0.99
927	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 PRESIÓN, 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	75.2	-	0.70	22.86	1314.48
*66	101.6	101.6	-	0.70	22.86	1458.48

REGULADORES PRIMARIOS, ALTA PRESIÓN, 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

CAPACIDAD BASADA EN GAS NATURAL, DENSIDAD RELATIVA 0.6  
PARA PROPANO MULTIPLIQUE POR 628, PARA BUTANO POR 548

EQUIVALENTE DE FISHER EN OTRAS MARCAS

MARCA	CLAVE					
FISHER	912	922	722	67	64	620
REGO	2302	2403	2503	567	1584	
CMS		043	143-1	080		041
PRECISIÓN	3005					

REGULADORES DE BAJA PRESIÓN, PRIMARIOS O DE ETAPA ÚNICA DE OTRAS MARCAS

MARCAS	MODELOS	PRESIÓN DE SALIDA	CAPACIDAD EN m <sup>3</sup> /HORA	DIAMETROS DE	
				ENTRADA	SALIDA
CMS	LOBO	27.94 gr/cm <sup>2</sup>	25.00	1/4	1"
FISHER	S-102	"	25.00	3/8	3/4
FISHER	S-102	"	25.00	1/2	3/4
FISHER	S-102	"	25.00	3/4	3/4
PRECIMEX	3001	"	1.67	1/4	3/8
REGO	2403-C-2	"	5.38	1/4	1/2
REGO	2503-C	"	21.95	3/4	1"
REGO	2503	"	25.00	1/4	3/4
ROCKWELL	043	"	8.9	3/4	3/4
ROCKWELL	143-1	"	21.95	3/4	3/4

Entrada de 1/4 es para punta POL

REGULADORES DE BAJA PRESIÓN, SECUNDARIOS O PARA SEGUNDA ETAPA DE OTRAS MARCAS

MARCAS	MODELOS	PRESIÓN DE SALIDA	CAPACIDAD EN m <sup>3</sup> /HORA	DIAMETROS DE	
				ENTRADA	SALIDA
CMS	LOBO	27.94 gr/cm <sup>2</sup>	25.0	3/4	1
FISHER	922-1	"	5.38	1/4	1/2
FISHER	S-102	"	25.00	1/4	3/4
FISHER	S-102	"	25.00	1/2	3/4
FISHER	922-15	"	5.38	1/4	
REGO	2403-C-2	"	5.66	1/4	1/2
REGO	2403-C-4	"	5.66	1/2	1/2
REGO	2503	"	25.00	3/4	1/2
ROCKWELL	143-1	"	21.95	3/4	3/4

Entrada de 1/4 es para punta POL

SELECCIÓN DE REGULADORES DE ALTA PRESIÓN, PRIMARIOS O DE PRIMERA ETAPA

MARCAS	MODELOS	PRESIÓN DE SALIDA	CAPACIDAD EN m³/HORA	DIAMETROS DE	
				ENTRADA	SALIDA
CMS	141	1.5 kg/cm²	104.0	1/2"	1 1/4"
CMS	141	"	104.0	3/4"	1 1/2"
CMS	141	"	104.0	1"	2"
CMS	1757	"	70.8	3/4"	3/4"
FISHER	67	"	14.1	1/4"	1/4"
FISHER	64	"	70.8	1/4"	1/2"
FISHER	630	"	104.0	1/2"	1 1/4"
FISHER	630	"	104.0	1"	1 1/2"
REGO	080	"	14.1	1/4"	1/4"
REGO	2403-U-4	"	7.0	1/4"	1/2"
REGO	2403-S-4	"	7.0	1/4"	1/2"

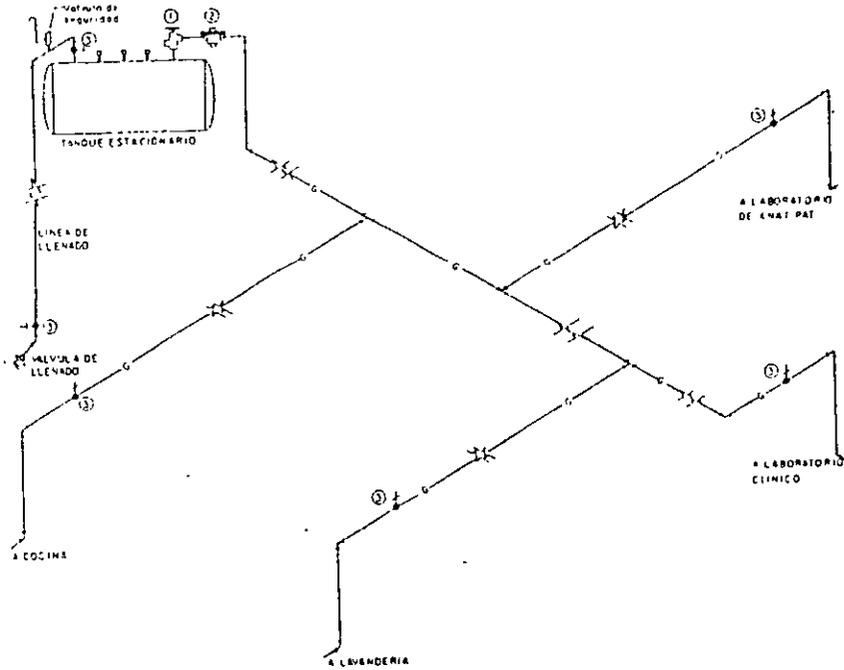
Entrada de 1/4 es para punta POL

5 - TABLA PARA EL CALCULO DE CAIDA DE PRESION EN TUBERIAS QUE CONDUCCEN GAS LP 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	15.1 mm	25.4 mm
INCHEFRADOR	CRL	0.026	0.029		
	CF	0.133	0.028		
0.170 M³/H	GALV		0.024		
CAL. ALM. 110 lbs	CRL	0.056	0.017	0.003	
	CF	0.262	0.025		
0.235 M³/H	GALV		0.005	0.002	
CALEFACTOR	CRL	0.059	0.030	0.005	
	CF	0.465	0.096		
0.318 M³/H	GALV		0.016	0.004	
ESTUFA 4QH	CRL	0.172	0.052	0.008	
	CF	0.805	0.170		
0.413 M³/H	GALV		0.027	0.007	
E4QHC-CA2	CRL	0.225	0.068	0.011	
	CF	1.058	0.223		
0.480 M³/H	GALV		0.035	0.010	
E4QHCRA	CRL	0.415	0.126	0.020	
	CF	1.946	0.410		
0.650 M³/H	GALV		0.065	0.018	
E4QHC-CA	CRL	0.423	0.128	0.021	0.005
	CF	1.987	0.419		
0.657 M³/H	GALV		0.067	0.018	0.005
E4QHC-CA	CRL	0.507	0.154	0.025	0.007
	CF	2.378	0.531		
0.719	GALV		0.080	0.022	0.006
E4QHCRA-CA	CRL	0.774	0.235	0.038	0.010
	CF	3.634	0.766		
0.885 M³/H	GALV		0.122	0.033	0.009
ERES 14QHP	CRL	0.758	0.242	0.039	0.010
	CF	3.744	0.790		
0.902 M³/H	GALV		0.125	0.034	0.010
CAL. DE PASO	CRL	0.848	0.257	0.042	0.011
	CF	3.979	0.835		
0.930 M³/H	GALV		0.133	0.036	0.010

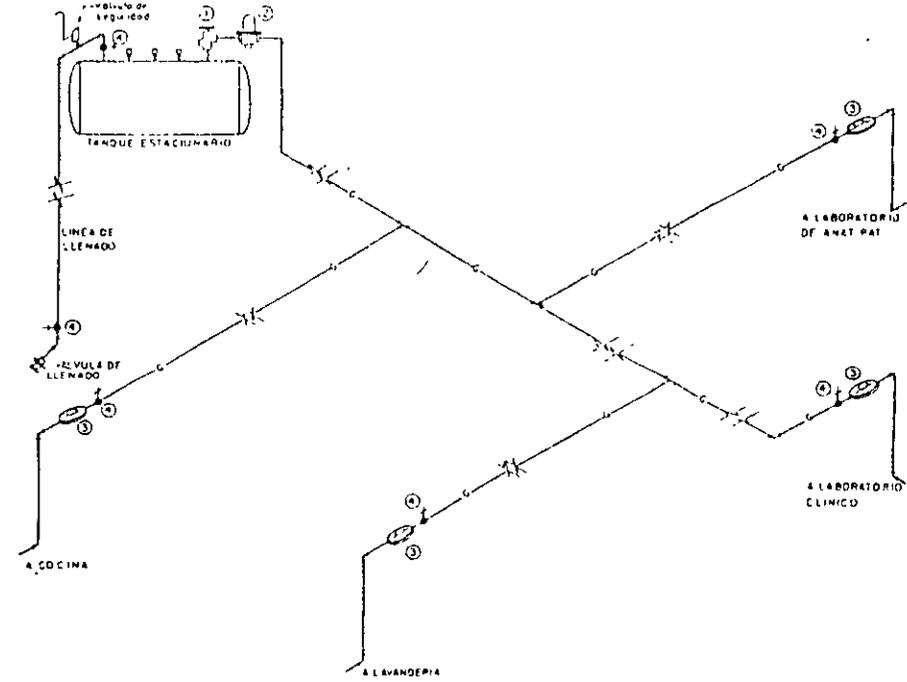
APARATO DE CONSUMO	TUBERIA MATERIAL	% DE LA CAIDA DE PRESION EN CADA METRO LINEAL DE TUBERIA			
		9.5 mm	12.7 mm	15.1 mm	25.4 mm
E4QHC-CA2	CRL	0.903	0.274	0.044	0.012
	CF	0.854			
0.950 M³/H	GALV		0.142	0.039	0.011
E4QHCRA-CA2	CRL	1.251	0.379	0.061	0.016
	CF		1.239		
1.130 M³/H	GALV		0.197	0.054	0.015
E4QHC-CA DE PASO	CRL	1.781	0.540	0.087	0.023
	CF		1.763		
1.348 M³/H	GALV		0.280	0.076	0.022
E4QHC-CP	CRL	1.948	0.550	0.095	0.025
	CF		1.928		
1.410 M³/H	GALV		0.306	0.083	0.024
E4QHC-CA2-CA2	CRL	2.032	0.616	0.059	0.020
	CF		2.011		
1.440 M³/H	GALV		0.319	0.067	0.025
CP DOBLE	CRL	2.205	0.668	0.108	0.029
	CF		2.183		
1.500 M³/H	GALV		0.347	0.055	0.027
E4QHC-CA-CP	CRL	2.665	0.808	0.131	0.035
	CF		2.637		
1.640 M³/H	GALV		0.419	0.114	0.035
E4QHCRA-CA-CP	CRL	2.896	0.878	0.142	0.038
	CF		2.866		
1.712 M³/H	GALV		0.435	0.124	0.035
E4QHC-CA2-CP	CRL	3.581	1.176	0.190	0.050
	CF		3.841		
1.990 M³/H	GALV		0.510	0.166	0.048
CP TRIPLE	CRL	4.322	1.310	0.212	0.056
	CF		4.278		
2.109 M³/H	GALV		0.619	0.185	0.053
TORTILLADORA	CRL	4.743	1.427	0.232	0.061
	CF		4.695		
2.230 M³/H	GALV		0.745	0.203	0.058



**SIMBOLOGIA**

- 1 Válvula de servicio
- 2 Regulador primario de baja presión (27.94 gr/cm<sup>2</sup>)
- 3 Válvula de globo.

RED DE BAJA PRESION CON REGULADOR PRIMARIO



**SIMBOLOGIA**

- 1 Válvula de servicio
- 2 Regulador primario de alta presión (1.50 kg/cm<sup>2</sup>)
- 3 Regulador secundario de baja presión (27.94 gr/cm<sup>2</sup>)
- 4 Válvulas de globo

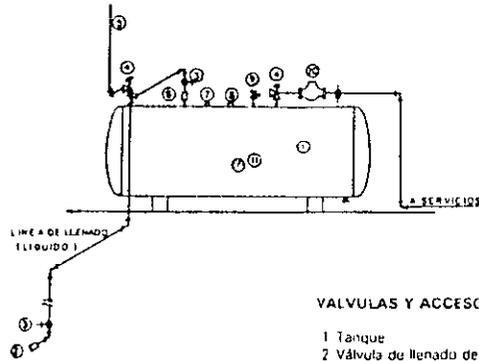
RED DE ALTA PRESION CON REGULADORES SECUNDARIOS DE BAJA PRESION

**DIMENSIONES Y PESO DE TANQUES COMERCIALES PARA GAS L.P. TIPO INTEMPERIE**

CAPACIDAD		(PESO Kg.)		DIMENSIONES (cm.)	
LTS	KG	VACIO	LLENO	DIAMETRO	LARGO
300	168	108	276	61	110
500	280	184	464	61	182
900	504	224	728	76	231
1000	560	250	810	76	234
1470	823	411	1234	95	244
1600	896	472	1368	101	210
2200	1232	579	1811	101	284
2339	1310	710	2020	95	454
2800	1568	701	2269	101	361
3248	1819	816	2637	104	464
3400	1904	823	2727	101	438
5000	2800	1032	3832	116	484

**LOCALIZACION DE TANQUES**

CAPACIDAD EN LTS DE AGUA	INSTANCIA A CONSTRUCCION Y LÍMITES	DISTANCIA MAXIMA ENTRE TANQUES
Menos de 500	0.10 m	1.00 m
501 - 1000	3.00 m	1.00 m
2001 - 3000	7.00 m	1.00 m
Más de 5000	15.00 m	1.50 m

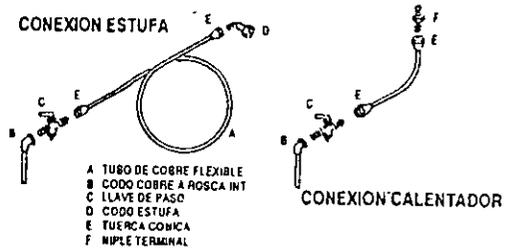


**VALVULAS Y ACCESORIOS**

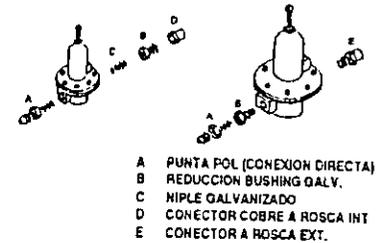
- 1 Tanque
- 2 Válvula de llenado de líquido
- 3 Válvula de globo
- 4 Válvula de servicio y seguridad
- 5 Jarro de aire
- 6 Acoplador ACME
- 7 Válvula de retorno de vapores
- 8 Flotador y manómetro
- 9 Válvula de seguridad
- 10 Regulador de presión
- 11 Medidor

NOTA: El producto del tanque ya no muestra la línea de retorno de vapor de gas (línea) en los tanques nuevos ya que esta parte se encuentra en los tanques antiguos.

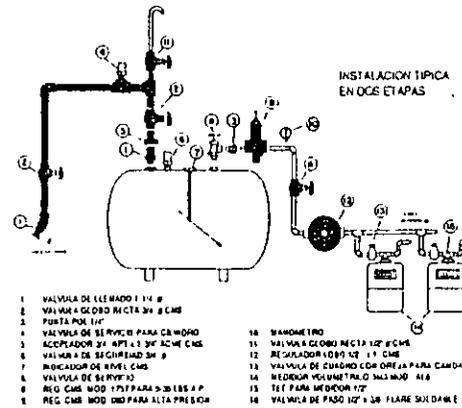
**LOCALIZACIÓN, VALVULAS, CONEXIONES, DIMENSIONES Y PESO DE LOS TANQUES ESTACIONARIOS COMERCIALES PARA GAS L.P. TIPO INTEMPERIE**



**CONEXION REGULADOR PRIMARIO**

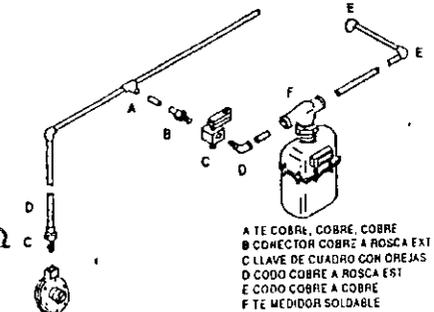


- A PUNTA PUL (CONEXION DIRECTA)
- B REDUCCION BUSHING GALV.
- C NIPLA GALVANIZADO
- D CONECTOR COBRE A ROSCA INT
- E CONECTOR A ROSCA EXT.



- 1 VALVULA DE LLENADO 1 1/4"
- 2 VALVULA GLOBO RECTA 3/4" 8 CMS
- 3 PUNTA PUL 1/2"
- 4 VALVULA DE SERVICIO PARA CAMBIOS
- 5 ACOPLADOR 2 1/2" APTA 3 1/2" ACME CMS
- 6 VALVULA DE SERVICIO 3/4" 8"
- 7 INDICADOR DE NIVEL CMS
- 8 VALVULA DE SERVICIO
- 9 REG. GAS MOD. 1757 PARA 5-20 LBS A.P.
- 10 REG. GAS MOD. 1000 PARA ALTA PRESION
- 11 MANOMETRO
- 12 VALVULA GLOBO RECTA 1/2" 8 CMS
- 13 REGULADOR 1000 1/2" 1 1/2" CMS
- 14 VALVULA DE CAMBIO COBRE PARA CAMBIO 1/2"
- 15 MEDIDOR VOLUMETRICO 3/4" 1/2" 1/2"
- 16 TEE PARA MEDIDOR 1/2"
- 17 VALVULA DE PASO 1/2" x 3/8" FLARE SIX DAME

**ENSAMBLE MEDIDOR**



- A TEE COBRE, COBRE, COBRE
- B CONECTOR COBRE A ROSCA EXT
- C LLAVE DE CUADRO CON OREJAS
- D CODO COBRE A ROSCA EXT
- E CODO COBRE A COBRE
- F TEE MEDIDOR SOLDABLE

**CONEXION REGULADOR SECUNDARIO**

- A VALVULA DE GLOBO
- B NIPLA GALVANIZADO
- C CONECTOR COBRE A ROSCA EXT
- D TUBO DE COBRE RIGIDO 1"

**PRINCIPALES CONEXIONES EN LAS INSTALACIONES**

**TUBERÍAS**

Se acepta una gran variedad de materiales para tuberías, algunas para instalaciones subterráneas, otros para instalaciones a la intemperie o para ambos tipos y pueden ser: 1º. Acero galvanizado (Ced 40), 2º. Fierro negro (Ced 40 y 80), 3º. Cobre rígido tipos L y K, 4º. Cobre flexible, 5º. Polietileno de alta densidad y 6º. Manguera especial de neopreno.

**Cobre galvanizado (Ced 40)**

Se utiliza en instalaciones que por limitaciones económicas requieran poca inversión inicial (bajo costo), por la mano de obra es mas laboriosa, se utiliza a la intemperie y es mas resistente al maltrato que el cobre

**Fierro negro (Ced 80)**

Se usa generalmente en redes de distribución (gas LP y gas natural), para el suministro de unidades habitacionales y para alimentar fábricas

**Cobre**

Son resistentes a los efectos corrosivos (99.9% pureza y 0.02% de fósforo) y pueden ser 1º. Cobre rígido tipo L (CRL), 2º. Tipo K (CRK), 3º. Cobre flexible (CF).

**Polietileno de alta densidad (EXTRUPAC)**

Normalmente se utiliza en unidades y conjuntos habitacionales para distribuir gas natural, la unión se hace por termofusión.

TUBERÍAS: DIÁMETROS Y LONGITUDES COMERCIALES PARA INSTALACIONES DE GAS (LP o NATURAL)

TIPO DE TUBERÍA	LONGITUD EN M.	DIÁMETROS COMERCIALES												
		¼"	3/8"	½"	¾"	1"	1 ¼"	2"	2 ½"	3"	4"			
TUBERÍA DE COBRE FLEXIBLE (CF.)	18.30	X	X	X										
TUBERÍA DE COBRE RIGIDO TIPO L (CRL)	6.10	X	X	X	X	X						X		
TUBERÍA DE COBRE RIGIDO TIPO K (CRK)	6.10			X	X									
TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO (GALV)	6.40			X	X	X					X	X		X
TUBERÍA DE FIERRO NEGRO (Fe No.)	6.40				X	X	X				X	X		X
TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (ESTRUPAK)	6.00										X	X		X
TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (ESTRUPAK)	10.00													X
TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (ESTRUPAK)	150.00			X	X	X					X	X		

**INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES**

**CAPITULO 11. ANEXOS**

11.1 - NORMATIVIDAD

11.1.1 REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS

11.1.2 NOM-026-STPS-1998 COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD, HIGIENE E IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS POR FLUIDOS CONDUCCION EN TUBERIAS

11.1.3 PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-004-SEDG-1998 INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO PARA GAS L.P. DISEÑO Y CONSTRUCCION

11.1.4 NORMA OFICIAL MEXICANA DE EMERGENCIA NOM-EM-118-ECOL-1997, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES DE PROTECCION AMBIENTAL QUE DEBE REUNIR EL GAS LICUADO DE PETROLEO

11.2 DIVERSOS METODOS PARA OBTENER LOS GASTOS PARA DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS

11.3 CURVAS CARACTERISTICAS PARA LA SELECCION DE EQUIPO DE BOMBEO

11.4 PROTECCION CONTRA INCENDIO

11.5 ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCION DE DIESEL

11.6 CARACTERISTICAS Y UTILIZACION DE LOS HIDROCARBUROS GASEOSOS

11.1.1 REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS

CONTENIDO

REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS

- CAPITULO I DISPOSICIONES GENERALES
- CAPITULO II DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION, CIMIENTOS, MUROS, PISOS Y TECHOS DE LOS EDIFICIOS \*
- CAPITULO III DE LA VENTILACION, ILUMINACION Y DIMENSIONES DE LAS CONSTRUCCIONES
- CAPITULO IV DE LA PROVISION DE AGUA
- CAPITULO V DE LOS EXCUSADOS, MINGITORIOS, FREGADEROS, VERTEDEROS E INSTALACIONES SANITARIAS EN GENERAL
- CAPITULO VI DE LAS INSTALACIONES DE ALBAÑALES, CONDUCTOS DE DESAGUE Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS
- CAPITULO VII DE LAS COCINAS, ESTUFAS, CHIMENEAS, DISPOSITIVOS PARA CALEFACCION Y OTROS
- CAPITULO VIII PROVISION DE GAS EN LOS EDIFICIOS
- CAPITULO IX DE LOS GARAGES \*
- CAPITULO X DE LAS OBLIGACIONES DE PROPIETARIOS E INQUILINOS\*
- CAPITULO XI SANCIONES \*

\* se omiten en esta publicación

SIMBOLOGIA CONVENCIONAL EN CUMPLIMIENTO DEL ARTICULO 4o. DEL RISRE

## REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS

## CAPITULO 1

## 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 reunion, 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,
- e) 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, existan 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
- e) 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 da 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 aún 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 alarjeas 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 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 banquetta 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.

Altura hasta	Dimensión mínima
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

**Altura hasta Dimensión mínima**

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 perrales 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 construidos 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 construidos 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, nipples 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, fragaderos, 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 fregaderos, 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 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 mas 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 lamina 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 obturadoras hidráulicas, 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
- Quando 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, conectado, 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 exceda 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 pareciera 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 alarjeas

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
- e) 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 encontrara 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 construidos 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**

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

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

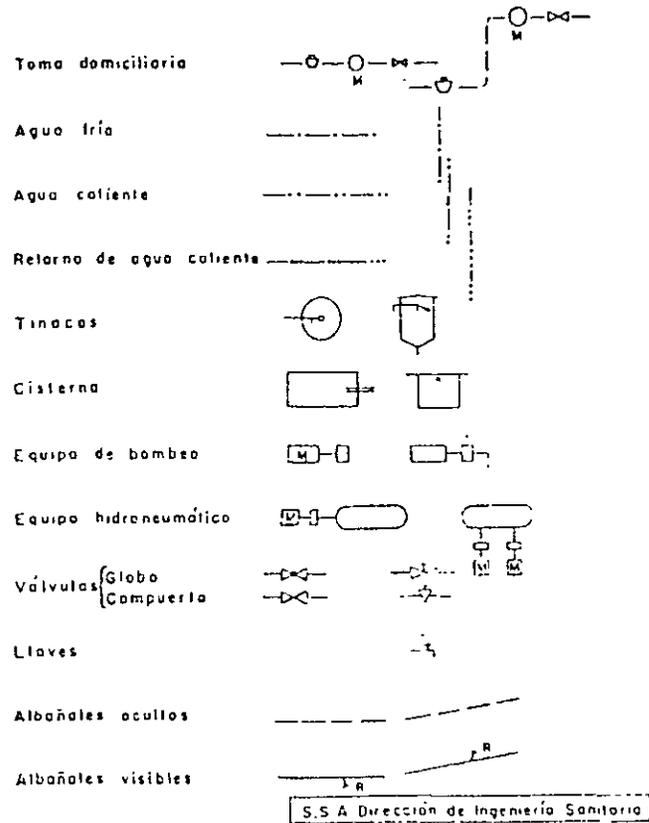
Art 122 En caso de calefacción por gas, las instalaciones correspondientes serán de tipo fijo, y los gases productos de la combustión, tendrán salida hacia el exterior por medio de tiro o chimeneas

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

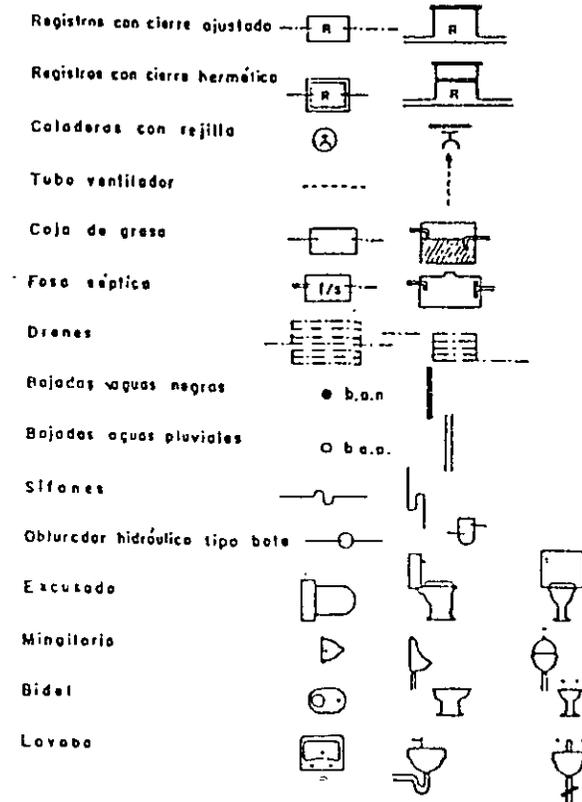
**SIMBOLOGIA CONVENCIONAL EN CUMPLIMIENTO DEL ARTICULO 4o. DEL RISRE**

**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)



3

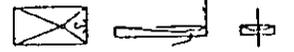
Tino



Fregadero



Regadera



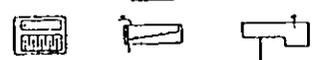
Veredero



Lavadora



Lavamanos



Bebadero



Refrigerador



Calderas



Equipo de aire acondicionado



Alberca



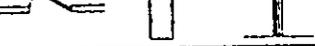
Chimeneas



Bote de basura



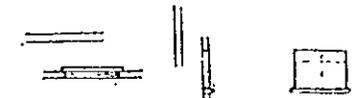
Puertas



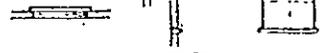
SSA. Dirección de Ingeniería Sanitaria

4

Muro



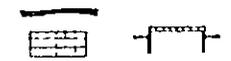
Ventana



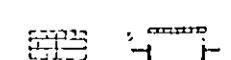
Patio



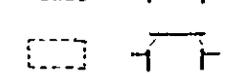
Tragaluz



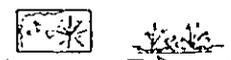
Linternilla



Iluminación y ventilación por desnivel



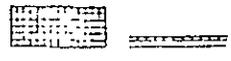
Jardin



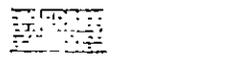
Escalera



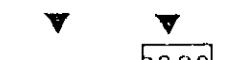
Piso de Mosaico



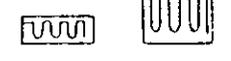
Lambrines



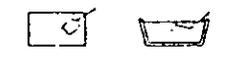
Extintor



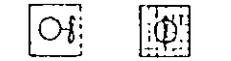
Caja de Manguera



Depósito de Arena



Extractor con rejilla



SSA. 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 congelador		E4QHC
Calentador con rejilla		CA-
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

11.1.2 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-026-STPS-1998, COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD E HIGIENE, E IDENTIFICACION DE RIESGOS POR FLUIDOS CONDUCTOS EN TUBERIAS.

JOSE ANTONIO GONZALEZ FERNANDEZ, Secretario del Trabajo y Previsión Social, con fundamento en los artículos 16, 40 fracciones I y XI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 512, 523 fracción I, 524 y 527 último párrafo de la Ley Federal del Trabajo, 3º fracción XI, 38 fracción II, 40 fracción VII, 41, 43 a 47 y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 3º, 4º y 29 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, y 3º, 5º y 20 fracciones I, XV y XVIII del Reglamento Interior de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 26 de mayo de 1994 fue publicada en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-1993, Seguridad, colores y su aplicación;

Que esta Dependencia a mi cargo, con fundamento en el artículo Cuarto Transitorio, primer párrafo del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de enero de 1997, ha considerado necesario realizar diversas modificaciones a la referida Norma Oficial Mexicana, las cuales tienen como finalidad adecuarla a las disposiciones establecidas en el ordenamiento reglamentario mencionado,

Que con fecha 30 de septiembre de 1997, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 46, fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, el Anteproyecto de Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana, y que en esa misma fecha el citado Comité lo consideró correcto y acordó que se publicara en el Diario Oficial de la Federación,

Que con el objeto de cumplir con los lineamientos contenidos en el Acuerdo para la desregulación de la actividad empresarial, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 24 de noviembre de 1995, las modificaciones propuestas a la presente Norma fueron sometidas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial a la opinión del Consejo para la Desregulación Económica, y con base en ella se realizaron las adaptaciones procedentes por lo que dicha Dependencia dictaminó favorablemente acerca de las modificaciones contenidas en la presente Norma,

Que con fecha 19 de enero de 1998, en cumplimiento del Acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana, a efecto que dentro de los siguientes 60 días naturales a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité

Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral,

Que habiendo recibido comentarios de 10 promoventes, el Comité Consultivo Nacional de Normalización referido procedió a su estudio y resolvió oportunamente sobre los mismos, publicando esta Dependencia las respuestas respectivas en el Diario Oficial de la Federación el 24 de agosto de 1998, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Que en atención a las anteriores consideraciones y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-026-STPS-1998, COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD E HIGIENE, E IDENTIFICACION DE RIESGOS POR FLUIDOS CONDUCCIDOS EN TUBERÍAS**

**INDICE**

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Obligaciones del patrón
6. Obligaciones de los trabajadores
7. Colores de seguridad y colores contrastantes
8. Señales de seguridad e higiene
9. Identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías
10. Vigilancia
11. Bibliografía
12. Concordancia con normas internacionales

**TRANSITORIOS**

- Apéndice A señales de prohibición  
 Apéndice B señales de obligación  
 Apéndice C señales de precaución  
 Apéndice D señales de información  
 Apéndice E señales de seguridad e higiene relativas a radiaciones ionizantes

**1. Objetivo**

Definir los requerimientos en cuanto a los colores y señales de seguridad e higiene y la identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías

**2. Campo de aplicación**

**2.1** Esta Norma rige en todo el territorio nacional y se aplica en todos los centros de trabajo, excepto los casos mencionados en el apartado 2.2

**2.2** La presente Norma no se aplica en los casos siguientes

- a) la señalización para la transportación terrestre, marítima, fluvial o aérea, que sea competencia de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes,
- b) la identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías subterráneas u ocultas, ductos eléctricos y tuberías en centrales nucleares,
- c) las tuberías instaladas en las plantas potabilizadoras de agua, así como en las redes de distribución de las mismas, en lo referente a la aplicación del color verde de seguridad

**3. Referencias**

Para la correcta interpretación de esta Norma, debe consultarse la siguiente Norma Oficial Mexicana vigente

NOM-114-STPS-1994, Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo.

**4. Definiciones y simbología**

Para los efectos de esta Norma, se establecen las definiciones y simbología siguientes.

**4.1 Definiciones**

- a) **banda de identificación:** disposición del color de seguridad en forma de cinta o anillo transversal a la sección longitudinal de la tubería
- b) **color de seguridad:** es aquel color de uso especial y restringido, cuya finalidad es indicar la presencia de peligro, proporcionar información, o bien prohibir o indicar una acción a seguir
- c) **color contrastante:** es el que se utiliza para resaltar el color de seguridad.

**d) fluidos:** son aquellas sustancias líquidas o gaseosas que, por sus características fisicoquímicas, no tienen forma propia, sino que adoptan la del conducto que las contiene

**e) fluidos peligrosos:** son aquellos líquidos y gases que pueden ocasionar un accidente o enfermedad de trabajo por sus características intrínsecas, entre éstos se encuentran los inflamables, combustibles, inestables que puedan causar explosión, irritantes, corrosivos, tóxicos, reactivos, radiactivos, los que impliquen riesgos por agentes biológicos, o que se encuentren sometidos a condiciones extremas de presión o temperatura en un proceso

**f) fluidos de bajo riesgo:** son todos aquellos líquidos y gases cuyas características intrínsecas no sean peligrosas por naturaleza, y cuyas condiciones de presión y temperatura en el proceso no rebasen los límites establecidos en la presente Norma

**g) señal de seguridad e higiene:** sistema que proporciona información de seguridad e higiene. Consiste de una forma geométrica, un color de seguridad, un color contrastante y un símbolo.

**h) símbolo:** representación de un concepto definido, mediante una imagen

**i) tuberías:** es el conducto formado por tubos, conexiones y accesorios instalados para conducir fluidos

#### 4.2 Simbología

cm <sup>2</sup>	:	centímetro cuadrado
°	:	grados (unidad de ángulo)
°C	:	grados Celsius o centígrados
kg/cm <sup>2</sup>	:	kilogramo por centímetro cuadrado
kPa	:	kilopascal
lx	:	lux
m	:	metro
m <sup>2</sup>	:	metro cuadrado
mm	:	milímetro
p	:	pi
%	:	por ciento
≥	:	mayor o igual

### 5. Obligaciones del patrón

**5.1** Establecer las medidas necesarias para asegurar que las señales y la aplicación del color para propósitos de seguridad e higiene, así como la identificación de los riesgos por fluidos conducidos en tuberías, se sujeten a las disposiciones de la presente Norma

**5.2** Proporcionar capacitación a los trabajadores sobre la correcta interpretación de los elementos de señalización indicados en el apartado anterior.

**5.3** Garantizar que la aplicación del color, la señalización y la identificación de la tubería estén sujetos a un mantenimiento que asegure en todo momento su visibilidad y legibilidad

**5.4** Ubicar las señales de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observadas e interpretadas por los trabajadores a los que están destinadas y evitando que sean obstruidas

### 6 Obligaciones de los trabajadores

**6.1** Participar en las actividades de capacitación a que se refiere el apartado 5.2,

**6.2** Respetar y aplicar los elementos de señalización establecidos por el patrón

### 7 Colores de seguridad y colores contrastantes

En el presente capítulo se indican los colores de seguridad y contrastantes y su significado. No se incluye el significado del color utilizado en códigos específicos ni los establecidos en la NOM-114-STPS-1994.

#### 7.1 Colores de seguridad

Los colores de seguridad, su significado y ejemplos de aplicación se establecen en la tabla 1 de la presente Norma

**TABLA 1 COLORES DE SEGURIDAD, SU SIGNIFICADO E INDICACIONES Y PRECISIONES**

COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES
<b>ROJO</b>	PARO	Alto y dispositivos de desconexión para emergencias
	PROHIBICION	Señalamientos para prohibir acciones específicas
	MATERIAL, EQUIPO Y SISTEMAS PARA COMBATE DE INCENDIOS	Identificación y localización
<b>AMARILLO</b>	ADVERTENCIA DE PELIGRO	Atención, precaución, verificación Identificación de fluidos peligrosos
	DELIMITACION DE AREAS	Límites de áreas restringidas o de usos específicos
	ADVERTENCIA DE PELIGRO POR RADIACIONES IONIZANTES	Señalamiento para indicar la presencia de material radiactivo
<b>VERDE</b>	CONDICION SEGURA	Identificación de tuberías que conducen fluidos de bajo riesgo. Señalamientos para indicar salidas de emergencia, rutas de evacuación, zonas de seguridad y primeros auxilios, lugares de reunión, regaderas de emergencia, lavaojos, entre otros
<b>AZUL</b>	OBLIGACION	Señalamientos para realizar acciones específicas

**7.2 Colores contrastantes**

Cuando se utilice un color contrastante para mejorar la percepción de los colores de seguridad, la selección del primero debe ser de acuerdo a lo establecido en la tabla 2. El color de seguridad debe cubrir al menos 50 % del área total de la señal, excepto para las señales de prohibición, según se establece en el apartado 8.7.2.

**TABLA 2 SELECCION DE COLORES CONTRASTANTES**

COLOR DE SEGURIDAD	COLOR CONTRASTANTE
<b>ROJO</b>	BLANCO
<b>AMARILLO</b>	NEGRO
<b>AMARILLO</b>	MAGENTA*
<b>VERDE</b>	BLANCO
<b>AZUL</b>	BLANCO

\* **Nota:** El magenta debe ser el color contrastante del amarillo de seguridad, únicamente en el caso de la señal utilizada para indicar la presencia de radiaciones ionizantes, según lo establecido en el apéndice E.

**8. Señales de seguridad e higiene**

**8.1 Restricción en el uso de las señales de seguridad e higiene en los centros de trabajo**

**8.1.1** Se debe evitar el uso indiscriminado de señales de seguridad e higiene como técnica de prevención contra accidentes y enfermedades de trabajo.

**8.1.2** La eficacia de las señales de seguridad e higiene no deberá ser disminuida por la concurrencia de otras señales o circunstancias que dificulten su percepción.

**8.2** Objetivo de las señales de seguridad e higiene

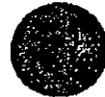
Las señales de seguridad e higiene deben cumplir con:

- a) atraer la atención de los trabajadores a los que está destinado el mensaje específico,
- b) conducir a una sola interpretación,
- c) ser claras para facilitar su interpretación,
- d) informar sobre la acción específica a seguir en cada caso,
- e) ser factible de cumplirse en la práctica.

**8.3 Formas geométricas**

**8.3.1** Las formas geométricas de las señales de seguridad e higiene y su significado asociado se establecen en la tabla 3.

**TABLA 3 FORMAS GEOMETRICAS PARA SEÑALES DE SEGURIDAD E HIGIENE Y SU SIGNIFICADO**

SIGNIFICADO	FORMA GEOMETRICA	DESCRIPCION DE FORMA GEOMETRICA	UTILIZACION
PROHIBICION		CIRCULO CON BANDA CIRCULAR Y BANDA DIAMETRAL OBLICUA A 45° CON LA HORIZONTAL, DISPUESTA DE LA PARTE SUPERIOR IZQUIERDA A LA INFERIOR DERECHA	PROHIBICION DE UNA ACCION SUSCEPTIBLE DE PROVOCAR UN RIESGO
OBLIGACION		CIRCULO	DESCRIPCION DE UNA ACCION OBLIGATORIA
PRECAUCION		TRIANGULO EQUILATERO LA BASE DEBERA SER PARALELA A LA HORIZONTAL	ADVIERTE DE UN PELIGRO
INFORMACION		CUADRADO O RECTANGULO LA BASE MEDIRA ENTRE UNA A UNA Y MEDIA VECES LA ALTURA Y DEBERA SER PARALELA A LA HORIZONTAL	

**8.4 Símbolos de seguridad e higiene**

**8.4.1** El color de los símbolos debe ser en el color contrastante correspondiente a la señal de seguridad e higiene, excepto en las señales de seguridad e higiene de prohibición, que deben cumplir con el apartado 8.7.2

**8.4.2** Los símbolos que deben utilizarse en las señales de seguridad e higiene, deben cumplir con el contenido de imagen que se establece en los apéndices A, B, C, D y E, en los cuales se incluyen una serie de ejemplos

**8.4.3** Al menos una de las dimensiones del símbolo debe ser mayor al 60 % de la altura de la señal.

**8.4.4** Cuando se requiera elaborar un símbolo para una señal de seguridad e higiene en un caso específico que no esté contemplado en los apéndices, se permite el diseño particular que se requiera siempre y cuando se establezca la indicación por escrito y su contenido de imagen asociado, este último debe cumplir con lo establecido en el apartado 8.2

**8.4.5** En el caso de las señales de obligación y precaución, podrá utilizarse el símbolo general consistente en un signo de admiración como se muestra en las figuras B.1 y C.1 de los apéndices B y C respectivamente, debiendo agregar un texto breve y concreto fuera de los límites de la señal. Este texto deberá cumplir con lo establecido en el apartado 8.5.1

**8.5 Textos**

**8.5.1** Toda señal de seguridad e higiene podrá complementarse con un texto fuera de sus límites y este texto cumplirá con lo siguiente

- a) ser un refuerzo a la información que proporciona la señal de seguridad e higiene,
- b) la altura del texto, incluyendo todos sus renglones, no será mayor a la mitad de la altura de la señal de seguridad e higiene,
- c) el ancho de texto no será mayor al ancho de la señal de seguridad e higiene,
- d) estar ubicado abajo de la señal de seguridad e higiene,
- e) ser breve y concreto,
- f) ser en color contrastante sobre el color de seguridad correspondiente a la señal de seguridad e higiene que complementa, o texto en color negro sobre fondo blanco

8.5.2 Únicamente las señales de información se pueden complementar con textos dentro de sus límites, debiendo cumplir con lo siguiente

- a) ser un refuerzo a la información que proporciona la señal,
- b) no deben dominar sobre los símbolos, para lo cual se limita la altura máxima de las letras a la tercera parte de la altura del símbolo,
- c) deben ser breves y concretos, con un máximo de tres palabras ;
- d) el color del texto será el mismo que el color contrastante correspondiente a la señal de seguridad e higiene que complementa

8.6 Dimensiones de las señales de seguridad e higiene

Las dimensiones de las señales de seguridad e higiene deben ser tales que el área superficial y la distancia máxima de observación cumplan con la relación siguiente

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

donde S = superficie de la señal en m<sup>2</sup>  
 L = distancia máxima de observación en m

Esta relación sólo se aplica para distancias de 5 a 50 m. Para distancias menores a 5 m, el área de las señales será como mínimo de 125 cm<sup>2</sup>. Para distancias mayores a 50 m, el área de las señales será, al menos 12500 cm<sup>2</sup>.

8.7 Disposición de los colores en las señales de seguridad e higiene

8.7.1 Para las señales de seguridad e higiene de obligación, precaución e información, el color de seguridad debe cubrir cuando menos el 50 % de su superficie total

8.7.2 Para las señales de seguridad e higiene de prohibición el color de fondo debe ser blanco, la banda transversal y la banda circular deben ser de color rojo, el símbolo debe colocarse centrado en el fondo y no debe obstruir a la banda diametral, el color rojo debe cubrir por lo menos el 35 % de la superficie total de la señal de seguridad e higiene. El color del símbolo debe ser negro.

8.7.3 En el caso de las señales de seguridad e higiene elaboradas con productos luminiscentes, se permitirá usar como color contrastante el amarillo verdoso en lugar del color blanco. Asimismo el producto luminiscente podrá emplearse en los contornos de la señal, del contenido de imagen y de las bandas circular y diametral, en las señales de prohibición

8.8 Iluminación

En condiciones normales, en la superficie de la señal de seguridad e higiene debe existir una iluminación de 50 lx como mínimo

8.9 Señales específicas de seguridad e higiene

Para denotar la presencia de fuentes generadoras o emisoras de radiaciones ionizantes, debe utilizarse la señal de seguridad e higiene establecida en el apéndice E

9. Identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías

En el presente capítulo se establece el código de identificación para tuberías, el cual consta de los tres elementos siguientes

- a) color de seguridad,
- b) información complementaria,
- c) indicación de dirección de flujo

9.1 Colores de seguridad para tuberías

9.1.1 Las tuberías deben ser identificadas con el color de seguridad de la tabla 4

TABLA 4 COLORES DE SEGURIDAD PARA TUBERIAS Y SU SIGNIFICADO

COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO
ROJO	IDENTIFICACION DE TUBERIAS CONTRA INCENDIO
AMARILLO	IDENTIFICACION DE FLUIDOS PELIGROSOS
VERDE	IDENTIFICACION DE FLUIDOS DE BAJO RIESGO

Para definir si un fluido es peligroso se deberán consultar las hojas de datos de seguridad conforme a lo establecido en la NOM-114-STPS-1994

También se clasificarán como fluidos peligrosos aquellos sometidos a las condiciones de presión o temperatura siguientes:

- a) condición extrema de temperatura cuando el fluido esté a una temperatura mayor de 50 °C o a baja temperatura que pueda causar lesión al contacto con éste;
- b) condición extrema de presión cuando la presión manométrica del fluido sea de 686 kPa, equivalente a 7 kg/cm<sup>2</sup>, o mayor

9.1.2 El color de seguridad debe aplicarse en cualquiera de las formas siguientes:

- a) pintar la tubería a todo lo largo con el color de seguridad correspondiente,
- b) pintar la tubería con bandas de identificación de 100 mm de ancho como mínimo, incrementándolas en proporción al diámetro de la tubería de acuerdo a la tabla 5, de tal forma que sean claramente visibles,
- c) colocación de etiquetas indelebles con las dimensiones mínimas que se indican en la tabla 5 para las bandas de identificación, las etiquetas de color de seguridad deben cubrir toda la circunferencia de la tubería

9.1.3 La disposición del color amarillo para la identificación de fluidos peligrosos, se permitirá mediante bandas con franjas diagonales amarillas y negras a 45°. El color amarillo de seguridad debe cubrir por lo menos el 50% de la superficie total de la banda de identificación y las dimensiones mínimas de dicha banda se ajustarán a lo establecido en la tabla 5. La información complementaria debe cumplir con lo dispuesto en el apartado 9.2.4

**TABLA 5 DIMENSIONES MINIMAS DE LAS BANDAS DE IDENTIFICACION EN RELACION AL DIAMETRO DE LA TUBERÍA (todas las dimensiones en mm)**

DIAMETRO EXTERIOR DE TUBO O CUBRIMIENTO	ANCHO MINIMO DE LA BANDA DE IDENTIFICACION
hasta 38	100
más de 38 hasta 51	200
más de 51 hasta 150	300
más de 150 hasta 250	600
más de 250	800

9.1.4 Las bandas de identificación se ubicarán de forma que sean visibles desde cualquier punto de la zona o zonas en que se ubica el sistema de tubería y en la

cercanía de válvulas. En tramos rectos se ubicarán a intervalos regulares no mayores a lo indicado a continuación:

- a) para un ancho de banda de color de seguridad de hasta 200 mm, cada 10 m,
- b) para anchos de banda mayores a 200 mm, cada 15 m

**9.2 Información complementaria**

9.2.1 Adicionalmente a la utilización del color de seguridad señalado en el apartado 9.1 y de la dirección de flujo establecido en el apartado 9.3, deberá indicarse la información complementarias sobre la naturaleza, riesgo del fluido o información del proceso, la cual podrá implementarse mediante cualquiera de las alternativas siguientes:

- a) utilización de señales de seguridad e higiene de acuerdo a lo establecido en el capítulo 8;
- b) uso de leyendas que indiquen el riesgo del fluido, conforme a la tabla 6,

**TABLA 6 LEYENDAS PARA FLUIDOS PELIGROSOS**

TOXICO
INFLAMABLE
EXPLOSIVO
IRRITANTE
CORROSIVO
REACTIVO
RIESGO BIOLÓGICO
ALTA TEMPERATURA
BAJA TEMPERATURA
ALTA PRESION

- c) utilización de la señalización de indicación de riesgos por sustancias químicas, de conformidad con lo establecido en la Norma NOM-114-STPS-1994,
- d) nombre completo de la sustancia (por ejemplo ACIDO SULFURICO),
- e) información del proceso (por ejemplo AGUA PARA CALDERAS),
- f) símbolo o fórmula química (por ejemplo  $H_2SO_4$ );
- g) cualquier combinación de los incisos anteriores

9.2.2 La señalización a que se refieren los incisos a y c del apartado anterior, debe cumplir con lo siguiente

- el área mínima de la señal será de 125 cm<sup>2</sup>,
- cuando la altura de la señal sea mayor al 70 % del diámetro de la tubería, dicha señal se dispondrá a manera de placa colgada en la tubería, adyacente a las bandas de identificación;
- las señales cuya altura sea igual o menor al 70 % del diámetro de la tubería, deben ubicarse de conformidad con lo establecido en el apartado 9.2.3

La utilización de las alternativas establecidas en los incisos b, d, e y f del apartado 9.2.1 se debe cumplir con lo establecido en los apartados 9.2.3 a 9.2.7

9.2.3 La información complementaria y el símbolo para fluidos radiactivos a que se refiere el apartado 9.2.8, se pintará sobre la banda de color de seguridad o podrá ubicarse en una etiqueta, placa o letrero fijado a la tubería, adyacente a las bandas de identificación, siempre que dichos elementos de identificación sean indelebles e intransferibles. Para la utilización de señales debe observarse lo establecido en el apartado 9.2.2. En el caso de que la tubería se pinte a todo lo largo con el color de seguridad, la información complementaria se ubicará de forma que sea visible desde cualquier punto de la zona o zonas en que se ubica el sistema de tubería y en la cercanía de válvulas. En tramos rectos se ubicará a intervalos regulares no mayores a lo indicado a continuación

- a) para diámetros de tubería de hasta 51 mm, cada 10 m,
- b) para diámetros de tubería mayores a 51 mm, cada 15 m.

9.2.4 El color de la información complementaria debe ser del color contrastante correspondiente conforme a lo indicado en la tabla 2 de la presente Norma. Cuando se utilicen bandas de color de seguridad mediante franjas diagonales amarillas y negras como se indica en el apartado 9.1.3, las leyendas de información complementaria se pintarán adyacentes a dichas bandas, en color blanco o negro, de forma que contrasten

con el color de la tubería. En el caso del uso de textos como información complementaria, la altura de las letras debe cumplir con la relación

$$\text{altura mínima de texto} = d (\pi / 6)$$

donde d = diámetro exterior de la tubería o cubrimiento

9.2.5 Para la utilización de leyendas que identifiquen el riesgo del fluido, primeramente se empleará el término EXPLOSIVO o el término INFLAMABLE, cuando alguno de éstos aplique, más la leyenda del riesgo principal del fluido conforme a lo indicado en la tabla 6

Por ejemplo INFLAMABLE - TOXICO

9.2.6 Los ácidos y álcalis deben diferenciarse anteponiendo a la leyenda IRRITANTE o CORROSIVO, la palabra ACIDO o ALCALI, según corresponda

9.2.7 Para los casos de los riesgos especiales no considerados en la tabla 6, se deberán utilizar leyendas particulares que indiquen claramente el riesgo

9.2.8 Los fluidos radiactivos se identificarán mediante el símbolo establecido en la figura E 1 del apéndice E.

### 9.3 Dirección del flujo

9.3.1 La dirección del flujo debe indicarse con una flecha adyacente a las bandas de identificación, o cuando la tubería esté totalmente pintada, adyacente a la información complementaria. Las tuberías en las que exista flujo en ambos sentidos, se identificarán con una flecha apuntando en ambas direcciones. La longitud de la flecha será igual o mayor a la altura de las letras de las leyendas en relación al diámetro de la tubería, conforme a lo indicado en el apartado 9.2.4.

9.3.2 La flecha de dirección del flujo se pintará directamente sobre la tubería, en color blanco o negro, para contrastar claramente con el color de la misma

9.3.3 La flecha de dirección podrá integrarse a las etiquetas, placas o letreros, establecidos en el apartado 9.2.3

## 10. Vigilancia

La vigilancia en el cumplimiento de la presente Norma corresponde a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social

**11. Bibliografía**

- a) Norma Mexicana NMX-S-017-1996-SCFI, Señales y avisos para protección civil - colores, formas y símbolos a utilizar, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de julio de 1997.
- b) Consejo de Ministros de España Real Decreto 485/1997, del 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, anexos I, II y III
- c) American National Standard Institute. ANSI Z 535 1-1991, American National Standard for Safety Color Code Estados Unidos de América
- d) Japanese Industrial Standard JIS Z 9101-1995, Safety colours and safety signs Japón
- e) American National Standard Institute ANSI A 13.1. Scheme for the identification of piping systems Estados Unidos de América.

**12. Concordancia con normas internacionales**

Esta Norma coincide parcialmente con las normas internacionales siguientes:

- a) International Organization for Standardization ISO 3864-1984 (E) Safety colours and safety signs.
- b) International Organization for Standardization ISO 6309 1987 (E/F) Fire protection - safety signs

**TRANSITORIOS**

**PRIMERO.** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los ciento ochenta días siguientes a su publicación en el Diario Oficial de la Federación

**SEGUNDO.** Durante el lapso señalado en el artículo anterior, los patrones cumplirán con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-026-STPS-1993, Seguridad - Colores y su aplicación, NOM-027-STPS-1993, Señales y avisos de seguridad e higiene y NOM-028-STPS-1993, Seguridad - Código de colores para la identificación de fluidos conducidos en tuberías, o bien realizarán las adaptaciones para observar las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana y, en este último caso, las autoridades laborales proporcionarán a petición de los patrones interesados, asesoría y orientación para instrumentar su cumplimiento, sin que los patrones se hagan acreedores a sanciones por el incumplimiento de las normas en vigor

**TERCERO.** Se cancelan las Normas Oficiales Mexicanas NOM-027-STPS-1993, Señales y avisos de seguridad e higiene y NOM-028-STPS-1993, Seguridad - Código de colores para la identificación de fluidos conducidos en tuberías, publicadas en el Diario Oficial de la Federación los días 27 y 24 de mayo de 1994, respectivamente

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, Distrito Federal, a los once días del mes de septiembre de mil novecientos noventa y ocho

El Secretario del Trabajo y Previsión Social, José Antonio González Fernández. - Rúbrica

**APENDICE A****SEÑALES DE PROHIBICION**

En el presente apéndice se establecen las señales para denotar prohibición de una acción susceptible de provocar un riesgo. Estas señales deben tener forma geométrica circular, fondo en color blanco, bandas circular y diagonal en color rojo y símbolo en color negro según la tabla 3 y la tabla A 1

**TABLA A 1 SEÑALES DE PROHIBICION**

	INDICACION	CONTENIDO DE IMAGEN DEL SIMBOLO	EJEMPLO
A.1	PROHIBIDO FUMAR	CIGARRILLO ENCENDIDO	
A.2	PROHIBIDO GENERAR LLAMA ABIERTA E INTRODUCIR OBJETOS INCANDESCENTES	CERILLO ENCENDIDO	
A.3	PROHIBIDO EL PASO	SILUETA HUMANA CAMINANDO	

**APENDICE B**

**SEÑALES DE OBLIGACION**

En el presente apéndice se establecen las señales de seguridad e higiene para denotar una acción obligatoria a cumplir. Estas señales deben tener forma circular, fondo en color azul y símbolo en color blanco según la tabla 3 y la tabla B 1

**TABLA B 1 SEÑALES DE OBLIGACION**

	INDICACION	CONTENIDO DE IMAGEN DEL SIMBOLO	EJEMPLO
B.1	INDICACION GENERAL DE OBLIGACION	SIGNO DE ADMIRACION	
B.2	USO OBLIGATORIO DE CASCO	CONTORNO DE CABEZA HUMANA, PORTANDO CASCO	
B.3	USO OBLIGATORIO DE PROTECCION AUDITIVA	CONTORNO DE CABEZA HUMANA PORTANDO PROTECCION AUDITIVA	
B.4	USO OBLIGATORIO DE PROTECCION OCULAR	CONTORNO DE CABEZA HUMANA PORTANDO ANTEOJOS	
B.5	USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD	UN ZAPATO DE SEGURIDAD	
B.6	USO OBLIGATORIO DE GANTES DE SEGURIDAD	UN PAR DE GANTES	

APENDICE C

SEÑALES DE PRECAUCION

En el presente apéndice se establecen las señales para indicar precaución y advertir sobre algún riesgo presente. Estas señales deben tener forma geométrica triangular, fondo en color amarillo, banda de contorno y símbolo en color negro según la tabla 3 y la tabla C1

TABLA C1 SEÑALES DE PRECAUCION

	INDICACION	CONTENIDO DE IMAGEN DEL SIMBOLO	EJEMPLO
C.1	INDICACION GENERAL DE PRECAUCION	SIGNO DE ADMIRACION	
C.2	PRECAUCION, SUSTANCIA TOXICA	CRANEO HUMANO DE FRENTE CON DOS HUESOS LARGOS CRUZADOS POR DETRAS	
C.3	PRECAUCION, SUSTANCIAS CORROSIVAS	UNA MANO INCOMPLETA SOBRE LA QUE UNA PROBETA DERRAMA UN LIQUIDO EN ESTE SIMBOLO PUEDE AGREGARSE UNA BARRA INCOMPLETA SOBRE LA QUE OTRA PROBETA DERRAMA UN LIQUIDO	
C.4	PRECAUCION, MATERIALES INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES	IMAGEN DE FLAMA	

C.5	PRECAUCION, MATERIALES OXIDANTES Y COMBURENTES	CORONA CIRCULAR CON UNA FLAMA	
C.6	PRECAUCION, MATERIALES CON RIESGO DE EXPLOSION	UNA BOMBA EXPLOTANDO	
C.7	ADVERTENCIA DE RIESGO ELECTRICO	FLECHA QUEBRADA EN POSICION VERTICAL HACIA ABAJO	
C.8	RIESGO POR RADIACION LASER	LINEA CONVERGIENDO HACIA UNA IMAGEN DE RESPLANDOR	
C.9	ADVERTENCIA DE RIESGO BIOLÓGICO	CIRCUNFERENCIA Y TRES MEDIAS LUNAS	

APENDICE D

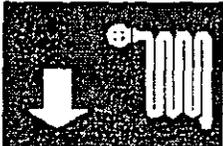
SEÑALES DE INFORMACION

En el presente apéndice se establecen las señales para informar sobre ubicación de equipo contra incendio y para equipo y estaciones de protección y atención en casos de emergencia según las tablas D 1 y D 2

**D 1 SEÑALES DE INFORMACION PARA EQUIPO CONTRA INCENDIO**

Estas señales deben tener forma cuadrada o rectangular, fondo en color rojo y símbolo y flecha direccional en color blanco. La flecha direccional podrá omitirse en el caso en que el señalamiento se encuentre en la proximidad del elemento señalizado

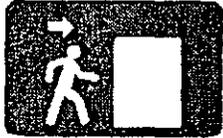
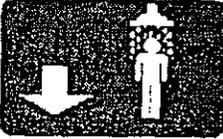
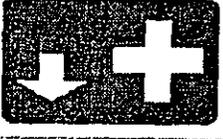
**TABLA D1 SEÑALES PARA EQUIPO A UTILIZAR EN CASO DE INCENDIO**

	INDICACION	CONTENIDO DE IMAGEN DEL SIMBOLO	EJEMPLO
D.1.1	UBICACION DE UN EXTINTOR	SILUETA DE UN EXTINTOR CON FLECHA DIRECCIONAL	
D.1.2	UBICACION DE UN HIDRANTE.	SILUETA DE UN HIDRANTE CON FLECHA DIRECCIONAL	

**D 2 SEÑALES DE INFORMACION PARA SALIDAS DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS**

Estos señalamientos deben tener forma geométrica rectangular o cuadrada, fondo en color verde y símbolo y flecha direccional en color blanco. La flecha direccional podrá omitirse en el caso en que el señalamiento se encuentre en la proximidad del elemento señalizado, excepto en el caso de la señal de ubicación de una salida de emergencia, la cual deberá contener siempre la flecha direccional.

**TABLA D 2 SEÑALES QUE INDICAN UBICACION DE SALIDAS DE EMERGENCIA Y DE INSTALACIONES DE PRIMEROS AUXILIOS.**

	INDICACION	CONTENIDO DE IMAGEN DEL SIMBOLO	EJEMPLO
D.2.1	UBICACION DE UNA SALIDA DE EMERGENCIA	SILUETA HUMANA AVANZANDO HACIA UNA SALIDA DE EMERGENCIA INDICANDO CON FLECHA DIRECCIONAL EL SENTIDO REQUERIDO	
D.2.2	UBICACION DE UNA REGADERA DE EMERGENCIA	SILUETA HUMANA BAJO UNA REGADERA Y FLECHA DIRECCIONAL	
D.2.3	UBICACION DE ESTACIONES Y BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DIRECCIONAL	
D.2.4	UBICACION DE UN LAVAOJOS	CONTORNO DE CABEZA HUMANA INCLINADA SOBRE UN CHORRO DE AGUA DE UN LAVAOJOS. Y FLECHA DIRECCIONAL	

APENDICE E

SEÑAL DE SEGURIDAD E HIGIENE RELATIVA A RADIACIONES IONIZANTES

Las características de las señales de seguridad e higiene que deben ser utilizadas en los centros de trabajo para advertir la presencia de radiaciones ionizantes son

- a) forma geométrica: cuadrada;
- b) color de seguridad: amarillo;
- c) color contrastante: magenta;
- d) símbolo: el color del símbolo debe ser el magenta; este símbolo debe cumplir con la forma y dimensiones que se muestran en la figura E 1;
- e) texto: opcional, siempre y cuando cumpla con lo establecido en el apartado 8 5 1

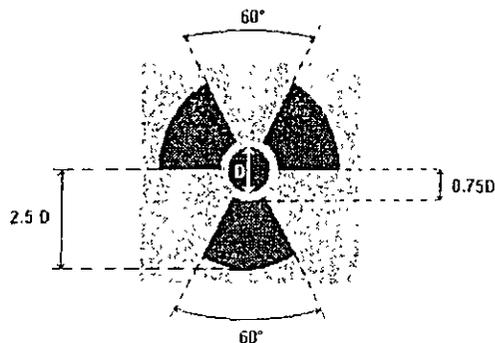


FIGURA E1. SEÑAL PARA INDICAR PRESENCIA DE RADIACIONES IONIZANTES

11.1.3 PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-004-SEDG-1998, Instalaciones de aprovechamiento para Gas L.P. Diseño y construcción.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice Estados Unidos Mexicanos - Secretaría de Energía

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-004-SEDG-1998, INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO PARA GAS L.P. DISEÑO Y CONSTRUCCION.

La Secretaría de Energía, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 26 y 33 fracción IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 40 fracción XIII, 44, 45, 46, 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 33 del Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo, 12 bis del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

CONSIDERANDO

Que es responsabilidad del Gobierno Federal establecer las características y/o especificaciones que deben reunir las instalaciones industriales, comerciales, de servicio y domésticas, particularmente cuando sean peligrosas

El Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo establece que el diseño, construcción, equipamiento, modificaciones, funcionamiento y retiro de instalaciones de aprovechamiento se llevará a cabo con apego a las normas y demás disposiciones aplicables en la materia

En razón del riesgo del Gas L.P cuando es manejado en forma insegura, resulta indispensable para beneficio de las personas, sus bienes y el medio ambiente, establecer los requisitos técnicos mínimos de seguridad obligatorios para las instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P domésticas, comerciales de servicio e industriales

Se expide el siguiente. Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-004-SEDG-1998, Instalaciones de aprovechamiento para gas L.P. Diseño y construcción

De conformidad con el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-004-SEDG-1998, Instalaciones de aprovechamiento para Gas L.P. Diseño y construcción, se expide para consulta pública a efecto de que dentro de los siguientes sesenta días naturales, los interesados presenten sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Gas Licuado de Petróleo, en Insurgentes Sur número 890, piso tercero, colonia Del Valle, Delegación Benito Juárez, código postal 03100, para que en términos del citado precepto sean considerados en el seno del Comité

Asimismo, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 47 fracción I del ordenamiento legal citado, la manifestación de impacto regulatorio relacionada con el PROY-NOM-004-SEDG-1998, Instalaciones de aprovechamiento para Gas L.P. Diseño y construcción, estará a disposición del público para su consulta en el domicilio antes señalado.

Sufragio Efectivo No Reelección

México, D.F., a 11 de diciembre de 1998 - El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Gas Licuado de Petróleo, **Francisco Rodríguez Ruiz.- Rúbrica.**

**1. Objetivo y campo de aplicación**

Establecer los requisitos técnicos mínimos de seguridad para el diseño y construcción de instalaciones de aprovechamiento para Gas L.P.

En instalaciones que reciben Gas L.P. proveniente de una red de distribución, esta Norma aplica a partir del medidor del usuario.

**2. Referencias**

- NOM-018/1-SCFI-1993 Recipientes portátiles para contener Gas L.P., no expuestos a calentamiento por medios artificiales Fabricación
- NOM-018/2-SCFI-1993 Recipientes portátiles para contener Gas L.P. Válvulas.
- NOM-018/3-SCFI-1993 Distribución y consumo de Gas L.P., recipientes portátiles y sus accesorios. Parte 3 cobre y aleaciones. Conexión integral (cola de cochino) para uso de Gas L.P.
- NOM-018/4-SCFI-1993 Distribución y consumo de Gas L.P., recipientes portátiles y sus accesorios. Parte 4 Reguladores de baja presión para gases licuados de petróleo.
- NOM-021/1-SCFI-1993 Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamiento por medios artificiales para contener Gas L.P., tipo no portátil. Requisitos generales
- NOM-021/2-SCFI-1993 Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamiento por medios artificiales para contener Gas L.P., tipo no portátil destinados a planta de almacenamiento para distribución y estaciones de aprovisionamiento de vehículos.
- NOM-021/3-SCFI-1993 Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamiento por medios artificiales para contener Gas L.P., tipo no portátil para instalaciones de aprovechamiento final de Gas L.P. como combustible.

- NOM-026-STPS-1993 Aplicación del Código de colores en instalaciones industriales
- NOM-028-STPS-1993 Seguridad Código de colores para la identificación de fluidos conducidos en tuberías
- NMX-B-10-1986 Productos siderúrgicos Tubos de acero al carbono con o sin costura, negros o galvanizados por inmersión en caliente para usos comunes
- NMX-E-43-1977 Tubos de polietileno Conducción de gas natural o L.P
- NMX-H-22-1989 Conexiones roscadas de hierro maleable clase 1,03 MPa (150 psi) y 2,07 MPa (300 psi)
- NMX-W-18-1981 Cobre Tubos sin costura para conducción de fluidos a presión
- NMX-W-101-1982 Cobre. Conexión soldable.
- NMX-X-002-1996 Latón Conexiones roscadas. Calidad y funcionamiento de conexiones utilizadas en las mangueras que se emplean en la conducción de gas natural y Gas L.P.
- NMX-X-004-1967 Válvulas para recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamiento por medios artificiales para contener Gas L.P Tipo no portátil
- NMX-X-026-1973 Regulador de baja presión con válvula para acoplamiento directo
- NMX-X-029-1985 Gas L.P. Mangueras con refuerzo de alambre o fibras textiles.
- NMX-X-031-1983 Instalaciones de gas natural o L.P vapor y aire. Válvula de paso
- NMX-X-057-1972 Calidad y funcionamiento de vaporizadores para Gas L.P

**3. Definiciones**

Para efectos de esta Norma se entenderá por:

**3.1. Aparato de consumo.**

Instrumento o conjunto de instrumentos que utilizan Gas L.P como combustible.

**3.2. Caída de presión.**

Pérdida de presión ocasionada por fricción u obstrucción al pasar el Gas L.P a través de tuberías, válvulas, accesorios, reguladores y medidores

**3.3. Combustión.**

Proceso químico de oxidación rápida entre el Gas L.P. y el oxígeno que produce la generación de energía térmica y luminosa

**3.4. Instalación de aprovechamiento para Gas L.P.**

Sistema fijo y permanente que a presión regulada suministra Gas L.P. a los aparatos de consumo para su aprovechamiento como combustible. Para efectos de esta Norma en lo sucesivo se describirá como instalación

**3.4.1. Domésticas.**

Las que alimentan Gas L.P. en fase vapor a los aparatos de consumo en instalaciones que dan servicio en casas habitación

**3.4.2. Domésticas múltiples.**

Las que alimentan a dos o más casas habitación, ubicadas en un mismo inmueble o predio, a través de un sistema de regulación común

**3.4.3. Comerciales y de servicios.**

Son aquellas en donde se utiliza el Gas L.P. como combustible para elaborar productos o proporcionar servicios que se comercializan directamente al consumidor final

**3.4.4. Industriales.**

Son aquellas en donde se utiliza el Gas L.P. como combustible para realizar procesos industriales o para elaborar productos que sirvan como materia prima para otros procesos

**3.5. Gas inerte.**

Gas no combustible, utilizado en pruebas de hermeticidad

**3.6. Gas Licuado de Petróleo o Gas L.P.**

El combustible en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas y que contiene propileno o butileno o mezclas de éstos como impurezas principales

**3.7. Medidor.**

Instrumento utilizado para cuantificar el volumen de Gas L.P.

**3.8. Presión de diseño.**

Es la presión máxima de trabajo de un sistema a la que se le han agregado los factores de seguridad, considerando todas las características de su operación

**3.9. Presión de prueba.**

Presión a la cual es sometida la instalación antes de entrar en operación con el fin de comprobar su hermeticidad

**3.10. Presión de servicio.**

Es la presión manométrica, controlada por regulador, cuyo valor queda establecido por el ajuste del mismo, medida a su salida en condiciones de cero caudal volumétrico demandado

**3.11. Presión de trabajo.**

Es la presión a la que opera el sistema en condiciones normales, basado en las características de diseño de los aparatos de consumo

**3.12. Recipiente portátil.**

Envase metálico no expuesto a medios de calentamiento artificiales, que se utiliza para contener Gas L.P. y que por su peso y dimensiones puede manejarse manualmente para su llenado. Debe contar con válvula

**3.13. Recipiente no portátil.**

Envase metálico no expuesto a medios de calentamiento artificiales, que se utiliza para contener Gas L.P. y que por su peso y dimensiones no puede manejarse manualmente, su llenado se efectúa en el predio o inmueble en donde se encuentra la instalación de aprovechamiento

**3.14. Régimen en alta presión regulada.**

Es aquel donde la presión de servicio es mayor de 0,00287 MPa (0,0293 kgf/cm<sup>2</sup>)

**3.15. Régimen en baja presión regulada.**

Es aquel donde la presión de servicio es como máximo de 0,002745 MPa (0,028 kgf/cm<sup>2</sup>) en tuberías de servicio donde no existe medidor volumétrico, y como máximo de 0,00287 MPa (0,0293 kgf/cm<sup>2</sup>) en tuberías que cuenten con medidor volumétrico

**3.16. Regulador de presión.**

Dispositivo mecánico que reduce el valor de la presión del Gas L.P. del valor al cual lo recibe a su entrada hasta el valor que su ajuste establece a la salida, controlando y limitando la magnitud de la variación de la presión de salida alrededor del valor de ajuste.

**3.17. Tubería de llenado.**

Es aquella que conduce Gas L.P. en estado líquido de la interconexión con la manguera del autotank hasta el recipiente no portátil

**3.18. Tuberías de servicio.**

Son aquellas que conducen Gas L.P. en estado de vapor a presión regulada, cuyo objetivo es alimentar a los aparatos de consumo

**3.19. Unidad de verificación.**

Persona física o moral acreditada y aprobada en la especialidad de instalaciones de aprovechamiento domésticas, comerciales, de servicios e industriales, conforme se establece en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y el Reglamento de la Distribución de Gas Licuado de Petróleo, para verificar y dictaminar el cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana

**4. Clasificación**

Las instalaciones se clasifican de acuerdo a la capacidad de almacenamiento y al uso a que se destinen

**4.1. De acuerdo a su capacidad de almacenamiento en:**

Tipo I. Con capacidad nominal de almacenamiento individual o acumulada, hasta 10,000 litros de Gas L.P.

Tipo II. Con capacidad nominal de almacenamiento individual o acumulada igual o mayor de 10,001 litros de Gas L.P. y las que utilicen vaporizador.

**4.2. De acuerdo a su uso en:**

Clase A	Doméstica
Clase B	Doméstica múltiple
Clase C	Comercial y de servicios
Clase D	Industrial

**5. Generalidades**

**5.1.** Los productos que formen parte de las instalaciones deben cumplir con las normas oficiales mexicanas correspondientes. En caso de no existir norma oficial mexicana para algún producto, se estará a lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización

**5.2.** Las instalaciones Tipo I clase D y Tipo II en todas sus clases, deben contar con libro bitácora en donde se integre la información correspondiente a la operación y mantenimiento de la instalación

**5.3.** Cuando una instalación tenga secciones que se destinen a diferentes usos, su clasificación será la del tipo y uso más exigentes dentro de las que a sus secciones corresponda

La existencia de esta diferencia de usos para diversas secciones de una instalación sólo será aceptable cuando todas las secciones sean del mismo propietario

**6. Proyecto****6.1. Instalaciones Tipo "I", clase A, B y C.****6.1.1. Dibujo isométrico de la instalación con los siguientes datos:**

- En caso de instalar recipiente no portátil, se debe indicar la marca, fecha de fabricación, número de serie y capacidad del mismo.
- Marca, capacidad y presión de salida del o los reguladores utilizados
- Especificaciones y medidas de las tuberías de llenado, de vapor y de servicio.
- Trayectoria del tendido de la tubería, indicando si son visibles, ocultas, en muros o subterráneas
- Ubicación de aparatos de consumo indicando tipo y gasto
- Ubicación del vaporizador en su caso

**6.2. Instalaciones Tipo "I" clase D y Tipo "II" todas las clases.****6.2.1. Dibujo isométrico de la instalación con los siguientes datos:**

- En caso de instalar recipiente no portátil, se debe indicar la marca, fecha de fabricación, número de serie y capacidad del mismo.
- Marca, capacidad y presión de salida del o los reguladores utilizados

- c) Especificaciones y medidas de las tuberías de llenado, de vapor y de servicio
- d) Trayectoria del tendido de la tubería, indicando si son visibles, ocultas, en muros o subterráneas
- e) Ubicación de aparatos de consumo indicando tipo y gasto
- f) Ubicación del vaporizador en su caso

### 6.2.2. Memoria técnico descriptiva.

- a) Cálculo de la vaporización natural del o de los recipientes
- b) Cálculo de flujo en las tuberías en fase vapor por tramo
- c) Descripción del montaje de las tuberías partiendo del o de los recipientes de almacenamiento indicando si son visibles, ocultas o subterráneas
- d) Presión de salida y capacidad de los reguladores instalados
- e) Descripción de los aparatos de consumo, tipo, gasto y presión de servicio
- f) Descripción de los accesorios de control y seguridad de los aparatos de consumo
- g) En caso de instalar recipiente no portátil, se debe indicar la marca, fecha de fabricación, número de serie y capacidad del mismo
- h) Especificaciones del vaporizador en su caso

### 6.3. Instalaciones Tipo "II" clase D.

6.3.1. Además de lo indicado en los numerales 6.2.1 y 6.2.2 de esta Norma:

6.3.1.1. Planos en múltiplos de tamaño carta (no mayor a 8), con la siguiente información:

- a) Plano en planta a escala, indicando la localización de los recipientes, tendido de tuberías y aparatos de consumo

Los símbolos a utilizarse en los planos deben ser los que se indican en los anexos de esta Norma, sin menoscabo del uso de otros que no estén previstos

## 7. Especificaciones

### 7.1. Recipientes.

#### 7.1.2. Especificaciones generales para la ubicación y protección de los recipientes.

7.1.2.1 Se deben ubicar sobre piso firme, directamente sobre él, o sobre plataformas o estructuras debidamente sustentadas, en donde deben quedar nivelados

7.1.2.2 Los recipientes deben estar ubicados a la intemperie, en sitios con ventilación natural

7.1.2.3. Se prohíbe ubicarlos en el interior de cuartos, recámaras, cubos, descansos de escaleras y bajo líneas eléctricas de alta tensión

7.1.2.4. Los muros o divisiones junto a los recipientes deben ser de materiales no combustibles

7.1.2.5. El sitio donde se ubiquen debe tener el espacio necesario que permita que las operaciones de cambio, llenado o reparación sean seguras

7.1.2.6. Los recipientes deben protegerse contra daños físicos que afecten su integridad.

7.1.2.7. Cuando se usen muros para protección de los recipientes, éstos deben contar con ventilación en la parte inferior y cubrir máximo tres lados del recipiente

#### 7.1.3 Especificaciones particulares para la ubicación y protección de los recipientes portátiles

7.1.3.1. Cuando se instalen en azoteas, su colocación debe ser junto a muros, o bien junto a pretilas de una altura no menor de 0,60 m.

7.1.3.2. Con el fin de evitar riesgos por maniobras peligrosas, deben instalarse conforme a lo siguiente:

- a) Con capacidad de hasta 20 kg en cualquier elevación
- b) Con capacidad de 30 kg en un máximo de 7,00 m de altura sobre nivel de la calle
- c) Con capacidad de 45 kg a nivel de la calle

7.1.3.3. Para el cambio de recipientes, el operario no debe pasar con ellos por lugares destinados al público o por lugares en que se encuentren instalados aparatos de consumo o áreas con flama abierta

#### **7.1.4. Especificaciones particulares para la ubicación y protección de los recipientes no portátiles.**

7.1.4.1. Cuando los recipientes se ubiquen en lugares donde el público pueda tener acceso a ellos, deberán contar con medios que eviten el acercamiento a menos de 2,00 m

7.1.4.2. Cuando los recipientes o la estructura que los soporte se encuentren en lugares de circulación de vehículos, éstos deben quedar protegidos por medios adecuados tales como postes de concreto armado con altura mínima de 0,60 m y sección transversal de 0,20 m por 0,20 m, con un claro máximo entre elementos de 1,00 m; o muretes de concreto armado de 0,20 m de espesor y altura mínima de 0,60 m que permitan el desalojo de agua, dejando paso libre y permanente para personas, cuando menos en dos lados. La distancia del recipiente o su base a la protección debe ser como mínimo de 1,00 m.

#### **7.1.5. Interconexión de recipientes no portátiles.**

7.1.5.1. Cuando se requiera la interconexión de dos o más recipientes en su zona de vapor deben alimentar a un solo regulador general

La interconexión debe hacerse mediante un múltiple de tubo rígido y válvulas que permitan la desconexión individual de alguno de los recipientes sin interrumpir el servicio

7.1.5.2. En el caso de interconectar dos o más recipientes de modo que la fase líquida del Gas L.P. pueda pasar de uno a otro, dicha interconexión debe hacerse por el fondo y los domos de los recipientes quedar nivelados con una tolerancia del 2% del diámetro del recipiente de menor capacidad

Los recipientes así interconectados deberán tener interconectadas también sus zonas de vapor

Las interconexiones del domo y fondo deben hacerse en coples expresamente destinados para ellas, en los cuales deberá colocarse una válvula automática de exceso de flujo, seguida en el sentido de su cierre de una válvula de cierre a mano del mismo diámetro nominal que la automática que la precede, o una válvula interna que integre de fábrica las dos funciones

No es aceptable utilizar la tubería de salida hacia el regulador de primera etapa como tubería de igualación de presiones

#### **7.1.6. Valoración de recipientes no portátiles.**

7.1.6.1. Para que los recipientes no portátiles puedan ser puestos o continuar en servicio, cuando menos sus válvulas de servicio, llenado, exceso de flujo (cuando

existan) y de relevo de presión, deberán tener 5 años a partir de su fecha de fabricación, y si el recipiente tiene diez años de fabricación, contar con un dictamen sobre los espesores del cuerpo y las cabezas, realizado por una Unidad de Verificación acreditada en pruebas No destructivas

**7.1.7. Distancias.**

**7.1.7.1. Distancias mínimas de paño de recipiente portátil a.**

Fuente de ignición	1,50 m
Succión de aire acondicionado y ventiladores	3,00 m
Boca de salida de chimeneas	1,50 m
Motores eléctricos o de combustión interna	3,00 m
Anuncios luminosos	1,50 m
Puertas o ventilas de casetas de elevador	1,50 m
Interruptores, contactos eléctricos y cables energizados no entubados	1,50 m

**7.1.7.2. Distancias mínimas de paño de recipiente no portátil con capacidad de almacenamiento hasta 5 000 litros a:**

Lindero del predio	1,00 m
Paño de otro recipiente no portátil	1,00 m
Cualquier abertura al interior del edificio.	1,50 m
Fuente de ignición	3,00 m
Succión de aire acondicionado y ventiladores	3,00 m
Boca de salida de chimeneas	3,00 m
Motores eléctricos o de combustión interna	3,00 m
Anuncios luminosos	3,00 m
Puertas o ventilas de casetas de elevador	3,00 m
Interruptores, contactos eléctricos y cables energizados no entubados	3,00 m

**7.1.7.3. Distancias mínimas de paño de recipiente no portátil con capacidad de almacenamiento de 5 001 a 20 000 litros a:**

Lindero del terreno, cuando el recipiente está instalado al nivel de piso.	7,00 m
Paño de otro recipiente no portátil	1,50 m
Cualquier abertura al interior del edificio	7,00 m
Fuente de ignición	7,00 m
Succión de aire acondicionado y ventiladores	7,00 m
Boca de salida de chimeneas	7,00 m
Motores eléctricos o de combustión interna.	7,00 m
Anuncios luminosos	7,00 m
Puertas o ventilas de casetas de elevador.	7,00 m
Interruptores, contactos eléctricos y cables energizados no entubados	7,00 m

**7.1.7.4. Distancias mínimas de paño de recipiente no portátil con capacidad de almacenamiento de 20 001 a 60 000 litros a:**

Lindero del terreno, cuando el recipiente está instalado al nivel de piso.	10,00 m
Paño de otro recipiente no portátil.	1,50 m
Cualquier abertura al interior del edificio	7,00 m
Fuente de ignición	7,00 m
Succión de aire acondicionado y ventiladoras	7,00 m
Boca de salida de chimeneas	7,00 m
Motores eléctricos o de combustión interna	7,00 m
Anuncios luminosos	7,00 m
Puertas o ventilas de casetas de elevador	7,00 m
Interruptores, contactos eléctricos y cables energizados no entubados.	7,00 m

**7.1.7.5. Distancias mínimas de paño de recipiente no portátil con capacidad de almacenamiento de 60 001 litros o más a:**

Lindero del terreno, cuando el recipiente está instalado al nivel de piso	15,00 m
Paño de otro recipiente no portátil	1,50 m
Cualquier abertura al interior del edificio	7,00 m
Fuente de ignición	7,00 m
Succión de aire acondicionado y ventiladores	7,00 m
Boca de salida de chimeneas	7,00 m
Motores eléctricos o de combustión interna	7,00 m
Anuncios luminosos	7,00 m
Puertas o ventilas de casetas de elevador	7,00 m

**7.1.7.6. Se debe considerar el recipiente de mayor capacidad para determinar las distancias mínimas.**

**7.2. Tuberías.**

**7.2.1. Especificaciones generales para el cálculo de tuberías.**

7.2.1.1. Las tuberías y accesorios deben dimensionarse de tal manera que abastezcan la carga total instalada aun y cuando su operación no sea simultánea, definida conforme a lo indicado en el numeral 11.1.3 de esta Norma.

7.2.1.2. Las tuberías deben calcularse empleando longitudes equivalentes a tubería recta para las válvulas, conexiones y accesorios colocados en la misma.

7.2.1.3. El cálculo de la tubería debe efectuarse considerando flujo isotérmico y propano como fluido conducido

7.2.1.4. Para efectos del cálculo, el valor del diámetro de la tubería debe ser el diámetro interior que le corresponda a su medida nominal y material que la conforme.

**7.2.2. Especificaciones particulares para el cálculo de tuberías conduciendo Gas L.P. en baja presión regulada**

7.2.2.1. Los cálculos de la caída de presión para las instalaciones en baja presión regulada se rigen por la fórmula del Dr. Pole, usando los factores correspondientes al diámetro y material utilizados

7.2.2.2. La máxima caída de presión admisible en las tuberías conduciendo Gas L.P. es del 5% de la presión de servicio. Los resultados se expresarán hasta el cuarto decimal, redondeando el último.

**7.2.3. Especificaciones particulares para el cálculo de tuberías conduciendo Gas L.P. en alta presión regulada**

7.2.3.1. Se deben utilizar fórmulas que consideren el carácter compresible del Gas L.P. Las presiones usadas para los cálculos deben ser presiones absolutas

7.2.3.2. La caída de presión admisible en las tuberías será aquella en la que la presión final sea suficiente para el correcto funcionamiento del regulador o aparatos de consumo que alimente

**7.3. Especificaciones para las tuberías y conexiones.**

**7.3.1. Especificaciones para las tuberías y conexiones conduciendo Gas L.P. en baja presión regulada.**

7.3.1.1. Cobre rígido Tipo "L" con conexiones Tipo "L", unidas mediante soldadura con punto de fusión no menor de 489 K (216°C)

7.3.1.2. Acero negro o galvanizado cédula 40 con y sin costura y conexiones de hierro maleable para 1,03 MPa (10,54 kgf/cm<sup>2</sup>) con uniones selladas mediante productos resistentes a la acción del Gas L.P

7.3.1.3. Cobre flexible Tipo "L" con conexiones Tipo asiento de compresión (flare), para instalaciones fijas y rizados

7.3.1.4. Mangueras termoplásticas tramadas con y sin cubierta, con conexiones Tipo asiento de compresión, premontadas o abrazaderas según su Tipo, adecuadas a la presión de trabajo

7.3.1.5. Para instalaciones subterráneas, tubería de polietileno de media densidad o alta densidad, con accesorios y conexiones compatibles, unidos mediante termofusión o electrofusión

**7.3.2. Especificaciones para las tuberías y conexiones conduciendo Gas L.P. en alta presión regulada.**

7.3.2.1. Cobre rígido Tipo "L", unidas mediante soldadura con punto de fusión no menor de 513 K (240deg C)

7.3.2.2. Acero negro o galvanizado cédula 40, con y sin costura y conexiones en hierro maleable para 1,03 MPa (10,54 kgf/cm<sup>2</sup>), en el caso de ser roscadas sus uniones deben ser selladas mediante productos resistentes a la acción del gas.

7.3.2.3. Acero negro cédula 40, con y sin costura, conexiones en acero forjado cédula 40 unidas mediante soldadura de arco eléctrico y empaques metálicos

**7.3.2.4.** Mangueras termoplásticas o sintéticas tramadas con cubierta y conexiones Tipo asiento de compresión o premontadas, adecuadas a la presión de trabajo.

**7.3.2.5.** Para instalaciones subterráneas, tubería de polietileno de media o alta densidad con accesorios y conexiones compatibles, unidos mediante termofusión

**7.3.3. Características de las tuberías y conexiones conduciendo Gas L.P. en alta presión no regulada o Gas L.P. en fase líquida.**

**7.3.3.1.** Cobre rígido Tipo "L" o "K" con conexiones Tipo "L", unidas mediante soldadura con punto de fusión no menor de 723 K (450°C)

**7.3.3.2.** Acero negro cédula 80, sin costura y conexiones en acero forjado para 20,59 MPa (210 kgf/cm<sup>2</sup>) y uniones selladas mediante productos resistentes a la acción del Gas L.P.

**7.3.3.3.** Acero negro cédula 40 sin costura y conexiones en acero forjado para 20,59 MPa (210 kgf/cm<sup>2</sup>), unidas mediante soldadura de arco eléctrico y empaques metálicos.

#### **7.4. Instalación de las tuberías.**

##### **7.4.1. Especificaciones generales.**

**7.4.1.1.** Queda prohibida la instalación de tuberías que atraviesen recámaras o cuartos de estar, sótanos, huecos formados por plafones, cajas de cimentación, cisternas, entresuelos; abajo de cimientos, cimentaciones, pisos de madera o losas; en cubos o casetas de elevadores, tiros de chimenea, conductos de ventilación o detrás de zoclos, lambrines de madera y de recubrimientos aparentes decorativos

**7.4.1.2.** En tuberías metálicas no se permiten dobleces que tengan como propósito evitar el uso de conexiones.

**7.4.1.3.** Se prohíbe el uso de uniones universales intermedias en tramos rectos de tubo menores de 6,00 m que no tengan desviaciones

**7.4.1.4.** Salvo que se les aisle apropiadamente, deben quedar separadas 0,20 m como mínimo, de conductos eléctricos, telefónicos y de tuberías que conduzcan fluidos con alta temperatura o corrosivos, no se deben colocar bajo tuberías que conduzcan fluidos corrosivos o cables de alta tensión

**7.4.1.5.** Las tuberías adosadas a la construcción se deben sujetar como mínimo cada 3,00 m con soportes, grapas o abrazaderas, etc que permitan el deslizamiento por dilatación o por alguna otra causa como sismos

**7.4.1.6.** Deben quedar a salvo de daños mecánicos y se deben proteger para impedir su uso como apoyo o soporte.

**7.4.1.7.** En los sitios donde sean previsibles esfuerzos mecánicos, desalineamientos o vibraciones por asentamientos o movimientos desiguales, se debe dotar de flexibilidad a la tubería mediante rizados, curvas omega, juntas de expansión, conexiones o tramos de materiales adecuados, quedando prohibido el uso de mangueras para este fin

**7.4.1.8.** Cuando atraviesen claros o que por condiciones especiales de diseño queden separadas de la construcción, deben estar soportadas, sujetas adecuadamente y en lugares donde no sufran daños mecánicos o en su caso debidamente protegidas

**7.4.1.9.** Cuando recorran ductos, éstos deben ser adecuados para el propósito y quedar ventilados permanentemente al exterior, en ambos extremos

**7.4.1.10.** Sólo se permite colocar tubería en ambientes corrosivos cuando se destine para alimentar aparatos de consumo instalados en dicho ambiente. El proyectista estudiará cada caso en forma específica y seleccionará los materiales y la protección adecuada

**7.4.1.11.** Se deben taponar los extremos o ramales de tubería destinada a conectar aparatos de consumo, cuando éstos no estén conectados, aun cuando antes de tal extremo se cuente con válvula de cierre

**7.4.1.12.** Se pueden usar mangueras para Gas L.P. en la conexión de aparatos de consumo y equipos especiales o aparatos sujetos a vibración, tales como planchas, quemadores móviles, criadoras, mecheros, etc siempre y cuando su longitud no exceda de 1,50 m por aparato

Las mangueras no deben pasar a través de muros, divisiones, puertas, ventanas o pisos, ni quedar ocultas o expuestas a daños físicos

**7.4.1.13.** Cuando exista la posibilidad de que quede gas líquido atrapado entre dos válvulas de cierre, se debe colocar una válvula de relevo hidrostático con presión de apertura de 2,61 MPa (26,75 kgf/cm<sup>2</sup>)

**7.4.1.14.** Se permite la instalación de tuberías en sótanos, exclusivamente para abastecer los aparatos de consumo, que en ellos se encuentren. Es obligatorio instalar en dicha tubería, una válvula de cierre manual en un punto de fácil acceso fuera del sótano y otra antes de cada aparato, así como contar permanentemente con un manómetro de rango adecuado. Estas tuberías deben ser visibles y el sótano debe contar con ventilación natural o forzada

**7.4.1.15.** Las tuberías que conduzcan Gas L.P., para su identificación, deben pintarse de color amarillo. En los centros de trabajo se identificarán conforme lo establece la normatividad de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social

**7.4.2. Instalación de tuberías subterráneas.**

**7.4.2.1.** Deben estar a una profundidad mínima de 0,60 m. En caso de existir tráfico vehicular, éstas deben estar a cuando menos 1,20 m de profundidad.

**7.4.2.2.** Las tuberías de acero deben protegerse contra la corrosión tomando en cuenta la naturaleza del subsuelo y/o su resistividad eléctrica.

**7.4.2.3.** Para su protección pueden utilizarse materiales bituminosos, fibra de vidrio, felpa, cinta plástica o protección catódica.

**7.4.3. Instalación de tuberías de servicio para conducir Gas L.P. en baja presión regulada.**

**7.4.3.1.** Las tuberías ocultas son aceptables siempre y cuando los muros y el piso sean firmes, sin celdas ni cajas de cimentación.

**7.4.3.2.** No se considera oculto el tramo que se utiliza para atravesar muros macizos.

**7.4.3.3.** Se consideran aceptables las tuberías que recorren muros en cualquier dirección y las instalaciones en ranuras hechas en tabique macizo o tendidas en tabique hueco sin ranura, pero ahogadas en concreto. Cuando la trayectoria de la tubería sea horizontal en muro, la ranura debe hacerse como mínimo a 0,10 m sobre el nivel del piso terminado.

**7.4.3.4.** Cuando la tubería se localiza sobre losas, se permite la instalación de ellas sobre el piso de la losa, o bien, ahogadas en la parte superior de ésta, siempre y cuando no sea la planta baja del inmueble.

**7.4.4. Instalación de tuberías de servicio para conducir Gas L.P. en alta presión regulada.**

**7.4.4.1.** Sólo se permiten en el interior de recintos de inmuebles con instalaciones clase A y B, cuando estén destinadas a abastecer aparatos de consumo.

**7.4.4.2.** Sólo se permiten en el interior de recintos de inmuebles con instalaciones clase C y D, cuando estén identificadas con el color y señalamientos que establece la normatividad de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

**7.4.5. Instalación de tuberías de llenado y de retorno de vapores.**

**7.4.5.1.** Deben instalarse en el exterior del inmueble en el que se encuentra el recipiente al que abastece y ser totalmente visibles para el personal que efectúe la maniobra de trasiego.

**7.4.5.2.** Deben quedar separadas 0,20 m como mínimo de conductores eléctricos, tuberías que conduzcan fluidos corrosivos o de alta temperatura.

**7.4.5.3.** Las bocas de toma se deben situar al exterior de la construcción a una altura no menor de 2,50 m del nivel del piso terminado.

**7.4.5.4.** Se prohíbe localizarlas en áreas cerradas o cubos de luz. La distancia mínima de la boca de toma a flama debe ser de 3,00 m.

**7.4.5.5.** Para su bajada desde la azotea, se debe usar la fachada de la construcción o la pared lateral no colindante con otra propiedad.

**7.4.5.6.** No deben cruzar por sitios con ambientes corrosivos.

**7.4.5.7.** No se considera oculto el tramo que sólo atraviese muro macizo. Si el muro es hueco, la tubería debe ahogarse en concreto en la parte que se aloje en el muro, o enfundarse.

**7.4.5.8.** Deben pintarse de color amarillo como mínimo 0,30 m posteriores a la boca de la toma de llenado.

**7.4.5.9.** Deben contar con los siguientes accesorios:

**7.4.5.9.1.** Inmediatamente después del acoplador del tanque, una válvula de control manual para una presión de 2,73 MPa (28,00 kgf/cm<sup>2</sup>).

**7.4.5.9.2.** En la boca de la toma, una válvula de operación manual para una presión de trabajo de 2,73 MPa (28,00 kgf/cm<sup>2</sup>) y una válvula de llenado.

**7.4.5.9.3.** Válvula de relevo hidrostática localizada entre las dos válvulas de cierre manual, en la zona más alta de la tubería, cuya calibración de apertura debe ser de 2,61 MPa (26,75 kgf/cm<sup>2</sup>). Queda prohibido el uso de válvulas de servicio para esta aplicación.

**7.4.5.10.** La instalación de tubería de retorno de vapor es optativa. Su instalación debe estar dotada de los siguientes accesorios:

**7.4.5.10.1.** Inmediatamente después del acoplador y unida al recipiente, se debe instalar una válvula de cierre para una presión de trabajo de 2,73 MPa (28,00 kgf/cm<sup>2</sup>).

**7.4.5.10.2.** En la boca de la toma se debe instalar una válvula de cierre de operación manual para una presión de trabajo de 2,73 MPa (28,00 kgf/cm<sup>2</sup>) y una válvula de llenado.

**7.4.5.11.** Se pueden omitir las tuberías de llenado siempre que la manguera del autotanque, en todo su recorrido, quede a la vista del personal que efectúa la maniobra de llenado, cuando el recipiente esté ubicado en la azotea

**7.4.5.11.1.** Además cuando el recipiente esté ubicado en azotea y se cumplan las siguientes condiciones

- a) Que la azotea tenga una altura no mayor de 7,00 m sobre el nivel de la banqueta.
- b) Que la distancia sea como máximo de 10,00 m del recipiente estacionario al paño de la parte de la construcción que de vista al autotanque
- c) 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 mínima entre estos últimos y el punto por donde pase la manguera sea de 3,00 m
- d) Que el tendido de la manguera desde el autotanque hasta la fachada de la construcción se haga sobre el nivel de piso

**7.4.5.11.2.** Cuando el recipiente a llenar esté localizado en sitio de acceso directo para el autotanque

**7.4.5.11.3.** Cuando el recipiente no cuente con acceso directo para el autotanque, pero se pueda llegar a él con la manguera y que todo el tendido se haga a la intemperie sin pasar por recintos.

**7.4.6.** Instalación de tuberías de llenado múltiple (Llenado a más de un recipiente)

**7.4.6.1.** Las líneas de llenado múltiple deben de cumplir con los requisitos señalados en el numeral 7.6.4.4 de esta Norma

**7.4.6.2.** Las líneas de llenado múltiple no deben atravesar juntas de expansión o de cualquier otro tipo de las utilizadas en la construcción del inmueble

**7.4.6.3.** Los recipientes que estén abastecidos por una línea de llenado múltiple deben encontrarse en una misma construcción

**7.4.6.4.** En la boca de la toma, donde se conecta la manguera a la tubería de llenado, debe señalarse en un rótulo visible la identificación del sistema y el riesgo

**7.5. Medidores de gas en fase vapor.**

**7.5.1. Especificaciones generales.**

**7.5.1.1.** Se deben instalar a la intemperie o bajo cobertizo de tal manera que las operaciones de lectura y mantenimiento se lleven a cabo en forma segura

**7.5.1.2.** Se deben instalar precedidos por una válvula de cierre de operación manual

**7.5.1.3.** Se deben instalar fuera de los departamentos, agrupados en sitios de libre acceso y con ventilación natural

**7.6. Reguladores.**

**7.6.1. Especificaciones generales.**

**7.6.1.1.** Toda instalación de aprovechamiento debe contar al menos con un regulador de presión

**7.6.1.2.** Deben instalarse precedidos de una válvula de cierre de operación manual

**7.6.1.3.** La capacidad y ajuste de los reguladores debe ser para el servicio que vayan a prestar. La capacidad nominal de los reguladores debe exceder entre un 25% y 50% de la demanda máxima de la instalación por abastecer.

**7.6.1.4.** Cuando en la instalación se utilicen vaporizadores, los reguladores de presión se instalarán conforme a las instrucciones del fabricante del vaporizador

**7.6.2. Ubicación**

**7.6.2.1.** Los reguladores se deben ubicar a la intemperie

**7.6.2.2.** En instalaciones clase C y D, cuando por razones de proceso sea necesario ubicar el regulador en recintos, debe instalarse un tubo que conecte la ventila del regulador con la atmósfera descargando a un lugar seguro

**7.6.3. Presión de salida.**

**7.6.3.1.** En las instalaciones la máxima presión de salida en los reguladores de primera etapa es de 0,147 MPa (1,50 kgf/cm<sup>2</sup>)

**7.6.3.2.** Se debe contar con manómetro que indique la presión de salida de los reguladores que descargan en alta presión, colocado en el cuerpo del regulador o en la tubería inmediata a éste

**7.6.4. Conexión a recipientes.**

**7.6.4.1.** Cuando en la instalación se use regulador de una sola entrada, este debe conectarse directamente a la válvula de servicio del recipiente portátil mediante conexión flexible que cumpla con la NOM-018/3-SCFI-1993. En recipientes estacionarios, la conexión debe efectuarse a través de tubo de cobre flexible Tipo "L", con longitud no mayor de 0,50 m o mediante punta por

**7.6.4.2.** Cuando se utilicen dos recipientes portátiles, debe usarse regulador con entrada doble y la conexión con las válvulas del recipiente deben hacerse mediante conexión flexible que cumpla con la NOM-018/3-SCFI-1993 o la que en su caso la sustituya

**7.6.4.3.** Si se tiene sólo un recipiente portátil y se conecta a un regulador con doble entrada, la abertura no utilizada de éste debe obturarse con tapón roscado que asegure su hermeticidad

**7.6.4.4.** Cuando se utilice más de un recipiente la conexión entre recipientes debe hacerse mediante múltiple construido con materiales especificados en esta Norma para conducir Gas L P en alta presión no regulada, con las siguientes características

**7.6.4.4.1.** El múltiple debe estar sujeto a la pared o tener un soporte que garantice su estabilidad

Dicho múltiple recibe mediante válvulas de cierre de operación manual las conexiones flexibles que parten de las válvulas de los recipientes

## **7.7. Aparatos de consumo.**

### **7.7.1. Especificaciones generales.**

**7.7.1.1.** La presión de Gas L P. en los orificios de las espreas de aparatos domésticos debe ser de 0,0027 MPa (0,02794 kgf/cm<sup>2</sup>) con una tolerancia del 5%

**7.7.1.2.** La presión del Gas L P en la salida de las espreas de los aparatos comerciales o industriales debe ser la especificada en el diseño o por el fabricante de los quemadores

**7.7.1.3.** El gasto de Gas L P por aparato se determina directamente de las especificaciones o catálogo del fabricante, por el diámetro del orificio de las espreas o por consumos típicos (Ver anexos 1 y 2)

**7.7.1.4.** El acoplamiento de los aparatos de consumo a las instalaciones, debe efectuarse conforme a las instrucciones del fabricante

**7.7.1.5.** Todo aparato de consumo se debe focalizar en forma tal que se tenga seguro acceso al mismo y a sus válvulas o llaves de control

**7.7.1.6.** Los aparatos instalados dentro de construcciones deben ubicarse en sitios que permitan una ventilación satisfactoria, tal que impida que el ambiente se vicié con los gases de la combustión y sin que presente corriente de aire que puedan apagar los pilotos o quemadores.

**7.7.1.7.** Cuando los aparatos de consumo se instalen en lugares cerrados, es obligatorio instalar chimeneas con tiro directo, induciendo o forzando al exterior los gases de la combustión y además proveer los medios adecuados para permitir la entrada permanente de aire del exterior en cantidad suficiente para que el funcionamiento del quemador sea eficiente

**7.7.1.8.** Se debe colocar antes de cada aparato de consumo una válvula de cierre de operación manual

**7.7.1.8.1.** Si se instala en tubería flexible, ésta debe quedar sujeta al muro en sus extremos

**7.7.1.8.2.** En aparatos de consumo fijos (tales como hornos empotrados, calentadores de agua, cocinas integrales, etc ) se puede instalar en la tubería flexible sin sujetar, si el tramo de ésta tiene una longitud no mayor de 0,50 m

**7.7.1.8.3.** Cuando las condiciones de la instalación y/o los aparatos de consumo no permitan la colocación de la válvula de cierre de operación manual para cada aparato, se debe instalar una válvula de las mismas características que controle la totalidad de los aparatos, en un lugar visible y de fácil acceso, claramente identificada para operarse en caso de emergencia

**7.7.1.8.4.** En locales con instalaciones clase C y D se debe instalar una válvula de cierre general de operación manual localizada en forma visible, claramente identificada y con fácil acceso

**7.7.1.8.5.** Cuando los aparatos de consumo sean de uso colectivo (escuelas, laboratorios, baños, etc ), la válvula de cierre general de operación manual se debe instalar en un lugar visible y de fácil acceso, claramente identificada para operarse en caso de emergencia

**7.7.1.8.6.** En instalaciones clase B la válvula de cierre de operación manual debe instalarse en cada departamento o casa, en un lugar visible y de fácil acceso, claramente identificada

### **7.7.2. Calentadores para agua.**

**7.7.2.1.** Se prohíbe instalar calentadores para agua en cuartos de baño, armarios, recámaras y dormitorios. La localización de estos aparatos se debe efectuar a la intemperie o en sitios con ventilación permanente y observar las recomendaciones del fabricante

### **7.7.3. Calefactores.**

**7.7.3.1.** Los que se instalen en recámaras y dormitorios, deben ser de "Tipo ventilado", cuyo diseño permita desalojar al exterior los gases de combustión.

**7.7.3.2.** Los móviles se deben conectar mediante manguera tramada o rizo de tubo de cobre flexible con una longitud máxima de 1,50 m

#### **7.7.4. Estufas.**

**7.7.4.1.** Para estufas domésticas no fijas se debe instalar un rizo de tubo de cobre flexible con longitud no mayor de 1,50 m

#### **7.8. Vaporizadores.**

##### **7.8.1. Especificaciones generales.**

**7.8.1.1.** Los vaporizadores se deben instalar en sitios de fácil acceso, alejados de materiales combustibles, libres de basura, sobre una base firme de concreto o metálica, adecuadamente sustentados y observando las instrucciones del fabricante

**7.8.1.2.** Los vaporizadores, sus líneas de alimentación y de descarga, así como la instrumentación y control deben instalarse conforme a las instrucciones del fabricante.

**7.8.1.3.** En caso de requerir un tanque que funcione como trampa para líquidos, su instalación debe apegarse conforme a las instrucciones del fabricante

**7.8.1.4.** Para alimentar los vaporizadores, las salidas de líquido deben estar precedidas de válvula de exceso de flujo seguido por una válvula de cierre de operación manual, un filtro y una válvula de relevo hidrostático y antes del vaporizador una válvula de cierre para una presión de trabajo de 2,73 MPa (28,00 kgf/cm<sup>2</sup>).

**7.8.1.5.** El vaporizador debe contar con una válvula de relevo de presión, calibrada para abrir a 1,72 MPa (17,56 kgf/cm<sup>2</sup>).

**7.8.1.6.** En la tubería de vapor se deben instalar válvulas de cierre de operación manual para una presión de trabajo 2,73 MPa (28,00 kgf/cm<sup>2</sup>), una a la salida del vaporizador y otra en un punto inmediato antes del tanque trampa o a la entrada del regulador, según proyecto

En todos los casos, entre ambas válvulas, se debe instalar un manómetro con rango de 0 a 2,048 MPa (0 a 21,00 kgf/cm<sup>2</sup>)

**7.8.1.7.** Se prohíbe la instalación de vaporizadores de fuego directo en sótanos o recintos

##### **7.8.2. Distancias mínimas de los vaporizadores a:**

**7.8.2.1.** Paño del recipiente de almacenamiento 6,00 m

**7.8.2.2.** Boca de línea de llenado 6,00 m

**7.8.2.3.** Cualquier abertura al interior del edificio, domos, tragaluces, anuncios luminosos, succión de aire acondicionado, salidas de chimeneas, motores eléctricos o de combustión interna, interruptores, conductores eléctricos, ventilas o casetas de elevador 6,00 m

**7.8.2.4.** Distancia de la boca de la línea de llenado al tanque trampa 6,00 m

#### **8. Métodos de prueba y pruebas de hermeticidad**

##### **8.1. Especificaciones generales.**

**8.1.1.** Toda tubería que conduzca Gas L.P., en cualquier fase, debe ser objeto de prueba de hermeticidad antes de ponerla en servicio

**8.1.2.** Las tuberías ocultas o subterráneas deben probarse antes de cubrirlas

**8.1.3.** Queda terminantemente prohibido la utilización de oxígeno en estas pruebas

**8.1.4.** En todas las pruebas, una vez que el manómetro registra la presión requerida, la fuente de presión debe desconectarse del sistema e iniciar el tiempo de prueba.

**8.1.5.** Se deben purgar las tuberías que fueron sometidas a pruebas con aire o gas inerte. Una vez efectuada la purga se encienden los pilotos y quemadores, asegurándose que éstos funcionen correctamente y debe verificarse, mediante jabonadura o cualquier otro medio adecuado, que no existan fugas en los aparatos de consumo

**8.1.6.** Las pruebas de hermeticidad se deben llevar a cabo en presencia de la Unidad de Verificación

##### **8.2. Pruebas de hermeticidad a tuberías que conduzcan Gas L.P. en baja presión regulada.**

**8.2.1.** Para efectuar las pruebas se puede usar Gas L.P., aire o gas inerte

**8.2.2.** Antes de conectar los aparatos de consumo, las tuberías deben soportar una presión manométrica de 0,049 MPa (0,50 kgf/cm<sup>2</sup>) registrada por medio de un manómetro con el rango adecuado, durante un periodo no menor de 30 minutos, no deben registrarse caídas de presión

**8.2.3.** Con los aparatos de consumo conectados a las tuberías y con sus válvulas de control cerradas, se efectúa una segunda prueba, en la que las tuberías y accesorios de control de los aparatos de consumo, deben soportar una presión manométrica de 0,0027 MPa (0,02794 kgf/cm<sup>2</sup>) durante un periodo no menor de 10 minutos, no debe registrarse caída de presión

**8.3. Pruebas de hermeticidad a tuberías que conduzcan Gas L.P. en alta presión regulada.**

8.3.1. Para efectuar las pruebas se permite usar sólo aire y/o gases inertes

8.3.2. Las tuberías que conducen Gas L.P. en alta presión regulada, en la prueba deben soportar una presión manométrica de dos veces la presión de trabajo sin exceder de 0,294 MPa (3,00 kgf/cm<sup>2</sup>), durante un lapso mínimo de 30 minutos, no debe registrarse caída de presión

**8.4. Pruebas de hermeticidad para tuberías de llenado, retorno de vapor y de vaporizadores.**

8.4.1. La prueba se debe efectuar en la tubería con todos sus accesorios instalados, debiendo soportar una presión de 0,294 MPa (3,00 kgf/cm<sup>2</sup>), durante un periodo mínimo de 30 minutos, no debe registrarse caída de presión

**9. Señalamiento**

9.1. En las instalaciones clases C y D cerca de los accesorios de control se deben instalar letreros alusivos que señalen los riesgos conforme a lo establecido en la normatividad de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social

9.2. En lugares donde se instale un vaporizador se debe colocar un letrero que indique lo siguiente

**PELIGRO**

**EL MANTENIMIENTO Y OPERACION DE ESTE EQUIPO**

**DEBE EFECTUARSE POR PERSONAL CAPACITADO.**

**10. Sistemas de protección**

10.1. En las instalaciones clases C, D y en instalaciones con vaporizador, es obligatorio la existencia de un sistema de extinción de fuego, pudiendo ser extintores o hidrantes

10.2. En instalaciones clase D con almacenaje individual igual o mayor de 20 000 litros, se instalarán sistemas de protección por medio de hidrantes y/o monitores

10.3. Para almacenajes individuales iguales o mayores a 90 000 litros, se instalará sistema de riego por aspersión de agua para el enfriamiento de los recipientes

10.4. Las especificaciones para los sistemas de contra incendio referidos en los numerales 10.2 y 10.3 de esta Norma deben apegarse a las especificaciones establecidas en la NOM-001-SEDEG-1996, Plantas de almacenamiento para Gas L.P. Diseño y construcción, o la que la sustituya

**SIMBOLOGIA**

TANQUE FIJO	EQUIPO PORTATIL	GAZ	GAZ	REGULADOR 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 FRESTICEHO	ESTUFA 4 QUEMADORES HORNO Y COMAL	ESTUFA 4 QUEMADORES HORNO FOSTICERO Y COMAL	HORNO	CALENTADOR ALMACENAMIENTO MENOS DE 110 Lts SA
CALENTADORES ALMACENAMIENTO AUTOMATICO	CALENTADOR ALMACENAMIENTO	CALENTADOR PARA AGUA AL PASO	CALENTADOR DOBLE AL PASO	CALENTADOR TRIPLE AL PASO
CALEFACTOR	VAPORERA O BANO 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

ANEXO No. 1

FLUJO DE PROPANO EN ESPREAS

Valores expresados en m<sup>3</sup>/h al nivel del mar, considerando Propano puro con una capacidad calorífica de 88 268 BTU/m<sup>3</sup> equivalente a 22 244 kCal/m<sup>3</sup> y una presión en la esprea de 27,94 gr/cm<sup>2</sup> (2,739 KPa)

La gravedad específica del Gas L.P. se toma como S=1,53, considerando la gravedad específica del aire s(aire)=1,0

SIMBOLOS				
VALVULA DE AGUJA	VALVULA DE TRES VIAS	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 SIN CILLA	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO	VALVULA DE CORTE AUTOMATICA Y MANUAL	VALVULA DE NO RETROCESO DOBLE (CPECK)	UNION SOLDADA
UNION ROSCADA	UNION BRIDADA	TUERCA UNION	PLUNTA TAPONADA	REDUCCION
MEDIDOR VENTURI	MEDIDOR DE ORIFICIO	MANOMETRO	FILTRO	VENTILADOR
BOMBA	COMPRESORA	EXTINTOR	HIDRANTE	LLAVE CONTRA INCENDIO
			<ul style="list-style-type: none"> <li>A - Distancia entre</li> <li>B - Distancia nominal</li> <li>C - Material</li> <li>CR - Cobre Rizado</li> <li>CF - Cobre Flexible</li> <li>FA - Falso Flare</li> <li>FG - Falso</li> <li>G - Galvanizado</li> <li>O - Oro</li> <li>L - Latón</li> <li>K - Kevlar</li> <li>CEG 40</li> <li>CEG 80</li> </ul>	
TIERRA	CONEXION FLARE	CONEXION POL		
	S.T.G.	B.T.G.		
CONEXION ACME	SUBE TUBO DE GAS	BAJA TUBO DE GAS		

Esprea m <sup>3</sup> /h	Esprea m <sup>3</sup> /h	Esprea m <sup>3</sup> /h
0,008	0,0050	62
0,009	0,0065	61
0,010	0,0079	60
0,011	0,0095	59
0,012	0,0113	58
80	0,0143	57
79	0,0166	56
78	0,0200	55
77	0,0260	54
76	0,0310	53
75	0,0350	52
74	0,0400	51
73	0,0450	50
72	0,0490	49
71	0,0530	48
70	0,0620	47
69	0,0670	46
68	0,0760	45
67	0,0810	44
66	0,0860	43
65	0,0970	42
64	0,1020	41
63	0,1080	40

En el Sistema Internacional de Unidades [SI],

1 kw/h= 3 413 BTU=860,5 kcal

ANEXO No. 2

CONSUMOS COMUNES PARA EL CALCULO DE TUBERIA PARA FLUJO DE GAS L P

S=Gravedad Especifica (Adimensional)	
Propano	1,53
Gas Natural	0,60
Aire	1,00

Presión en la esprea P=27,94 gr/cm<sup>2</sup> (11" C A )

Capacidad calorifica 1 m<sup>3</sup> PROPANO=88 268 BTU=22 244 kcal

Aparatos	Esprea	Kcal/h	BTU/h	m <sup>3</sup> /h
Calentador agua, almacenamiento				
Hasta 110 l.	54	5 316	21 096	0,239
Hasta 240 l	47	10 655	42 280	0,479
Calentador agua, al paso				
Sencillo		20 686	82 089	0,930
Doble		33 365	132 402	1,500
Triple		46 711	185 363	2,100
Infrarrojo/Quemador	59	3 003	11 916	0,133
Refrigerador doméstico	79	369	1 465	0,017
Incinerador	56	3 782	15 006	0,170
Mechero Bunsen		512	2 030	0,023
Máq tortilladora		48 936	194 190	2,200

Aparatos	Esprea	Kcal/h	BTU/h	m <sup>3</sup> /h
Estufa doméstica				
Quemador	70	1 379	5 473	0,062
Comal	70	1 379	5 473	0,062
Horno	56	3 782	15 006	0,170
Asador	56	3 782	15 006	0,170
Rosticero	56	3 782	15 006	0,170
4QH		9 298	36 896	0,418
4QHC		10 677	42 369	0,480
4QHCA o 4QHCR		14 458	57 374	0,650
Estufa restaurante				
Quemador	66	1 913	7 591	0,086
Plancha o asador	56	3 782	15 008	0,170
Horno	60	8 630	34 248	0,388
Parrilla o cafetera	70	1 379	5 473	0,062
Baño María / Quemador	74	890	3 531	0,040
Calefactor para				
120 m <sup>3</sup>	64	2 269	9 003	0,102
240 m <sup>3</sup>	56	3 782	15 006	0,170
360 m <sup>3</sup>	52	7 073	28 069	0,318

**ANEXO No. 3**

TABLA DE DIAMETROS NOMINALES, DIAMETROS INTERIORES Y VALORES DEL FACTOR "F" PARA USARSE EN LA FORMULA DEL DR POLE PARA EL CALCULO DE LA CAIDA DE PRESION EN LINEAS DE BAJA PRESION REGULADA

Los valores del factor "F" están indicados para Gas L P con una presión en la espesa de 2,60 KPa (26,54 g/cm<sup>2</sup>)

TUBO DE ACERO CEDULA 40			
DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO		
	(pulg)	mm	mm
1/2	12,7	15,8	0,154
3/4	19,1	20,9	0,042
1	25,4	26,6	0,012
1 1/4	32,0	35,0	0,00283
1 1/2	38,1	40,9	0,00131
2	50,8	52,5	0,00038
2 1/2	63,5	62,7	0,000156
3	76,2	77,9	0,000053
4	101,6	102,5	0,000014

TUBO DE COBRE TIPO "L"			
DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO		
	(pulg)	mm	mm
1/2	12,7	13,84	0,297
3/4	19,1	19,94	0,048
1	25,4	26,03	0,0127
1 1/4	32,0	32,13	0,0044
1 1/2	38,1	38,23	0,00184
2	50,8	50,42	0,00046
2 1/2	63,5	62,61	0,000158
3	76,2	74,80	0,000065
4	101,6	99,19	0,000016

TUBO DE COBRE FLEXIBLE		
DIAMETRO NOMINAL		
(pulg)	mm	FACTOR "F"
3/8	9,5	4,60
1/2	12,7	0,97
5/8	15,9	0,30

**11. Bibliografía**

NFPA No. 54 FUEL GASES CODE.

NFPA No. 58 STORAGE AND HANDLING OF LIQUEFIED PETROLEUM GASES.

Manejo y Uso de Gas L P y Natural Blumenkron Fernando

El cálculo de las tuberías de servicio de las instalaciones para Gas L P Martínez R Edgar

**12. Concordancia**

La presente Norma Oficial Mexicana no es concordante con ninguna norma internacional por no existir referencia alguna en su periodo de elaboración

Atentamente

México, D F, a 11 de diciembre de 1998 - El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Gas Licuado de Petróleo, Francisco Rodríguez Ruiz - Rúbrica

**11.1.4 NORMA Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-118-ECOL-1997, Que establece las especificaciones de protección ambiental que debe reunir el gas licuado de petróleo que se utiliza en las fuentes fijas ubicadas en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice Estados Unidos Mexicanos - Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca

**NORMA OFICIAL MEXICANA DE EMERGENCIA NOM-EM-118-ECOL-1997, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES DE PROTECCION AMBIENTAL QUE DEBE REUNIR EL GAS LICUADO DE PETROLEO QUE SE UTILIZA EN LAS FUENTES FIJAS UBICADAS EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO**

JULIA CARABIAS LILLO, Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 32 Bis fracciones I, II, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 5o fracciones V, XII y XIII, 36, 37, 37 Bis, 111 fracción III, 113, 160 y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 7o fracción III de su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, 38 fracción II y 48 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y

#### CONSIDERANDO

Que los lineamientos establecidos en la presente Norma, están contenidos en la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-118-ECOL-1997, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el día 29 de enero de 1997, con vigencia de seis meses a partir del día siguiente de su publicación

Que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece que las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico

Que la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, por sus características geográficas, en determinadas épocas del año registra en el ambiente altas concentraciones de contaminantes, que sobrepasan los límites permisibles que establecen las normas de calidad del aire y ponen en riesgo el medio ambiente

Que los gases contaminantes provienen, además de los procesos industriales y del parque vehicular que circula en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, de actividades de carácter industrial, comercial, de servicios y domésticas que usan gas licuado de petróleo (gas LP) como combustible

Que los estudios de epidemiología ambiental realizados por la Secretaría de Salud muestran que cuando se alcanzan concentraciones elevadas de contaminantes precursores de ozono, se incrementan sensiblemente los síntomas de enfermedades

respiratorias y otras molestias en la población, y señalan la necesidad de reducir la frecuencia con que se alcanzan esos niveles de contaminación

Que el Instituto Nacional de Ecología, conjuntamente con el Organismo Público Descentralizado Petróleos Mexicanos-Gas y Petroquímica Básica y el Instituto Mexicano del Petróleo han llevado a cabo estudios sobre las emisiones que produce la utilización del gas licuado de petróleo (gas LP) en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, de los que se desprende que las operaciones de almacenamiento, distribución y consumo de dicho energético contribuyen a la contaminación atmosférica, por lo que es necesario establecer lineamientos técnico-ambientales que beneficien al medio ambiente

Que la Norma Oficial Mexicana NOM-086-ECOL-1994, Contaminación atmosférica-Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en las fuentes fijas y móviles, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 2 de diciembre de 1994, resulta actualmente insuficiente en lo que respecta a las especificaciones que debe reunir el gas licuado de petróleo establecidas en su tabla 12, por lo que se hace necesario establecer especificaciones más estrictas para la reformulación del gas licuado de petróleo que se utilizará en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, manteniendo la referida Norma Oficial Mexicana todos sus efectos legales en el resto del país

Que en virtud de los beneficios obtenidos por la aplicación de la Norma Oficial Mexicana de Emergencia antes referida, se ha considerado conveniente establecer dichos lineamientos en el presente instrumento legal, por lo que he tenido a bien expedir la siguiente Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-118-ECOL-1997, Que establece las especificaciones de protección ambiental que debe reunir el gas licuado de petróleo que se utiliza en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

#### INDICE

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Símbolos y abreviaturas
5. Especificaciones
6. Métodos de prueba
7. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales
8. Bibliografía
9. Observancia de esta Norma

## 1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones de protección ambiental que debe cumplir el gas licuado de petróleo que se utiliza como combustible en fuentes industriales, comerciales y de servicios, agrícolas y domésticas que operan en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, y es de observancia obligatoria para los responsables de su producción, importación y distribución

## 2. Referencias

**2.1** ASTM-D-1267-89 Standard Test Method for Vapor Pressure of Liquefied Petroleum (LP) Gases (Lp-Gas Method) (Método de prueba para la determinación de la presión de vapor del gas licuado de petróleo)

**2.2** ASTM-D-1837-92 Standard Test Method for Volatility of Liquefied Petroleum (LP) Gases (Método de prueba para la determinación de la volatilidad del gas licuado de petróleo)

**2.3** ASTM-D-2158-92 Standard Test Method for Residues in Liquefied Petroleum (LP) Gases (Método de prueba para la determinación de residuos en el gas licuado de petróleo).

**2.4** ASTM-D-1657-89 Standard Test Method for Density or Relative Density of Light Hydrocarbons by Pressure Thermohydrometer (Método de prueba para la determinación de la densidad o densidad relativa de hidrocarburos ligeros mediante termohidrómetro de presión)

**2.5** ASTM-D-1838-91 Standard Test Method for Copper Corrosion by Liquefied Petroleum (L.P) Gases (Método de prueba para la determinación de la corrosión de cobre por gas licuado de petróleo)

**2.6** ASTM-D-4045-92 Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products by Hydrogenolysis and Rateometric Colorimetry (Método de prueba para la determinación del azufre en productos derivados del petróleo mediante colorimetría e hidrogenólisis)

**2.7** ASTM-D-2163-91 Standard Test Method for Analysis of Liquefied Petroleum (LP) Gases and Propane Concentrations by Gas Chromatography (Método de prueba para el análisis del gas licuado del petróleo y la determinación de las concentraciones de propano mediante cromatografía de gases)

**2.8** ASTM-D-1265-92 Standard Practice for Sampling Liquefied Petroleum (L.P) Gases (Manual Method) (Procedimiento de muestreo para los gases licuados del Petróleo Método manual)

**2.9** UOP-791-80 Sulfur Components in LPG by Gas Chromatography (Componentes de azufre en gas licuado de petróleo mediante cromatografía de gas)

**2.10** IMP-QA-314 Método Cromatográfico del Instituto Mexicano del Petróleo.

## 3. Definiciones

### 3.1 ASTM

American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales)

### 3.2 Combustibles fósiles líquidos y gaseosos

Los combustibles fósiles líquidos y gaseosos son el gas natural y los derivados del petróleo tales como petróleo diáfano, diesel, combustóleo, gasolina, gasoleo, gas licuado de petróleo, butano, propano, metano, isobutano, propileno, butileno, o cualesquiera de sus combinaciones

### 3.3 Fuentes fijas

Es toda instalación establecida en un lugar que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera

### 3.4 Gas licuado de petróleo o gas LP

Es el gas compuesto predominantemente de cualquiera de los siguientes hidrocarburos o mezclas de ellos: propano, butano (butano normal o isobutano), propileno y butileno. Es un compuesto no tóxico, inflamable, catalogado como sustancia peligrosa sujeta a control y reporte cuando se manejan más de 50,000 kg (cincuenta mil kilogramos)

### 3.5 IMP

Instituto Mexicano del Petróleo

### 3.6 Resto del país

Es toda la extensión del territorio nacional, excluyendo las zonas críticas

### 3.7 UOP

Universal Oil Products (Productos Universales de Petróleo)

### 3.8 Zona crítica

Para los efectos de esta Norma Oficial Mexicana se considera zona crítica la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

3.9 Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM)

El área integrada por las 16 Delegaciones Políticas del Distrito Federal y los siguientes 18 Municipios del Estado de México: Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán de Romero Rubio, Cuautitlán Izcalli, Chalco de Cobarrubias, Chimalhuacán, Ecatepec de Morelos, Huixquilucan, Ixtapaluca, La Paz, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, San Vicente Chicoloapan, Nicolás Romero, Tecámac, Tlalnepanitla, Tultitlán y Valle de Chalco-Solidaridad

4. Símbolos y abreviaturas

- kPa Presión en kilopascales
- lb/pulg<sup>2</sup> Presión en libras sobre pulgada cuadrada
- °F Temperatura en grados Fahrenheit
- °C Temperatura en grados Centígrados
- cm<sup>3</sup> Volumen en centímetros cúbicos
- ml Volumen en mililitros
- kg Peso en kilogramos
- ton Peso en toneladas

5. Especificaciones

5.1 Las especificaciones sobre protección ambiental que debe reunir el gas licuado de petróleo se establecen en la Tabla 1 de esta Norma Oficial Mexicana

TABLA 1

ESPECIFICACIONES QUE DEBE CUMPLIR EL GAS LICUADO DE PETROLEO PARA

FUENTES FIJAS EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO

PROPIEDAD	UNIDAD	METODO	ESPECIFICACIONES
Presión de vapor en exceso a la atmosférica a 37.8°C (100°F) *	kPa (lb/pulg <sup>2</sup> )	ASTM D 1267-89	1379 (200) máximo
	kPa (lb/pulg <sup>2</sup> )		896 (130) mínimo
El 95% destila a	°C	ASTM D 1837-92	2 máximo
Residuo de evaporación de 100 cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	ASTM D 2158-92	0.05 máximo

Peso específico a 15.6/15.6°C (60/60°F) **	--	ASTM D 1657-89	0.540 máximo 0.504 mínimo
Corrosión de la placa de cobre, 1h a 37°C	--	ASTM D 1838-91	Estándar No 1 máximo
Azufre total	kg/ton	ASTM D 4045-92 o UOP 791.80	0.140 máximo
Agua libre ***	--	Visual	Nada
Etano	% volumen	ASTM D 2163-91 o IMP QA 314	2 máximo
Propano	% volumen	ASTM D 2163-91 o IMP QA 314	60 mínimo
n-Butano + iso-butano	% volumen	ASTM D 2163-91 o IMP QA 314	40 máximo
Pentanos y más pesados	% volumen	ASTM D 2163-91 o IMP QA 314	2 máximo
Olefinas totales	% volumen	ASTM D 2163-91 o IMP QA 314	2 máximo

\* El valor de la presión de vapor mínima fue calculado con base en una composición de gas licuado de petróleo que consistió en 60% (sesenta por ciento) de propano, 38% (treinta y ocho por ciento) de n-butano y 2% (dos por ciento) de pentano en volumen. El valor de la presión de vapor máxima fue calculado con base en una composición que consistió en un 96% (noventa y seis por ciento) de propano, 2% (dos por ciento) de propileno y 2% (dos por ciento) de etano en volumen.

\*\* El valor del peso específico mínimo fue calculado para una composición de gas licuado de petróleo que consistió en un 98% (noventa y ocho por ciento) de propano y 2% (dos por ciento) de etano en volumen. El valor del peso específico máximo fue calculado para una composición de gas licuado de petróleo que consistió en un 60% (sesenta por ciento) de propano, 36% (treinta y seis por ciento) n-butano, 2% (dos por ciento) 2-cis butano y 2% (dos por ciento) de pentano en volumen.

\*\*\* La presencia o ausencia de agua debe ser determinada por inspección visual de las mezclas en las que se determina peso específico.

6. Métodos de prueba

6.1 Los métodos de prueba utilizados en esta Norma Oficial Mexicana que se especifican en la Tabla 1, son los establecidos en el punto 2 y han sido desarrollados por el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM).

La toma de muestras se llevará a cabo de acuerdo al Método ASTM-D-1265-92. El productor de gas licuado de petróleo tomará y analizará el número de muestras que sea necesario de acuerdo a las condiciones de operación de sus instalaciones, para constatar que el producto que se suministre a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México cumple permanentemente con esta Norma. Además, llevará una bitácora que recopile los resultados de los análisis, la cual podrá ser inspeccionada por la autoridad competente en cualquier momento.

## 7. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales

7.1 No hay normas equivalentes, las disposiciones que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma Oficial Mexicana se integran y complementan de manera coherente con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

## 8. Bibliografía

8.1 Handbook of Butane-Propane Gases, 4<sup>th</sup> Edition (Manual de Gases Butano y Propano, Cuarta Edición)

8.2 Handbook of Compressed Gases, 2<sup>nd</sup> Edition. (Manual de Gases Comprimidos, Editorial Reinhold Segunda Edición)

8.3 "Estudio sobre el Efecto de los Componentes del Gas Licuado del Petróleo en la Acumulación de Ozono en la Atmósfera de la ZMCM" PGPB-IMP 1995-1996.

8.4 Annual Book of ASTM Standards (Anuario de Normas de la ASTM Volúmenes 00 01, 05 01, 05 02 y 05 05. 1993)

8.5 Physical Constants of Hydrocarbon and Non-Hydrocarbon Compounds ASTM Data SEMES D.S 4B Security Edition 1991 (Constantes Físicas para Compuestos de Hidrocarburos y No Hidrocarburos Datos de la ASTM SEMES D.S 4B Seguridad. Edición 1991)

8.6 Code of Federal Regulations 40, Parts 86 to 99, revised July 1991, USA (Código de Reglamentos Federales 40, Partes de la 86 a 99, revisado en julio de 1991 Estados Unidos de América)

8.6 Code of California Regulations USA (Código de Regulaciones de California Título 16 Capítulo 33 Estados Unidos de América)

## 9. Observancia de esta Norma

9.1 La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, cuyo personal realizará los trabajos

de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

9.2 La presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, teniendo una vigencia de seis meses.

9.3 La presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia durante su vigencia deja sin efecto para su aplicación en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, los valores establecidos en la Tabla 12 sobre gas licuado de petróleo de la Norma Oficial Mexicana NOM-086-ECOL-1994, Contaminación atmosférica-Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de diciembre de 1994.

9.4 Conforme a lo establecido por el segundo párrafo del artículo 48 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia se someterá al Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental a efecto de que, en su caso, se inicie el procedimiento correspondiente para darle carácter definitivo.

México, Distrito Federal, a los veintinueve días del mes de julio de mil novecientos noventa y siete - La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Julia Carabias Lillo - Rúbrica

**11.2 DIVERSOS MÉTODOS DE CALCULO PARA OBTENER LOS DIAMETROS DE LAS TUBERIAS DE LA INSTALACION HIDRAULICA**

Para determinar los diámetros de las tuberías de la instalación hidráulica existen dos grupos de métodos que son

- METODOS EMPIRICOS
- METODOS PROBABILISTICOS

Independientemente de cual sea el método que se utilice para el cálculo de la tubería se tiene que seguir los siguientes pasos

- 1 - Determinar gastos en cada tramo de tubería del sistema
- 2 - Determinar diámetros de tubería para cada tramo
- 3 - Determinar las pérdidas por fricción en tuberías
- 4 - Determinar presión disponible en muebles críticos

**METODOS EMPIRICOS**

**a) Método Británico**

Gastos requeridos por algunos muebles sanitarios

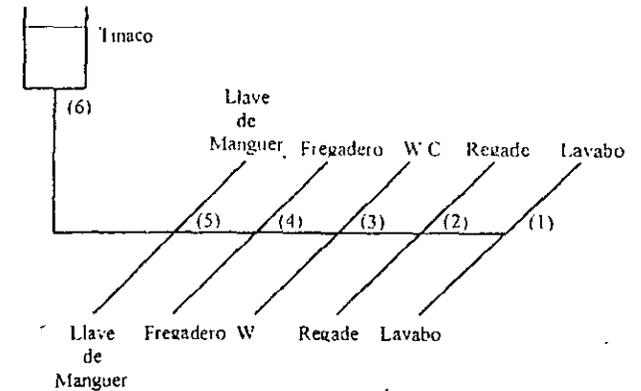
Muebles	L.P.M
Baño privado	22.73
Baño público	36.37
Fregaderos	18.18
Excusados	9.09
Regadera de 4"	18.18
Regadera de 6"	36.37
Llaves de manguera	9.09

Demanda simultánea para un determinado Número de Muebles

Gasto Potencial Max (LPM)	Gasto probable (LPM)
54.55	54.55
63.64	59.10
72.74	65.92
81.83	72.74
90.92	79.56
104.56	86.37
118.20	93.19
136.38	102.29
159.11	109.10
181.84	118.20
209.12	127.92

**Ejemplo**

Dada la siguiente distribución de muebles y llaves encontrar el gasto de diseño de cada tramo de tubería



TRAMO	MUEBLES SERVIDOS	GASTO TOTAL (LPM)	GASTO DE DISEÑO (LPM)(LPS)
1-2	2 lavabos	$2(18.18)=36.36$	$36.36 \frac{36.36}{60} = 0.61$
2-3	2 lavabos + 2 regaderas	$36.36+2(18.18)=72.72$	65.92 1.09
3-4	2 lavabos + 2 regaderas + 2 W.C	$72.72+2(9.09) = 90.90$	79.56 1.33
4-5	2 lavabos + 2 regaderas + 2 W.C + 2 regaderas	$90.90+2(18.18)=127.26$	102.29 1.70
5-6	2 W.C + 2 lavabos + 2 regaderas + 2 Freg + 2 Ll. de M	$127.26+2(9.09)=145.44$	109.10 1.82

Comentarios del ejemplo.-

Se toma como equivalente de lavabo o fregadero por no haber el lavabo

Se obtiene el valor de 36.36 y se entra a la tabla de "demanda simultánea", pero en este caso no llega el valor mínimo de gasto potencial máximo, por lo que se dejará este mismo valor como gasto probable

En el tramo 2-3 obtuvimos un gasto total de 72.72 y con este valor entramos a la tabla de "demanda simultánea" y encontramos un valor de 72.74 en la columna de gasto potencial máximo, que se aproxima a 72.72, por lo tanto, tomamos el valor 65.92 que corresponde a la columna de gasto probable, el cual será el valor de gasto de diseño y así sucesivamente para los tramos faltantes

Siempre se tomará el valor del inmediato superior en la tabla de demanda simultanea

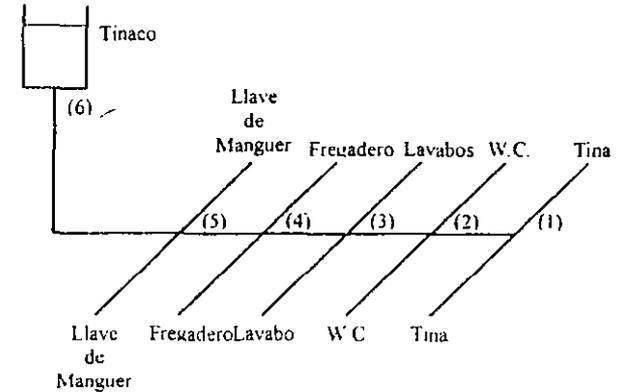
b) Método de Dawson y Bowman.

Gastos requeridos para usarse en el diseño de instalaciones hidráulicas

Muebles Sanitarios	Gasto Total (L P M)	Gasto Probable (L P M)
2 Llaves en la entrada	37.85	18.93
4 Lavaderos	121.12	60.56
2 Fregaderos	56.78	28.39
2 Lavabos	37.85	18.93
2 Excusados	22.71	11.36
2 Tinas de baño	75.20	75.20

Ejemplo -

Calcular el gasto de diseño para la siguiente distribución de muebles de una casa habitación.



TRAMO	MUEBLES SERVIDOS	GASTO TOTAL (LPM)	GASTO DE DISEÑO	
			(LPM)	(LPS)
1-2	2 Tinas	75.20	75.20	1.25
2-3	2 Tinas + 2 W.C	$75.20+11.36=86.56$	86.56	1.44
3-4	2 Tinas + 2 W.C + 2 lavabos	$86.56+18.53=105.49$	105.49	1.76
4-5	2 Tinas + 2 W.C + 2 lavabos + 2 fregaderos	$105.49+28.39=133.88$	133.88	2.23
5-6	2 Tinas + 2 W.C + 2 lavabos + 2 Fregaderos + 2 Llaves de manguera	$133.88+18.93=152.81$	152.81	2.55

c) Método de Dawson y Kaliske  
Tablas del método

TABLA 1

NUMERO TOTAL DE MUEBLES SANITARIOS	1	2	3	4	5	7	10	15	20	30	40	50	75	100
NUMERO DE MUEBLES EN USO SIMULTANEO	1	2	2	2	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16

TABLA 2

GASTO POTENCIAL	FACTOR DE GASTO SIMULTANEO	
	GRUPO A	GRUPO B
189 25	0 50	0 80
264 95	0 40	0 70
378 50	0 35	0 60
587 75	0 30	0 50
757 00	0 25	0 40
1135 50	0 21	0 30
1892 50	0 17	0 25
3028 00	0 14	0 20
4592 00	0 12	0 17

CLASIFICACION

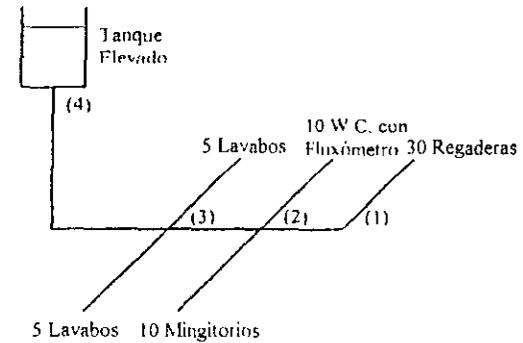
- Grupo A Edificios Residenciales
- Grupo B Cualquier otro tipo de edificios

TABLA 3

GASTO MINIMO PARA MUEBLES SANITARIOS	
MUEBLE	GASTO L.P.M
Lavabo	8
Baño	12
Regadera	8
Excusado (tanque)	8
Excusado (fluxómetro)	120
Fregadero	9
Lavadero	12
Mingitorio	6

Ejemplo -

Calcular el gasto de diseño para la tubería para alimentar a los siguientes muebles (edificio de gimnasio Grupo B)



TRAMO	NUMERO DE MUEBLES	NUMERO DE MUEBLES EN USO SIMULTANEO	GASTO POR MUEBLE (L.P.M)	GASTO TOTAL (L.M.P)	FACTOR DE USO SIMULTANEO	GASTO DE DISEÑO (L.P.S)
1-2	30 regaderas	Consultando la tabla 1, tenemos que de 30 son 8	Consultando la tabla 3 regadera=6	6x8=48	De la tabla 2 como el gasto 48<180 25 tomamos como factor =1	48 --- = 0 \$0 60
2-3	30 regaderas 10 W/C (fluxmetro)10 mingitorios	Tabla 1 30 8 10 4 10 4	De Tabla 6 120 6	6x8 = 48 120x4= 480 6x4 = 24 552	De tabla 2 552<567 75 tomamos el inmediato superior F=0.60	(552)(0.6)=331.20 331.20 = 5.52 60
3-4	30 regaderas 10 W/C (flux) 10 Mingitorios 10 Lavabos	De Tabla 1: 30 8 10 4 10 4 10 4	6 120 6 6	6 x 8= 48 120x4= 480 6 x 4= 24 6 x 4= 24 576	De tabla 2 576>567 75 tomamos este valor... F=0.50	576x0.5=288 288 --- = 4 \$ 60 Para este tramo sera Q <sub>0</sub> =5.52

Comentarios del Ejemplo

En el tramo 2-3 tenemos un gasto de diseño de 5.52 y en el tramo 3-4 obtenemos un gasto de 4.80, con lo que disminuye el gasto en vez de aumentar, esto no puede ser ya que se alimenta un número mayor de muebles que en tramo 2-3 por lo tanto se tomo el mismo gasto de diseño que en 2-3

METODOS PROBABILISTICOS

A) Método Alemán de la Raiz Cuadrada

Si  $\phi_{Llave}=3/8"$  (10mm)-> Q = 4 Gal/min. 0 25L/S  
 Si  $\phi_{Llave}=1/2"$  (13mm)-> Q = 8 Gal/min  
 $\phi_{Llave}=3/4"$  (19mm)-> Q = 12 Gal/min  
 $\phi_{Llave}=1"$  (25mm)-> Q = 16 Gal/min

Un galón = 3 785 litros      1 pulgada = 2.54 cm

El gasto de diseño se calcula con la siguiente ecuación

$$Q_{diseño} = 4 \text{ Gal/min} \cdot F_1^2 n_1 + F_2^2 n_2 \dots F_n n_n + \sum n_i q_i$$

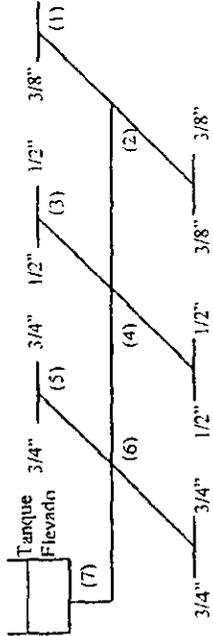
Donde.

$F_1$  = Factor de gasto para la llave de 3/8"  
 $n_1$  = Número de Llaves de 3/8" que se encuentran en la instalación  
 $F_n$  = Factor de gasto que nos relaciona la llave de n con la llave de 3/8"  
 $n_n$  = Número de llaves de n que se encuentran en la instalación  
 $q_i$  = Gasto continuo

Ejemplo.-

Determinar el gasto de diseño de la tubería de alimentación que sirve a las siguientes llaves

- 4 llaves de 3/8" (10mm)
- 4 llaves de 1/2" (13mm)
- 4 llaves de 3/4" (18mm)



TRAMO	F	n	Q = 4 Gal/Min $\sqrt{F_1 n_1 + F_2 n_2 + \dots + F_n n_n}$	GASTO DISEÑO (L/S)
1-2	$\frac{4}{4} = (1)^2 = 1$	2	$Q = 4 \text{ Gal/Min} \cdot \sqrt{(1)(2)} = 4\sqrt{2} = 5.66 \text{ Gal/Min}$	0.35
3-4	$\frac{8}{4} = 2(2)^2 = 4$	2	$Q = 4 \text{ Gal/Min} \cdot \sqrt{(4)(2)} = 4\sqrt{8} = 11.31 \text{ Gal/Min}$	0.71
5-6	$\frac{12}{4} = (3)^2 = 9$	2	$Q = 4 \text{ Gal/Min} \cdot \sqrt{(9)(2)} = 4\sqrt{18} = 16.97 \text{ Gal/Min}$	1.07
2-4	$\frac{4}{4} = (1)^2 = 1$	4	$Q = 4 \text{ Gal/Min} \cdot \sqrt{(1)(4)} = 4\sqrt{4} = 8 \text{ Gal/Min}$	0.50
4-6			$Q = 4 \text{ Gal/Min} \cdot \sqrt{(1)(4) + (4)(4)} = 4\sqrt{20} \text{ Gal/Min}$	1.13
6-7			$Q = 4 \text{ Gal/Min} \cdot \sqrt{(1)(4) + (4)(4) + (4)(4)} = 4\sqrt{36} = 24 \text{ Gal/Min}$	1.89

b) Método Francés

TABLA DE CONSUMO PARA ALGUNOS MUEBLES	
MUEBLE	GASTO (L/S)
Bidet	0.10
Excusado	0.10
Excusado de Fluxómetro	1.50
Fregadero	0.20
Fuente	0.15
Lavadero	0.40
Lavabo	0.10
Llave de manguera	0.70
Mingitorio de tanque	0.10
Mingitorio de Fluxómetro	0.50
Regadera	0.25
Tina (con calentador de depósito)	0.35
Tina (con calentador instantáneo)	0.25

En este método la ecuación que se utiliza

$$K = \frac{1}{\sqrt{X-1}}$$

Donde

X = es el número de llaves instaladas

K = es el coeficiente de simultaneidad siempre que  $25 < X \leq 26$

Para valores de "X" mayores de 26 K se considera constante e igual a 0.20.

Ejemplo - Determinar el gasto en la tubería de alimentación que sirve a los siguientes muebles

MUEBLE	q(L/S)	$\frac{1}{10q}$	n <sup>i</sup>	$\frac{(1) \times (3)}{q_{(us)}}$	$\frac{(2) \times (3)}{\frac{n}{10q}}$
1 Fregadero con agua fria	0.20	0.5	1	(0.20)(1)=0.20	(0.5)(1)=0.50
2 Lavabos con agua fria	0.10	1.0	4	(0.10)(4)=0.40	(1.0)(4)=4.00
1 Tina con agua fria	0.35	0.29	2	(0.35)(2)=0.70	(0.29)(2)=0.58
1 W C con tanque	0.10	1.0	1	(0.10)(1)=0.10	(1.00)(1)=0.14
1 Llave de Jardin	0.70	0.14	1	(0.70)(1)=0.70	(0.14)(1)=0.14
SUMAS	1.45		9	2.10	

n<sup>i</sup> = Número de llaves por mueble.

Calculando el número total de llaves es de 9 : el coeficiente de simultaneidad

$$K = \frac{1}{\sqrt{9-1}} = 0.35$$

$$K = (0.35)(q) = (0.35)(2.10) = 0.735 \text{ L/S}$$

El valor de 0.75 L/S no es el gasto de diseño, ya que debemos tomar el valor corregido que es 6.22, con lo que obtenemos:

$$K = \frac{1}{\sqrt{6.22-1}} = 0.44$$

$$K = (0.44)(2.10) = 0.92 \text{ L/S}$$

$$Q_{\text{Diseño}} = 0.92 \text{ L/S}$$

C) Método de Hunter

Se determino  $P = \frac{t}{T}$ , donde

- P = probabilidad en uso
- t = tiempo de descarga del mueble
- T = Tiempo entre dos usos consecutivos del mueble

Para un W C con fluxómetro t = 9 seg , T = 5 min = 300S

$$P = \frac{9}{300} = 0.03 \text{ de estar en uso.}$$

$$1-P = 1-0.03 = 0.97 \text{ de no estar en uso}$$

$$\text{Para dos muebles } P^2 = (0.03) = 0.009$$

$$\text{Para tres muebles. } P^3 = (0.03) = 0.000027$$

Para un número n de muebles será  $p^n$

Para un número m del total n

$$C_m^n = \frac{n!}{(n-m)!m!} \text{ (combinaciones)}$$

El número total de combinaciones de m objetos seleccionados de n o bien es la ecuación que nos permite calcular el número de muebles que van a estar utilizándose simultáneamente

Si tuviéramos 10 W.C. con fluxómetro, la combinación sería

$$m = 2, \quad n = 10$$

$$C_m^n = \frac{10!}{(10-2)!2!} \approx 45$$

La probabilidad de no encontrar los muebles funcionando será  $P^m$  la combinación será  $P = (1-P)^n \cdot P^m$

La probabilidad de que todos los muebles estén funcionando será  $(1-P)^n$

La probabilidad de que si estén funcionando será  $P^m$  la combinación será  $P = (1-P)^n \cdot P^m$

El método de Hunter es el más utilizado para el cálculo de diámetros y se basa en lo siguiente

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

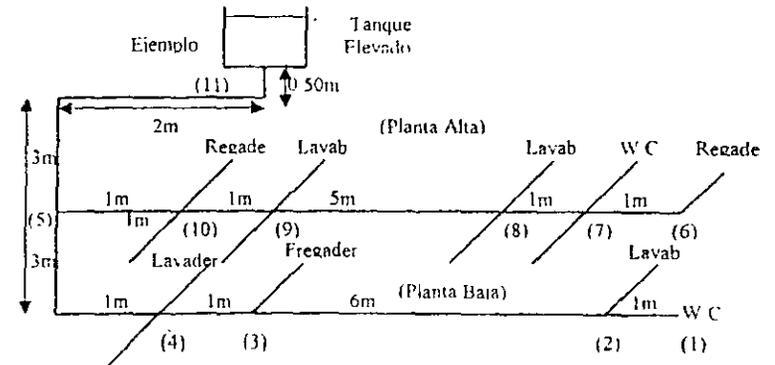
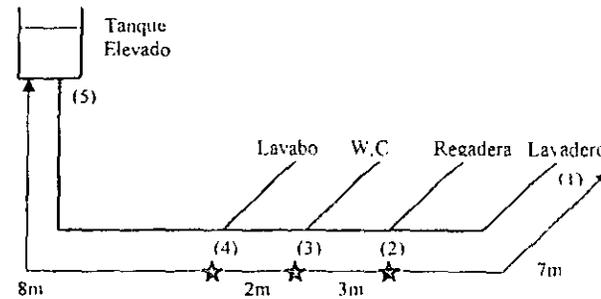
El proyecto de los mismos se basa en hacer los trazos que permiten los recorridos más cortos para evitar excesos de pérdidas de presión y reducir costos de instalación

El sistema aceptado para el cálculo de los diámetros, se basa en una unidad de descarga que se ha denominado "Unidad Mueble" y que ha establecido por comparación entre los diferentes muebles sanitarios, habiéndose escogido como unidad la correspondiente a un lavabo de uso particular o doméstico. Con relación a éste se establecen las unidades para el resto de muebles, tanto en uso particular como de uso

público, la unidad supone un consumo de 25 lts/min (las nuevas unidades suponen 15 lts/min)

Este método como se vio en un principio es probabilístico porque se tendría que calcular la simultaneidad de los muebles con la fórmula establecida, dado que esto sería bastante laborioso el método cuenta con unas tablas que simplifican el trabajo

Ejemplo del Método de Hunter



TRAMO	MUEBLES	UNIDAD MUEBLE	q(L/S)	d (mm)	Hf %	LONGITUD TRAMO(m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	LONGITUD TOTAL	Hf TOTAL (m)	CARGA ESTATICA (m)	PRESION
1-2	Lavadero	3	0.20	13	35	7	Codo 90° de 13 mm=0.60	7+0.6=7.60	(7.6)(0.35)=2.66	8	8.547=2.53
2-3	Lavadero + Regadera	3+2=5	0.38	19	19	3	"T" de 19 mm=1.20	3+1.20=4.20	(4.2)(19)=0.80	8	8+2.66=5.47=5.99
3-4	Lavadero+ Regadera+ W.C (Tanq)	3+2+3=8	0.49	19	40	2	1.20	2+1.20=3.20	(3.2)(0.4)=1.28	8	8+2.66=5.47=5.99
4-5	Lavadero+ Regadera+ W.C (Tanq)+ Lavabo	3 2 3 1 9	0.53	25	7	8	Un codo - 96° y una "T" 0.90+1.50+2.40	8 +2.40 10.40	(10.40)(0.07)=0.73	8	8+12.66+0.8+1.28=5.47=7.27

NOTAS El procedimiento para encontrar el diámetro en cada tramo se hizo de la siguiente

En el tramo 1-2 encontramos primero en la Tabla 3-III, su gasto en unidades mueble, posteriormente encontramos el gasto de simultaneidad con el número de unidades mueble en la tabla 3-IV, que es de 0.20(L/S). Con este gasto pasamos a la Tabla 3-VI, en el monograma de tubería de cobre y subimos verticalmente hasta pasar la línea inclinada que es la velocidad de 1 m/s hasta encontramos con la primera línea de diámetros (13mm) Luego recorremos horizontalmente hacia la izquierda y encontramos las pérdidas por fricción (Hf%). La siguiente columna en la tabla es la longitud del tramo, luego la longitud equivalente es la equivalencia de los codos "T" y demás conexiones en longitud de tubo y la encontramos en la Tabla 3-V.

NOTAS Las tres columnas siguientes nos sirven para encontrar la presión disponible la cual no debe ser menos de 2m. columna de agua por Reglamento y además para que los muebles sanitarios trabajen sin problemas

En este ejemplo no hay problema ya que la presión mas favorable es de 5.47 MCA

268

TABLA DE CALCULO PARA LA PLANTA BAJA

TRAMO	UNIDAD MUEBLE	l (L/S)	d (mm)	Hf %	LONGITUD TRAMO (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	LONGITUD TOTAL	Hf TOTAL (m)	CARGA ESTATICA (m)	PRESION
1-2	3	0.20	13	35	1	0	1.00	0.35	6.5	3.89
2-3	4	0.26	19	9	6	1.95	7.95	0.72	6.5	4.24
3-4	6	0.42	19	23	1	1.20	2.20	0.51	6.5	4.96
4-5	9	0.53	25	7	4	2.40	6.40	0.45	6.5	5.47
5-11	21	0.92	32	6	5.5	4.20	9.70	0.58	6.5	5.92

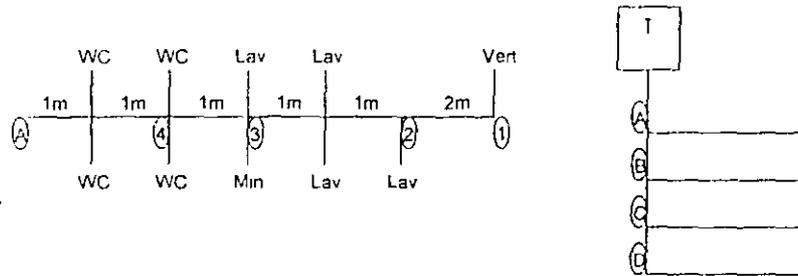
En la planta baja la presión disponible cumple con la presión mínima en todos sus tramos

TRAMO	UNIDAD MUEBLE	l (L/S)	d (mm)	Hf %	LONGITUD TRAMO (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	LONGITUD TOTAL	Hf TOTAL (m)	CARGA ESTATICA (m)	PRESION
6-7	2	0.15	12	20	1	0.60	1.60	0.32	3.50	0.19
7-8	5	0.38	19	19	1	1.20	2.20	0.42	3.50	0.51
8-9	6	0.42	19	22	5	1.20	6.20	1.36	3.50	0.93
9-10	7	0.46	25	6	1	1.50	2.50	0.15	3.50	2.20
10-5	12	0.63	25	12	1	3.00	4.00	0.48	3.50	2.24
5-11	21	0.92	32	6	5.50	4.20	9.70	0.58	3.50	2.92

CONCLUSION -

En los Tramos 6-7, 7-8, 8-9, no se tienen las presiones mínimas necesarias para cumplir con 2m. columna de agua. Por lo tanto, será necesario elevar el tanque a 1.81m. más para dar la presión mínima.

d) otro método americano:



1 RAMALES

TRAMO	MUEBLE	CANT	CONSUMO C/U Lts/seg	$\Sigma$ Lts/seg	% Simultaneidad	Q Muebles L/s	Q Tramo
1-2	Vertedero	1	0.2	0.2	100	0.2	0.2
2-3	Lavabo	3	0.1	0.3	100	0.3	0.5
3-4	Lav / Ming	1/1	0.1/0.1	0.2	100/100	0.2	0.7
4-A	WC	4	2	8	30	2.4	3.1

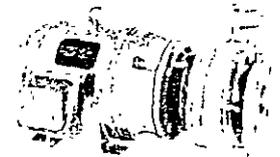
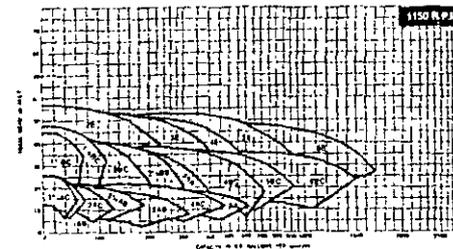
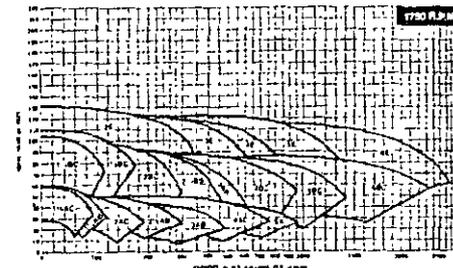
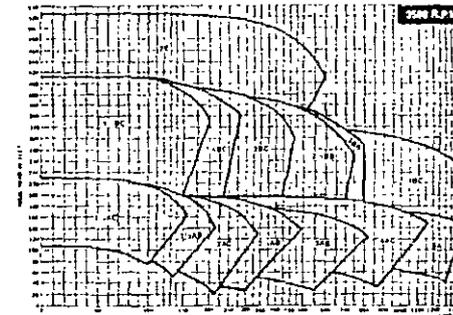
2 COLUMNAS

PUNTO	GRUPOS SERVIDOS	GASTOS DEL GRUPO	% DE SIMULTANEIDAD	QL <sub>hc</sub>
D	1	3.1	100	3.1
E	2	3.1	90	2.79
B	3	3.1	85	2.64
A	4	3.1	80	2.48
T-A	4	3.1	80	2.48

11.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS PARA DISEÑO DE BOMBAS

BELL & GOSSETT

CURVE BOOKLET  
B-360A



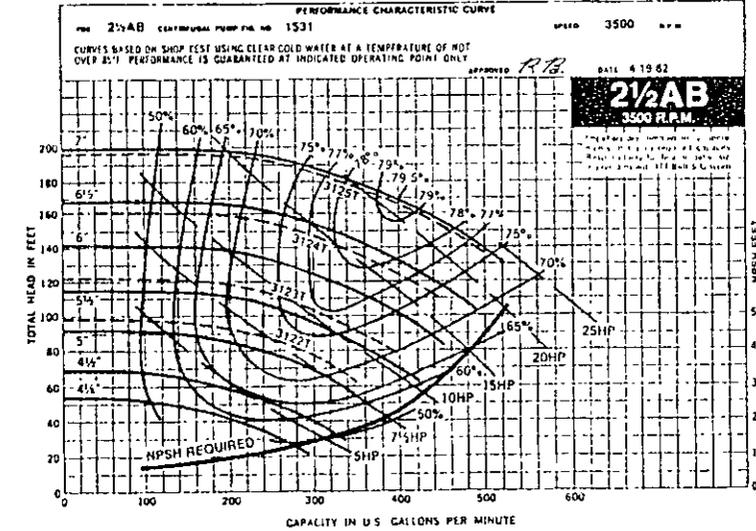
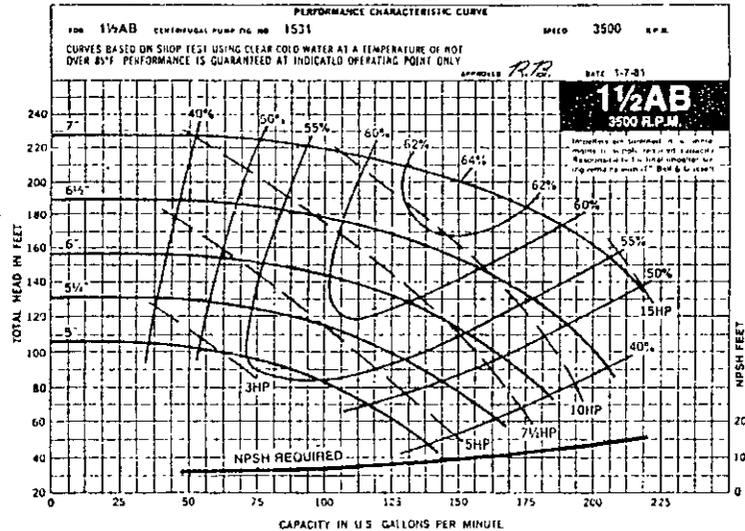
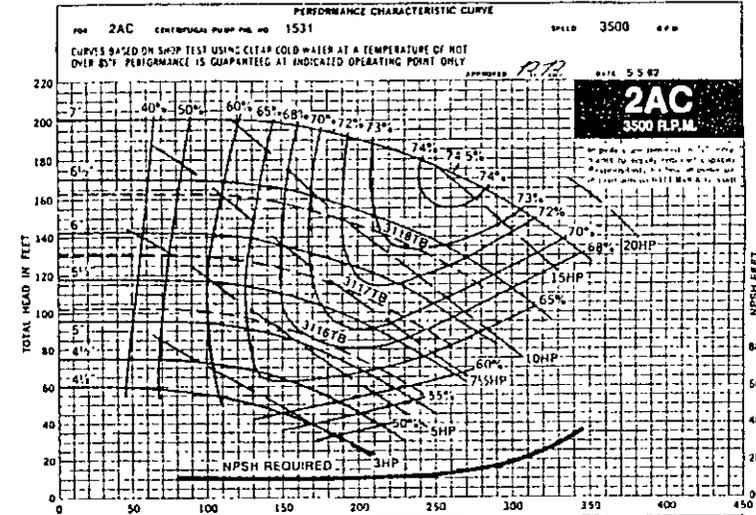
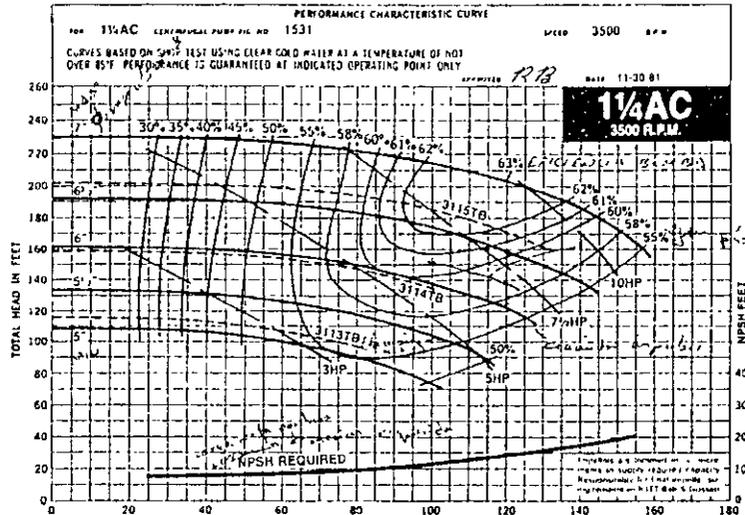
SERIES 1531 PUMP

60 HERTZ PERFORMANCE CURVES

3500 RPM PUMP CURVES

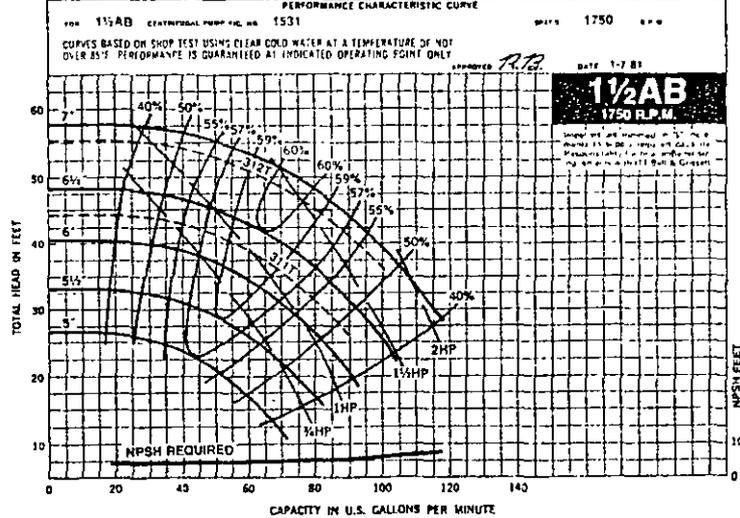
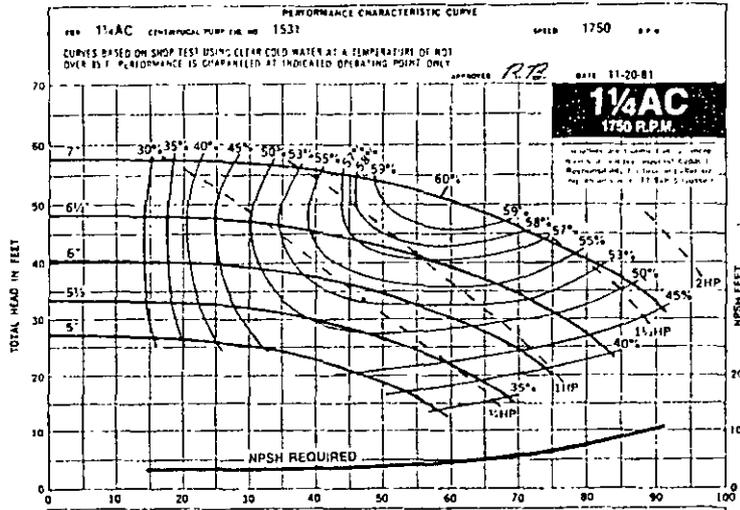
3500 RPM PUMP CURVES

B-360A

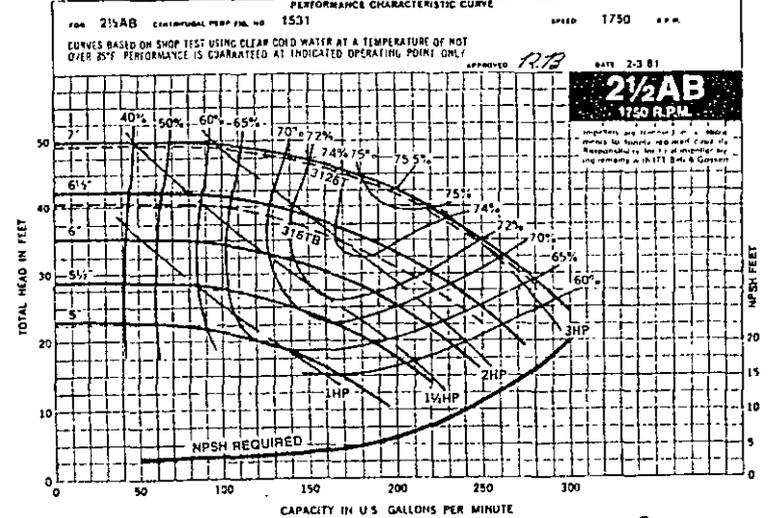
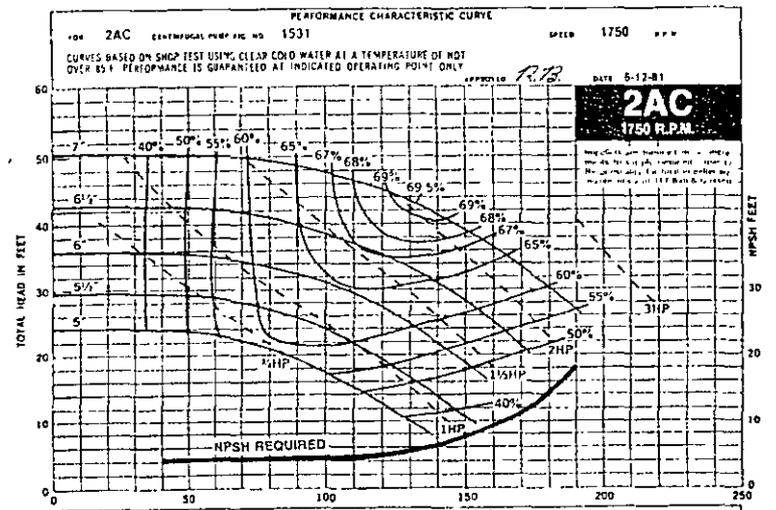


B-360A

1750 RPM PUMP CURVES

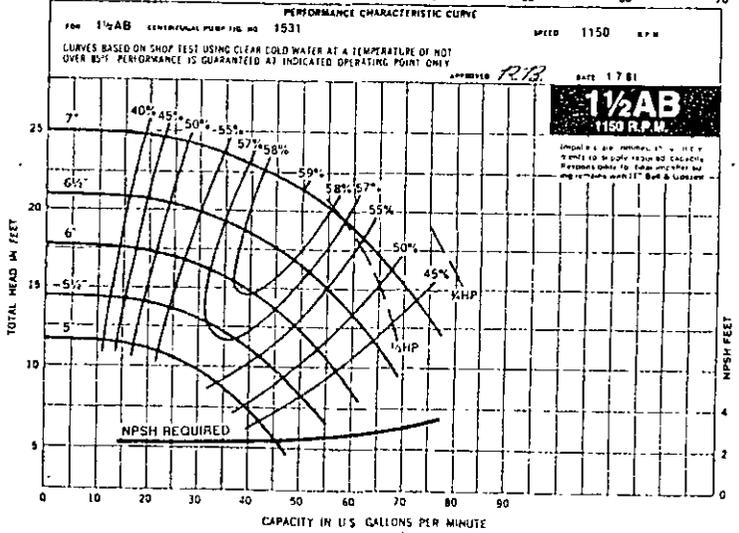
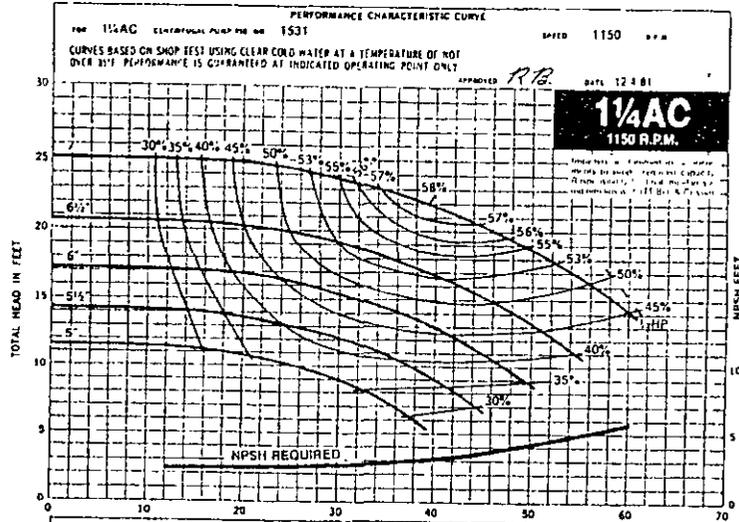


1750 RPM PUMP CURVES

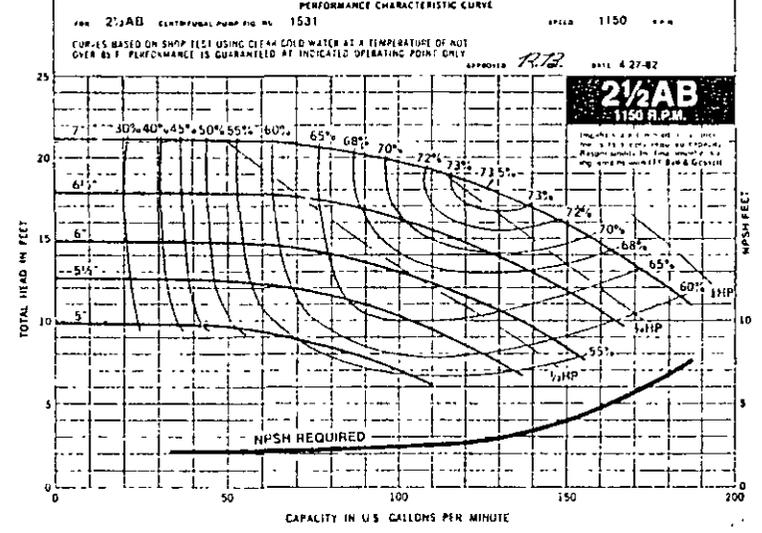
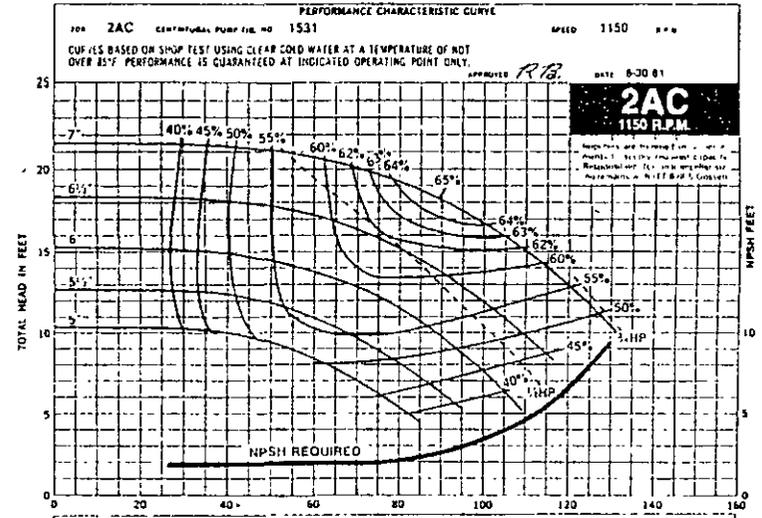


1150 RPM PUMP CURVES

B-360A



1150 RPM PUMP CURVES



## 11.4 PROTECCION CONTRA INCENDIO

Toda institución deberá contar con equipos y sistemas para extinción de incendios, de acuerdo con los riesgos y clase de los mismos

### 1 RIESGOS

#### 1.1 Riesgos de escaso peligro

- Oficinas
- Escuelas
- Habitaciones
- Hoteles
- Hospitales
- Restaurantes
- Lavanderías y Tintorerías
- Estacionamientos cubiertos
- Teatros

#### 1.2 Riesgos de peligro ordinario

- Almacenes de papel, muebles, telas, plásticos etc
- Almacenes de granos
- Talleres de pintura
- Litografías
- Destiladoras
- Tenerías
- Fábricas de ropa
- Fábricas de calzado
- Librerías
- Imprentas

#### 1.3 Riesgos muy peligrosos

- Despepitadoras de algodón
- Fábricas de productos químicos
- Extracción de solventes
- Fábricas de pintura
- Refinerías de petróleo
- Fábricas de aceite comestible
- Talleres de barnizado

## 2 CLASIFICACION DE LOS INCENDIOS

### Clase "A"

Incendio de materias carbonosas, tales como papel, maderas, textiles, trapos y en general, combustibles orgánicos. Para combatir esta clase de incendios y es de gran importancia el uso de grandes cantidades de agua o de soluciones que la contengan en un gran porcentaje. (enfriamiento del combustible)

### Clase "B"

Incendios en aceite, grasas y líquidos inflamables en incendios superficiales en que es esencial un efecto del recubrimiento para su extinción. (Aislamiento entre el combustible y el comburente)

### Clase "C"

Incendio en materiales y equipos eléctricos en que el uso de un agente extinguidor no conductor de electricidad es de primera importancia para la extinción. (El agente extinguidor no debe ser conductor de electricidad)

### Clase "D"

Incendio en metales como el magnesio o el aluminio

## 3 TIPOS DE PROTECCION

El **diseño supresivo del fuego** consiste en atacar alguno de los 3 componentes del "triángulo del fuego" (calor, combustible, comburente) a través de

1. Enfriamiento, 2. aislar el combustible del comburente, 3. Eliminar o aislar el combustible. Lo anterior se puede hacer por medio de **extintores, hidrantes y/o boquillas rociadoras**

## 4 EXTINTORES

### 4.1 Tipo de Extintores

#### Codificación y Colores:

- A (Triángulo verde)
- B (Cuadro rojo)
- C (Círculo Azul)
- D (Estrella negra o amarilla)

Extintores comerciales:

- A Para madera, textiles, papel y plástico
- AB Para madera, textiles, papel, plástico y combustibles, pinturas y solventes
- ABC Para toda clase de incendios, excepto metales
- BC Para pinturas, solventes y material eléctrico
- B Para combustibles, pinturas y solventes
- C Para material eléctrico
- D Para metales combustibles como son magnesio, aluminio, etc

Agentes extintores

- A Sosa Cáustica
- AB Espuma
- BB Dióxido de carbono
- BC Polvo seco (Bicarbonato de potasio)
- ABC Polvo seco (Monofosfato de amonio siliconizado)

4.2 Tamaños comerciales

De 6L, 9.5 L, 12 L, y 19 L

En oficinas deberán usarse extintores de 6 L de capacidad (uno por cada 150 m<sup>2</sup> o fracción de superficie).

En general, en todas las instituciones deberán usarse extintores de 9.5 L y deberá haber uno por cada 250 m<sup>2</sup>

4.3 No. de Extintores

Se colocarán siguiendo la siguiente recomendación

- Por los primeros 50 m<sup>2</sup> de piso 1 unidad
- Por los primeros 100 m<sup>2</sup> de piso (si el área es mayor de 50 m<sup>2</sup>) 2 unidades
- Por c/u de los siguientes 250 m<sup>2</sup> de piso 1 unidad

NUMERO DE EXTINTORES SEGUN SUPERFICIE A PROTEGER										
Superficie del piso en m <sup>2</sup>	50	100	200	250	350	600	850	1100	1350	1600
Número de unidades	1	2	3	3	3	4	5	6	7	8

La distancia máxima que cualquier persona deberá recorrer hasta el extinguidor más cercano, no deberá exceder de 15 m, por lo que si el tipo de distribución arquitectónica da recorridos mayores, se instalará mayor número de extinguidores que los requeridos según el área

5 HIDRANTES

5.1 Tipos de Hidrantes

Chicos, Medianos y Grandes

(Los chicos, en riesgos de escaso peligro, los medianos, en riesgos de peligro ordinario, y los grandes en riesgos muy peligrosos)

Los hidrantes tipo chico son hidrantes que cuentan con manguera de 38 mm ø y 30 m de longitud, los cuales pueden ser manejados por hombres o mujeres no capacitados en el uso de mangueras y protección contra incendio

Los hidrantes tipo mediano contarán con manguera de 51 mm ø y longitud de 30 m y se usaran para los riesgos de peligro ordinario y en los que el personal no esté suficientemente entrenado para usar mangueras de bomberos, éstos sólo pueden ser operados por hombres

Los hidrantes tipo grande contarán con manguera de 64 mm ø y 30 m de longitud en donde exista un riesgo muy peligroso y deberán ser operados por hombres debidamente entrenados y capacitados (cuerpo de bomberos interno)

5.2 Características de los hidrantes

En las instituciones se usarán única y exclusivamente hidrantes tipo chico, tanto en el interior como en el exterior de las mismas y las características son

Válvula de 50 mm o a una altura que no exceda de 1.6 m sobre el nivel del piso

Manguera de lino forrada de hule o de neopreno interiormente de 38 mm ø y 30 m de longitud

Boquereles con chiflón de chorro de 11.1 a 12.7 mm ø para incendios clase "A" en zonas en donde el chorro no perjudique al mobiliario. De regadera ajustable de 38 mm ø en lugares en donde por la fuerza del agua el mobiliario, equipo o elementos almacenados se pueden esparcir o dañar grandemente.

Para incendios clase "B" o "C", chiflón tipo neblina o atomizador de 38 mm

Las tuberías de Alimentación tendrán los siguientes diámetros

Para un hidrante 50 mm ø  
 Para dos hidrantes 64 mm ø

Tubería troncal y conexión a bombas y toma SIAMESA (o de bomberos) 75 mm ø mínimo. Si el recorrido es muy grande (más de 100 m) el tubo troncal deberá ser de 100 mm de diámetro

5.3 Presión del agua

La presión del agua, a la descarga del boquerel o del chiflón deberá ser de 1.76 kp/cm<sup>2</sup> (17.6m de columna de agua ó 1.72 barios ó 25 libras por pulgada cuadrada) para incendios clase "A", en tanto que para incendios clase "B" o "C" la presión será doble de la anterior, o sea de 3.52 kp/cm<sup>2</sup> = 3.45 barios 35.2 m de columna de agua = 50 libras por pulgada cuadrada

5.4 Volúmenes y almacenamiento de agua

El sistema deberá dar un gasto de 280 LPM (4.692 LPS) suficientes para garantizar 2 hidrantes con capacidad de 140 LPM (2.346 LPS), c/u

El almacenamiento de agua con que deberá contar la institución, deberá ser cuando menos equivalente a un período de 4 horas, suministrando agua a dos hidrantes y el volumen total será de 67.200 L (67.2 m<sup>3</sup>) el cual deberá ser garantizado 100% durante todo el año, por lo que el sistema de bombeo de la institución deberá cortar, cuando en la cisterna quede únicamente el volumen para la reserva contra incendio. En casos especiales y con prima de seguro más alta, o sea con menos descuento, el almacenamiento puede reducirse al equivalente a 2 hidrantes durante una hora (16.800 L = 16.8 m<sup>3</sup>)

5.5 Equipos de bombeo

Para garantizar el suministro adecuado de agua, la institución deberá contar con un sistema duplex de bombeo y pudiendo usar las siguientes alternativas

Una bomba con motor eléctrico conectado al sistema público y una bomba con motor de combustión interna (de preferencia VW, con batería y marcha para arranque manual o automático)

Dos bombas accionadas por motor eléctrico, una conectada al sistema de emergencia (Planta de emergencia) y otra al sistema público de energía de la institución

Las características del equipo de bombeo serán las siguientes

Gasto de las Bombas Gasto mínimo contra carga máxima 280 LPM (4.692 LPS), y un gasto máximo de 150 % (420 LPM - 7 LPS) contra el 65% de la carga

La carga que deberá vencer la bomba deberá ser igual a la suma de lo siguiente

Altura entre el hidrante más alto y el fondo de la cisterna

Pérdidas por fricción en la tubería (considerar un 10 % del recorrido desde la bomba hasta el hidrante más lejano)

Pérdidas en la manguera y boquerel que son aproximadamente 8 m

Presión de descarga de acuerdo al reglamento de 18 m (25 PSI).

6. ROCIADORES AUTOMATICOS

Un sistema de protección contra incendio es el de rociadores, los cuales se instalan en techos y plafones y cada uno de ellos cuenta con fusible de plomo, el cual se abre cuando la temperatura del local se eleva arriba de la temperatura máxima aceptable para ese local y comercialmente existen para apertura a 75°C, 100°C, 142°C y 182°C.

Para edificios institucionales se usan los de apertura a 75°C en todas las áreas, excepto en cuartos de máquinas en donde se usan de 100°C

Se ubicarán los rociadores en todas las áreas y estos cubrirán las siguientes superficies

Para riesgos ligeros 12 m<sup>2</sup> o fracción  
 Para riesgos ordinarios 10 m<sup>2</sup> o fracción  
 Para riesgos peligrosos 9 m<sup>2</sup> o fracción

La cantidad de agua por metro cuadrado (densidad) será de

2 litros/m<sup>2</sup>/min para riesgos ligeros  
 4 litros/m<sup>2</sup>/min para riesgos ordinarios  
 6 litros/m<sup>2</sup>/min para riesgos peligrosos

Para el cálculo de la bomba se tomará en cuenta toda la superficie si el área cubierta es menor de 600 m<sup>2</sup>

La presión de descarga en el último rociador (el más alejado será de 11 metros de columna de agua  $1.1 \text{ kp/cm}^2 = 15 \text{ PSI}$ )

Las características de la bomba serán iguales que las de las bombas para hidrantes (ver el punto 4.2.7)

La reserva será la resultante de multiplicar la densidad por el área y por cuatro horas

**7 OTROS METODOS DE CONTROL QUE NO UTILIZAN AGUA**

Existen otros métodos de protección o supresión de incendio, que se utilizan para áreas específicas, en donde el agua podría causar problemas a los sistemas, equipos o personas ellos son

Sistemas de espuma para

- Talleres de pintura
- Talleres de barniz
- Hangares

Sistemas de CO<sub>2</sub> o gas inerte para.

- Archivos
- Salas de cómputo
- Subestaciones eléctricas
- Cuartos de tableros y control

Sistemas de polvo seco

- Cuartos de control de TV
- Subestaciones eléctricas
- Almacenes de combustibles
- Talleres y depósitos de pinturas y solvente

**11.5 ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE DIESEL**

Un sistema de abastecimiento y distribución de aceite combustible Diesel consiste en una central de abastecimiento y una red de tuberías de distribución destinadas a alimentar, con el gasto y presión necesarias, a los diferentes equipos que lo requieran.

**MATERIALES**

Las tuberías serán de hierro negro para roscar, cédula 40, en la cual se usarán conexiones de hierro maleable, reforzadas y con rosca, las tuberías que no estén enterradas deberán ser sostenidas con soportes y se pintarán según el código de colores

Para las tuberías y conexiones se utilizará cinta de teflón de 13 mm de ancho. Las válvulas de seccionamiento serán de compuerta clase 8.8 kg/cm<sup>2</sup> y se instalarán roscadas para diámetros hasta de 50 mm y bridadas para 64 mm de diámetro o mayores

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 capa protectora de lamina de aluminio lisa de 0.718 mm de espesor, traslapada 5 cm, tanto longitudinalmente como transversalmente, sujeta con remaches "pop" de 2.4 mm de diámetro, a cada 30 centímetros

**CARACTERISTICAS DEL COMBUSTIBLE**

- Características Generales

De acuerdo con la Norma PEMEX SAT-1413-73/404-14 para el aceite combustible Diesel20, sus características generales son las siguientes:

PESO ESPECIFICO A 20/4°C	0.837
COLOR ASTM	1.5
TEMPERATURA DE INFLAMACIÓN (°C)	70.0
TEMPERATURA DE CONGELACIÓN (°C)	-2.0
VISCOSIDAD SSU A 37.8°C	38.0
INDICÉ DE CETANO	55.0
AZUFRE TOTAL EN % DE PESO	1.0
PODER CALORIFICO NETO (Kcal/kg)	10280.0

El aceite Diesel puede considerarse estable entre -2 y 70°C y prácticamente no requiere que el almacenamiento se proteja térmicamente. Entre los límites antes mencionados el producto no desarrolla presión de vapor y por tal motivo su manejo no representa el alto riesgo de los combustibles ligeros.

Los equipos que comúnmente utilizan el aceite combustible Diesel como fuente de energía son las calderetas, los generadores de vapor, los incineradores, los motores de combustión interna para bombas de emergencia y las plantas de emergencia.

Los consumos horarios de los diferentes equipos se deberán obtener de los catálogos de los fabricantes.

**TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

Los tanques deberán localizarse en el exterior de edificios y sobre el terreno. Para elegir el lugar donde se pondrán los tanques hay que pensar en:

- a) El acceso del autotanque para facilitar el llenado, y
- b) la distancia de los tanques a los equipos que usan el combustible.

Se tratará de que la parte inferior del tanque quede 1.0 metros arriba del nivel de piso terminado de la casa de máquinas, y esta altura está condicionada a la distancia entre el tanque y la bomba del generador de vapor más alejado del tanque, ya que no se aceptan cargas negativas de succión, incluyendo las pérdidas por fricción. La distancia mínima a la que se debe colocar el tanque más cercano de cualquier colindancia o edificio, de acuerdo con su volumen, será:

VOLUMEN DEL TANQUE (litros)	DISTANCIA MINIMA (m)
5000	4
7000	5
10000	6
12500	6
15000	7
20000	8

El o los tanques deben estar circundados por un murete con una altura tal que el volumen limitado por él sea, como mínimo, igual al volumen del tanque en caso de un tanque, o igual al volumen del tanque de mayor capacidad en caso de que sean varios. Este murete no debe quedar a menos de 1.5 metros de cualquier colindancia o de cualquier circulación o estacionamiento de vehículos, y el área dentro del murete deberá tener piso de grava.

Cada tanque deberá tener su propia ventilación no menor de 50 mm de diámetro y deberán instalarse evitando ondulaciones donde puedan acumularse condensados en forma permanente.

Los remates de las ventilaciones deberán estar separados más de 3.0 metros de azoteas o edificios colindantes. En zonas transitadas, estos remates deberán estar a 4 metros sobre el nivel del piso terminado. En todos los casos, el remate de la ventilación será con ventila tipo arrestador de flama de 50 mm de diámetro.

- Volumen por almacenar

Para la determinación del volumen por almacenar se toma en cuenta:

- El máximo consumo, en litros por hora, para cada tipo de equipo. El número de horas que, trabajando con el consumo máximo horario, equivale al consumo total de un día.
- Frecuencia de llenado del tanque.

Los equipos que consumen aceite Diesel son generadores de vapor o calderetas y se considera que el consumo de 10 horas diarias de operación al 100% de su capacidad equivale al consumo de un día.

Los tanques se deben calcular suponiendo que la frecuencia de llenado es, normalmente, de cada 10 días. Sin embargo, en caso en que el suministro sea defectuoso en la localidad, se deberá tomar esto en cuenta para aumentar la capacidad de almacenamiento.

El volumen por almacenar será el requerido por los generadores de vapor o por las calderetas. Un litro de combustible Diesel produce 8604 kilocalorías al 100% de eficiencia térmica. La eficiencia térmica combustible-vapor de los generadores de vapor se considera del 80%, por lo que de las 8604 kilocalorías realmente se aprovechan solamente  $8604 \times 0.8 = 6883.2$  Kcal.

Un caballo-caldera es igual a 8435.55 Kcal/hora, por lo que para generar un caballo-caldera se requerirán:

$$8435.55/6883.2 = 1.226 \text{ litros/hora}$$

Por tanto, para 10 horas de operación al 100% y una frecuencia de llenado de cada 10 días, el volumen útil será  $1.226 \times 10 \times 10 = 122.6$  litros por caballo-caldera. A este valor hay que agregarle el 5% que no se usa y el 1% para sedimentos, por lo que la capacidad del tanque por este concepto será:

$$V = 122.6 + 6.13 + 1.226 = 129.956 \text{ litros/cc}$$

y redondeando este valor:

Volumen del tanque = 130 litros/caballo-caldera

debiéndose tomar en cuenta los caballos-caldera correspondientes a los generadores de vapor o calderetas en uso simultáneo

### LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN Y RETORNO DE COMBUSTIBLE PARA GENERADORES DE VAPOR

- Líneas de Almacenamiento Succión y Descarga

La alimentación de combustible Diesel a los generadores de vapor se efectúa por medio de bombas de engranes por lo que se tienen tuberías de succión y tuberías de descarga. Si las bombas están integradas a los generadores, las únicas líneas por proyectar son las de succión, ya que las de descarga también están integradas. Si las bombas están separadas de los generadores, se proyectarán líneas de succión entre el tanque y las bombas y líneas de descarga entre las bombas y los generadores.

#### SUCCION

Se proyectará una línea común de succión, a partir del tanque de almacenamiento, con derivaciones a la conexión correspondiente de cada generador o a la succión de cada bomba dependiendo de si la bomba de aceite está integrada al generador o está separada de él. Los diámetros de los diferentes tramos se seleccionarán tomando en cuenta las indicaciones siguientes:

- Gasto

El gasto por considerar para cada generador es el gasto máximo que proporcione la bomba de aceite en operación normal, ya sea que esté integrada o separada, y en cada tramo se considera la suma de los gastos de las bombas a las que da servicio y se supongan en posible operación simultánea.

- Máxima carga negativa, o "vacío" de succión

La suma algebraica de la carga estática, positiva o negativa, más la carga de fricción, no deberá exceder de -1.0 metros de columna de agua, equivalente a un "vacío" de 73.6 milímetros de columna de mercurio, en el punto de conexión con la bomba o generador, cualquiera que sea el más desfavorable.

- Carga estática

Es la altura entre el fondo del tanque de almacenamiento y el punto de conexión, ya sea en el generador o en la bomba. Se considera negativa cuando el fondo del tanque está abajo del punto de conexión y positiva cuando está arriba. Para expresarla en metros de columna de agua esa altura se deberá multiplicar por 0.85, que es la densidad considerada del aceite combustible Diesel a 44°C.

- Carga de fricción

Es la suma de las pérdidas de carga por fricción, expresada en metros de columna de agua, tanto en la tubería como en las conexiones, válvulas y accesorios.

#### DESCARGAS

Cuando las bombas de alimentación de aceite Diesel estén separadas de los generadores, las líneas de descarga entre las bombas y su generador correspondiente, se proyectarán con un diámetro de la conexión de alimentación de aceite en el generador.

#### LÍNEAS DE RETORNO DE COMBUSTIBLE

A cada generador de vapor se le instalará su línea de retorno de combustible, las que se unirán en una línea común para conducirlo al tanque de almacenamiento.

Los diámetros se deberán seleccionar tomando en cuenta las indicaciones siguientes:

- Gasto

El gasto del ramal de retorno de cada generador será igual al del gasto máximo de la bomba de aceite que lo alimenta. El gasto de los diferentes tramos de la línea común de retorno será igual a la suma de los gastos de las bombas de aceite que se vayan conectando y que se consideren en operación simultánea.

- Diámetros Mínimos

El diámetro mínimo del ramal de retorno de combustible de cada generador será igual al del diámetro de la conexión en el generador, y el diámetro de la línea común será, por lo menos, igual a ese diámetro aunque por cálculo pudiera resultar menor.

▪ Máxima Pérdida de Carga por Fricción

La máxima pérdida de carga por fricción no deberá exceder de la diferencia entre la mínima carga de descarga de las bombas de aceite y la carga estática correspondiente a la parte superior del tanque de almacenamiento, referida a la conexión de retorno en el generador cuando la bomba está integrada a él, o al centro de la bomba cuando ésta está separada del generador. En el caso de bombas integradas, las pérdidas por fricción son únicamente en la tubería de retorno, en tanto que en el caso de tener bombas separadas hay que tomar en cuenta las pérdidas por fricción en las tuberías de retorno más pérdidas en la tubería de descarga de la bomba considerada.

LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE A "TANQUE DE DÍA"

Cuando se tengan "tanques de día" que no se pueden alimentar por gravedad a partir del tanque de almacenamiento se pondrá una bomba independiente, la cual se colocará en el lugar más conveniente.

PÉRDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN TUBERÍAS QUE CONDUCE ACEITE DIESEL

Los nomogramas de pérdidas de carga por fricción fueron elaborados con base en los nomogramas usados por la compañía Cleaver-Brooks, habiéndose transformado únicamente para tener el gasto de bombeo en litros por hora en lugar de galones por hora, y la pérdida de carga en metros de columna de agua por 100 metros de tubo en lugar de pies de agua por 100 pies de tubo, ver gráficas anexas.

LONGITUD EQUIVALENTE EN CONEXIONES Y VALVULAS\*

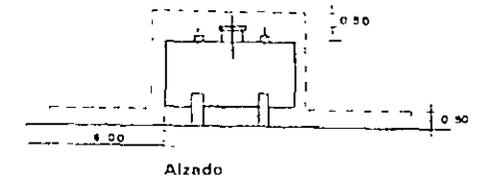
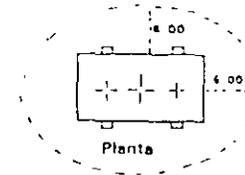
DIAM mm	CODO 90° ROSCADA	CODO 45° ROSCADA	TE RECTA	TE SALIDA LATERAL	VÁLVULA GLOBO	VÁLVULA COMPUERTA	VÁLVULA CHECK	COPLÉ O TUERCA UNION
13	1.10	0.22	0.52	1.28	6.70	0.17	2.44	0.06
19	1.34	0.28	0.73	1.62	7.32	0.20	2.68	0.07
25	1.58	0.40	0.98	2.01	8.84	0.26	3.35	0.09
32	2.01	0.52	1.40	2.65	11.28	0.34	3.96	0.11
38	2.26	0.64	1.71	3.02	12.80	0.36	4.57	0.12
50	2.59	0.82	2.35	3.66	16.46	0.46	5.79	0.14

\*Estos son valores promedio de lo indicado en varios libros y manuales que tratan este tema (IMSS)

Fuente: INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL.

ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ACEITE COMBUSTIBLE DIESEL

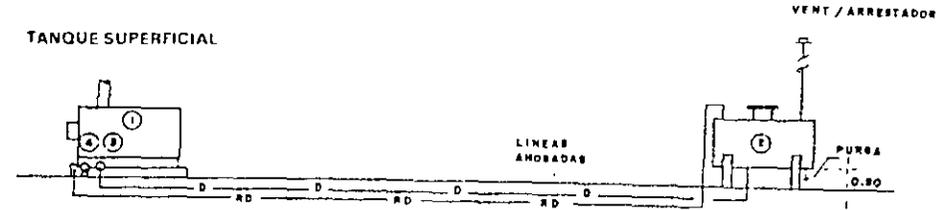
Restricción para prevención de incendio originado por el tanque de almacenamiento, considerado en Gno. D clase I, Div. 2



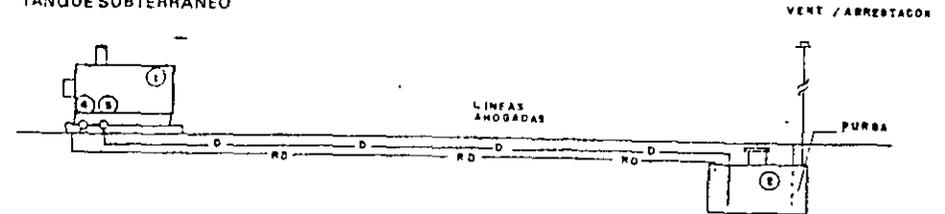
Dentro de los límites indicados en planta y alzado, no se admitirá flama y las instalaciones eléctricas serán a prueba de explosión.

Materia: F\* Galv. ced. 40

TANQUE SUPERFICIAL



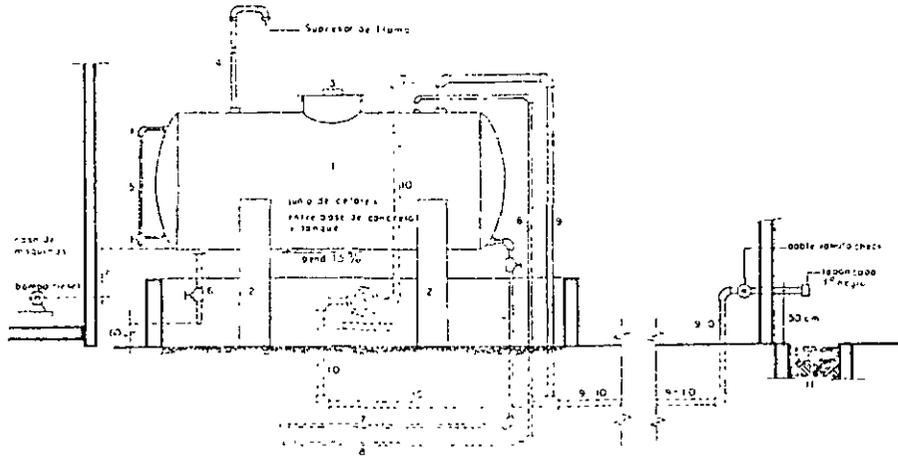
TANQUE SUBTERRANEO



En este caso la bomba de combustible será capaz de manejar el NPSH, el recorrido y la presión de envío al quemador, por lo tanto el diseñador fijará las distancias menores posibles para obtener un bombeo económico.

- 1 Caldera
- 2 Tanque alm. combustible
- 3 Filtro/Diesel (por el fabricante)
- 4 Bomba combustible (por el fabricante)
- D — Alimentación Diesel
- RD — Retorno Diesel

Alimentación de aceite diesel a caldera

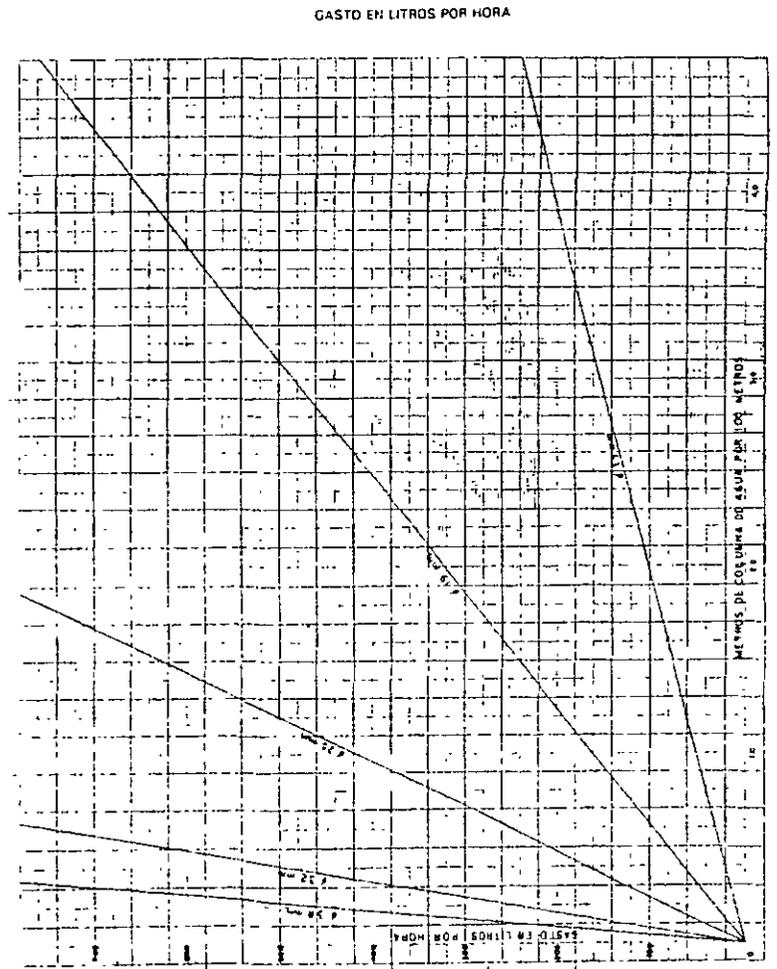


**SIMBOLOGIA**

- 1 Tanque para combustible
- 2 Cable de acero
- 3 Reservorio para hombre
- 4 Espuma
- 5 Cable de acero
- 6 Placa de acero
- 7 Instalación a casa de la fuerza
- 8 Reservorio de casa de la fuerza
- 9 Línea de fuerza al mismo tanque
- 10 Línea de fuerza
- 11 Línea de fuerza al mismo tanque

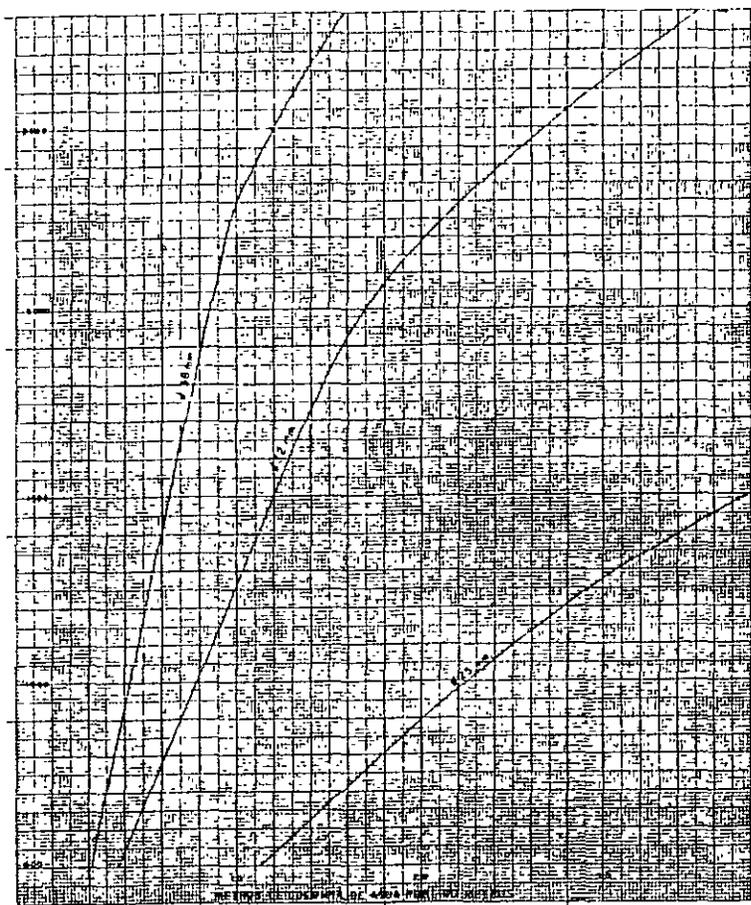
Detalle de instalación de un tanque para combustible diesel

**CURVA DE PERDIDAS POR FRICCION EN TUBERIAS DE FIERRO GALVANIZADO QUE CONDUCEN ACEITE DIESEL**



Fuente INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

**CURVA DE PERDIDAS POR FRICCIÓN EN TUBERIAS DE FIERRO GALVANIZADO QUE CONDUCEN ACEITE DIESEL.**



GASTO EN LITROS POR HORA

METROS DE COLUMNA DE AGUA POR 100 METROS

Fuente: INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

**11.6 CARACTERÍSTICAS Y UTILIZACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS GASEOSOS**

**1 ORIGEN DE LOS HIDROCARBUROS GASEOSOS**

El "petróleo" se encuentra en el subsuelo, y asume los tres estados físicos de la materia: sólido, líquido y gaseoso, según su temperatura, composición a presión a la que se encuentra. Su color varía entre el ámbar y el negro, su densidad es menor que la del agua. En estado gaseoso es inoloro, incoloro e insípido.

De los yacimientos constituidos por gases, estos se extraen por los mismos métodos convencionales empleados en la extracción de petróleo crudo y son tratados en plantas de absorción, donde se separan los hidrocarburos que forman el gas natural, el gas licuado de petróleo (L.P.) y algunos otros como gasolina ligera. Este tipo de yacimientos es la fuente principal de producción tanto natural como del gas LP.

De las plantas de absorción y de las refinerías, los productos comerciales derivados del petróleo, hidrocarburos que se encuentran en estado gaseoso como el gas natural, se hacen llegar a los centros de consumo por ductos, los que se encuentran en estado líquido o que se pueden licuar a relativamente bajas presiones, como el propano y el butano, se hacen llegar a las plantas almacenadoras, ubicadas en centros de consumo por ductos, ferrocarril, barcos tanque y autotransporte.

**2 CARACTERÍSTICAS Y UTILIZACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS GASEOSOS**

**TIPOS DE GAS.**

Los gases utilizados como combustible en las cocinas son hidrocarburos, los cuales son distribuidos a través de redes municipales en el caso del gas natural, cuyo principal elemento es el metano, y por medio de pipas o de cilindros el GAS L.P. (gas licuado de petróleo), el cual tiene desde 70% de butano y desde 30% hasta 100% de propano, el que también en determinadas zonas o colonias se surte a través de un tanque maestro y redes subterráneas, al igual que las del gas natural.

**COMPOSICION DE LOS GASES**

**METANO** CH<sub>4</sub> (un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno)

**PROPANO** C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> (tres átomos de carbono y ocho de hidrógeno)

**BUTANO** C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> (cuatro átomos de carbono y diez de hidrógeno)

**1.3 PESO MOLECULAR**

El peso molecular es la suma de los pesos atómicos de los elementos que componen la molécula.

El peso atómico del hidrógeno es 1  
El peso atómico del carbono es 12

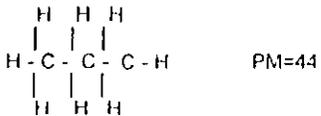
El peso molecular del Metano = 16

$$(1 (C) \times 12) + (4 (H) \times 1) = 16$$



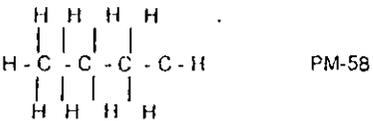
El peso molecular del Propano = 44

$$(3(C) \times 12) + (8(H) \times 1) = 44$$



El peso molecular del Butano = 58

$$(4 (C) \times 12) + (10 (H) \times 1) = 58$$



GAS L.P (Gas licuado de petróleo

Este gas se surte en tanques a presión o por medio de camiones repartidores a tanques estacionarios

En determinadas zonas existen redes de GAS L.P. surtidas por un tanque y la conexión a la red se hace igual que la del Gas Natural

	70% Butano	Propano puro para
Mezcla desde		Hasta
	30% Propano	tanques estacionarios

Para cilindros o tanques portatiles, el porcentaje de propano se aumenta en tiempo de frío

GAS NATURAL.

Su principal elemento es el Metano (CH<sub>4</sub>)

Este gas se surte por medio de redes subterráneas

3 PROPIEDADES DE LOS GASES

AIRE

El aire está compuesto de oxígeno y nitrógeno principalmente, y en una proporción aproximada de 1 a 4, o sea un 21% de oxígeno y un 79% de nitrógeno, incluyendo el resto de gases y el vapor de agua

Si el peso molecular del oxígeno es 16 y el del nitrógeno es 14 y tenemos en el aire

$$\begin{aligned} O_2 &= 32 \text{ y } N_2 = 28 \\ O_2 &= 16 \times 2 \times 0.21 (\%) = 6.4 \\ N_2 &= 14 \times 2 \times 0.79 (\%) = \frac{22.4}{28.8} \end{aligned}$$

Podemos considerar 29

El peso molecular real, considerando todos los gases que componen el aire seco, es de 28.966

PRESION ATMOSFERICA

La presión barométrica al nivel del mar es de 760 mm de Hg (Mercurio) = 10.33 metros de columna de H<sub>2</sub>O = 1.033 Kp/cm<sup>2</sup> = 1.01325 baros = 1013.25 milibaros

**PESO DE LOS GASES**

A 10°C de temperatura y a una presión absoluta de 1 kp/cm<sup>2</sup> (0 980665 barios), 24m<sup>3</sup> de cualquier gas contienen tantos kg masa como unidades el peso molecular

**Ejemplos**

A 24m<sup>3</sup> de aire contienen 29 kg masa de aire, y si dividimos esta masa entre el volumen, obtenemos la densidad del aire

$$29/24 = 1.208 \text{ kg/m}^3$$

Nota - El aire a 20°C, con 50% de humedad, y al nivel del mar contiene 1.2 kg/m<sup>3</sup>, que es la densidad normal considerada en las características de los equipos para ventilación y acondicionamiento de aire

B 24m<sup>3</sup> de Butano contienen 58 kg masa  
 La densidad del Butano es de 2.416 kg/m<sup>3</sup> = 58/24

24 m<sup>3</sup> de Propano contienen 44 kg masa  
 La densidad del Propano es de 1.833 kg/m<sup>3</sup> = 44/24

∴ 24 m<sup>3</sup> de Metano contienen 16 kg masa  
 La densidad del Metano es de 0.667 kg/m<sup>3</sup> = 16/24

Siendo el Butano y el Propano más pesados que el aire, como se vio en los ejemplos anteriores, cuando hay una fuga en una instalación de gas éste tiende a formar una capa en la zona más baja del local. Al Gas L.P., como es inodoro, se le añade olor artificial (mercaptano) a fin de detectar fugas

**DENSIDADES**

Las densidades relativas de los gases con respecto al aire son.

$$\frac{\text{Peso Molecular del gas}}{\text{Peso Molecular del aire}} = \text{Densidad Relativa}$$

- (1) Metano 16 ÷ 28.96 = 0.553 veces el aire
- (2) Propano 44 ÷ 28.96 = 1.519 veces el aire
- (3) Butano 58 ÷ 28.96 = 2.003 veces el aire

- (1) Menos denso que el aire
- (2) y (3) más denso que el aire

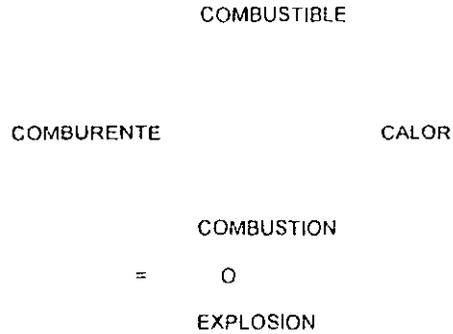
**Ejemplo:**

Si inflamos un globo con hidrógeno o con helio, el globo debe elevarse, porque el hidrógeno o el helio pesan menos que el aire

Peso molecular del hidrógeno (H <sub>2</sub> )	2
Peso molecular del Helio (He)	4
Peso molecular del aire	29

**3 COMBUSTION**

Para que exista combustión se requieren tres elementos inseparables (la falta de uno de ellos evita la combustión) y son Combustible, Comburente y Calor, en su expresión gráfica también se le llama "triángulo de fuego" y se representa así:



Hay dos tipos de efectos cuando se reúnen estos tres elementos: la combustión y la explosión.

**La Combustión:**

Es una oxidación rápida del combustible, y produce bióxido de carbono y agua, si solo es hidrocarburo; cuando es imperfecta o incompleta la combustión, se produce monóxido de carbono (CO) el cual es dañino para el hombre. El (CO) al 4% en el aire produce la muerte inevitablemente; También resulta fatal cuando se respira media hora aire con 1.25 litros de CO en un metro cúbico. La combustión puede ser controlada por el hombre y es este efecto el que se utiliza en los aparatos calentadores a gas como son las.

- Planchas para asar
- Estufas
- Estufones

Salamandras  
Calentadores de agua para baño, para café para Mesas Calientes (Baño María)

**La Explosión**

Es una oxidación instantánea del combustible.

Para que pueda existir una explosión, se requiere que el combustible esté finamente pulverizado, ya sea líquido o sólido y que forme una mezcla determinada con el comburente (AIRE)

Las mezclas explosivas de los gases son

Para Metano 5 a 15 % de gas en el aire  
Para el Propano 2.1 a 10.1 % de gas en el aire  
Para el Butano 1.8 a 8.4 % de gas en el aire

**5. EBULLICION**

(Cambio de estado líquido a gaseoso)

La temperatura de ebullición de los gases es muy baja y sus valores para los diferentes gases y al nivel del mar son

Metano - 161.5°C  
Propano - 42.1°C  
Butano - 0.5°C

Los gases pueden estar en forma líquida cuando los tenemos comprimidos abajo de la temperatura crítica

El calor latente de los gases Metano, Propano y Butano es de 122, 102 y 92 kcal/kg.

(Calor latente = el calor que se requiere para cambiar de estado sin cambio de temperatura)

**6 PODER CALORIFICO**

Gas Natural = 8.460 Kcal/m³  
Gas L P = 11.200 Kcal/Kg = 22.244 kcal/m³

**7. PRESION DE LOS GASES PARA LA COMBUSTION**

En los quemadores o mecheros la presión ideal de salida para obtener una buena combustión es

Para el Gas L P. = 27.94 cm de columna de agua (6 oz/inch²)

Para Gas Natural = 17.6 cm de columna de agua (4 oz/inch²)

**8 CONSUMOS DE GAS DE DIFERENTES ARTEFACTOS**

	SIMBOLOS	M³/h de Gas L P
Estufa doméstica	E4Q	0.248
	E4QH	0.418
	E4QHC	0.480
	E4QHCA	0.650
	E4QHCR	0.650
Comal o Quemador	EC o EQ	0.062
Estufa Restaurante	E Rest (estufon)	0.344
Por quemador	Q	0.086
Por plancha	P	0.170
Por asador	A	0.170
Por horno	H	0.388
Por parrilla o cartera	PA o CE	0.062
Por salamandra	(No hay simbolo)	0.337
Baño María caliente	CAC	0.320 a 0.400
Asador (4Q) 60 x 90 cm	A	1.360
Plancha de 60 x 90 cm	P	1.020
Calentador de paso	CP	0.930
	CP2	1.500
	CP3	2.100
Lavadora de loza	No hay simbolo	0.337
Calentador de depósito	CA	0.239
	CA	0.479
Mechero bunsen	MB	0.023
Maquina Tortilladora	T	2.200

SIMBOLOGIA

- E Estufa
- Q Quemador
- H Horno
- C Comal
- P Plancha
- PA Parrilla
- CE Cafetera
- CA Conservador de alimentos Calientes
- CC Vaporera
- A Asador
- R Rosticero

DIAMETROS DE ALIMENTACION DE GAS PARA DIFERENTES ARTEFACTOS:

Estufa	13 mm (1/2")	enabled	Protocol Address: 192.168.2.6
Estacion	19 mm (3/4")	enabled	Default Gateway: 192.168.2.254
Asador (60x90)	19 mm (3/4")	enabled	
Plancha (60x90)	19 mm (3/4")	enabled	
Horno Sencillo (2 espacios)	13 mm (1/2")	enabled	
Horno Doble (4 espacios)	19 mm (3/4")	enabled	
Freidor C/unidad	13 mm (1/2")	enabled	
Baño Maria (Por cada 0.60 x 0.60)	13 mm (1/2")	enabled	
Salamandra	13 mm (1/2")	enabled	

El diámetro puede incrementarse si el recorrido es muy grande (la pérdida de presión máxima aceptable es del 5% desde el regulador de 2a ETAPA o desde el tanque, si la línea es de baja presión)

9. DIAMETRO DE LA TUBERIA

LONGITUD MAXIMA	CONSUMO m <sup>3</sup> /h
10 mm	0.18 (E4QH)
13 mm	0.28 (E4QHCRC)
19 mm	0.44 (E4QH)
25 mm	0.68 (E4QH)

La longitud máxima aumenta con la potencia del tanque y disminuye con la inversa del cuadrado de consumo.

Unit Serial No: 089332  
 Network Address: 80.2.2.50  
 Network Topology: Ethernet  
 Network Speed: 10 Megabit/s  
 Novell Network Information  
 Print Server Name: KCA\_039332  
 Password Defined: No  
 Preferred File Server: dle  
 Directory Services: Context not defined  
 Frame Type: 802.2  
 Peer-to-Peer Information  
 Frame Type: 802.2 Or 802.3  
 Network ID: 0  
 TCP/IP Network Information  
 Frame Type: Ethernet II  
 Subnet Mask: 255.255.255.0  
 DNS Address: 132.248.10.2  
 WINS Name: Not Registered

IPP Network Information  
 Internet Printing Protocol

AppleTalk Network Information  
 Frame Type: 802.2 SNAP On 802.3  
 Protocol Address: Net Number 65384  
 Preferred AppleTalk Zone:  
 Preferred AppleTalk Type:

Novell inactive

Peer-to-Peer Connection Information  
 Printer Name: KCA\_039332  
 AppleTalk Connection Information  
 AppleTalk Printer Name: KCA\_039332

TCP/IP Connection Information  
 Port Number: 10001

10. DIMENSIONAMIENTO DE TANQUE DE GAS

- Determinar el número de artefactos y su consumo total de gas en m<sup>3</sup>/h, en litros (1 m<sup>3</sup> = 366L), en kilocalorías (1 Btu = 0.252 Kcal) o en kilogramos (1 kg de gas produce 11 200 kcal, y en estado líquido ocupa aproximadamente 2 litros)
- El consumo total se multiplica por el número de horas de consumo (de 2 a 8 horas) Ver tabla siguiente

Tipo de Institución	Horas de Consumo
Hotel	8
Hospital	8
Restaurante de 24 h de servicio	24
Restaurante	6
Cafetería de 12 h de servicio	12
Fábrica de hamburguesas, etc (servicio continuo)	No. de Horas de Servicio
Cafetería escolar (informal) con 10 ó 12 h de servicio	4
Comedores industriales	2
Fábricas	
Oficinas	

- Determinar o ver con el suministrador de gas el período de llenado (8, 15, 21 ó 30 días)
- El volumen del tanque se obtendrá multiplicando el consumo en litros de líquido, por el número de horas de uso diario, por el tiempo de llenado, y dividiendo entre 0.60 (se considera que el tanque se llenará al 60%, aunque realmente un tanque se llena al 86.25%, pero se calcula al 60% para tener una reserva en caso de retrasarse el suministro o una demanda eventual extraordinaria)

El tanque se escogerá de la capacidad inmediata superior de acuerdo con las medidas y capacidades comerciales. Ver tabla de selección de tanques, después del cuadro de temperaturas mínimas de los gases.

CUADRO DE MEDIDAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Capacidad del Tanque en litros	Diámetro (en m)	Largo total (en m)
300	0.61	1.11
500	0.61	1.87
750	0.76	1.98
1000	0.76	2.38
1500	0.94	2.73
2600	0.94	4.54
3700	1.04	4.64
5000	1.16	5.00

5 El volumen del tanque obtenido se revisa en la tabla de capacidad de gasificación de los tanques en la columna correspondiente a la temperatura mínima del lugar

CUADRO DE TEMPERATURAS MINIMAS QUE SE TOMAN EN DIVERSOS LUGARES DE LA REPUBLICA PARA LA SELECCION DE TANQUES DE GAS

Ciudades	Temperatura Mínima
Trópico y Costa	5°C
México, Puebla, Pachuca, Querétaro, Oaxaca, Jalapa, Guanajuato, San Luis Potosí, Guadajajara, Morelia, Tehuacán, etc	0°C
Toluca, Zacatecas, Tijuana, Nuevo Laredo, Monterrey, etc	-7°C
Ciudad Juárez, Chihuahua, etc	-12°C
Sierra de Chihuahua, Sierra de Durango, Paso de Cortés etc.	-18°C

TANQUES DE GAS

TABLA DE SELECCION DE CAPACIDAD DE LOS TANQUES DE GAS EN FUNCION DE SU CAPACIDAD DE EVAPORACION EN 8 HORAS

DEMANDA DE GAS		TEMPERATURA MAS BAJA DEL LUGAR DE INSTALACION			
en Kcal/h	en m³/h	5°C	0°C	-7°C	-12°C
Hasta 10 250	Hasta 0.5	300 L	300 L	300 L	300 L
Hasta 30 750	Hasta 1.5	500 L	500 L	500 L	750 L
Hasta 61 500	Hasta 3.0	750 L	1000 L	1000 L	1000 L
Hasta 92 250	Hasta 4.5	1000 L	1500 L	1500 L	2600 L
Hasta 123 000	Hasta 6.0	1500 L	2600 L	2600 L	2600 L
Hasta 153 750	Hasta 7.5	2600 L	3700 L	3700 L	5000 L
Hasta 184 500	Hasta 9.0	2600 L	5000 L	5000 L	7500 L

DEMANDA DE GAS		TEMPERATURA MAS BAJA DEL LUGAR DE INSTALACION			
en Kcal/h	en m³/h	-18°C	-23°C	-29°C	-34°C
Hasta 10 250	Hasta 0.5	500 L	750 L	1000 L	1500 L
Hasta 30 750	Hasta 1.5	1000 L	1000 L	1500 L	2600 L
Hasta 61 500	Hasta 3.0	1500 L	2600 L	3700 L	5000 L
Hasta 92 250	Hasta 4.5	2600 L	3700 L	5000 L	7500 L
Hasta 123 000	Hasta 6.0	3700 L	5000 L	7500 L	13000 L
Hasta 153 750	Hasta 7.5	7500 L	10000 L	15000 L	20000 L
Hasta 184 500	Hasta 9.0	10000 L	15000 L	20000 L	25000 L

BIBLIOGRAFIA

- ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO, Ernest W Steel, Editorial Gili, Barcelona, 1984
- CARTILLA DE SANEAMIENTO, Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria, S.S.A, México, 1972
- DATOS PRÁCTICOS DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS, Diego Onésimo Becerril, Edición Propia, México, s/fecha.
- Diario Oficial de la Federación
- NOM-127-SSA-1994
- NOM-118-ECOL-1997
- NOM-004-SEDG-1998
- NOM-025-STPS-1998
- ABC DE LAS INSTALACIONES DE GAS, HIDRÁULICAS Y SANITARIAS, Enrique Barber, Editorial Limusa, Mexico, 2001
- INSTALACIONES EN LOS EDIFICIOS, Gay Fawcett Gustavo, Editorial Gili, México, 1985
- LAS ALICACIONES SANITARIAS EN VIVIENDAS, José Ortega García, Editorial CEAE, Barcelona, 1965
- MANEJO Y USO DE GAS L P Y NATURAL, Fernando Blumenkron, Edición Propia, México, s/fecha
- MANUAL DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS, AIRE, GAS Y VAPOR, Sergio Zepeda, Editorial Limusa, México
- MANUAL DE PLOMERÍA, Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria, S S A, México, 1972
- MANUAL DEL INSTALADOR DE GAS, Diego Onésimo Becerril, Edición propia, México, s/fecha
- Material del curso CONTROL SUPRESIVO DEL FUEGO, Facultad de Arquitectura, División de Educación Continua, UNAM, 1988
- Material del curso INSTALACIONES DE GAS, Facultad de Ingeniería, División de Educación Continua, UNAM, 1994.

- Material del Curso INSTALACIONES HIDRÁULICAS SANITARIAS Y DE GAS EN EDIFICIOS, Facultad de Ingeniería, División de Educación Continua, UNAM, 1995
- Material del Diplomado. INSTALACIONES Y ESTRUCTURAS EN PLANEACIÓN Y DISEÑO EN EDIFICIOS PARA LA SALUD, Facultad de Arquitectura, División de Educación Continua, UNAM, 1994
- NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA ESTUDIOS, PROYECTOS, CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES, Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas (CAPFCE), México, 1998
- Normas de Proyecto de Ingeniería, Tomo II INSTALACIONES HIDRÁULICA, SANITARIA Y GASES MEDICINALES, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), México, 1993
- NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA CONSTRUCCIÓN, Ed. SISTA, México, 2001
- PLUMBING SYSTEMS, Wentz Tim, Editorial, Prentice Hall, New Jersey, E U A, 1997
- PLOMERÍA, SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE Y CALEFACCIÓN, Hall, Editorial Limusa, México, 1998
- PLOMERÍA, SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA FRÍA, DESAGÜE E INSTALACIONES SANITARIAS, Hall, Editorial Limusa, México, 1998
- REGLAMENTO DE INGENIERÍA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS, Secretaría de Salubridad y Asistencia (S S A), México, 1955.

Counter list

00000000000000000000

Service fax number

Machine name

Serial no

Date/Time

Total count

Copy count

Print count

PM count

PM cycle

PM count since

7155

366EE#2873

3/9/00 15:06

00800397

002901

0050381

00423569

0099000

31/25/2004