



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL TOPOGRÁFICA Y GEODESICA.

LA INGENIERIA SANITARIA EN EL DISEÑO DE:

**INSTALACIONES HIDRÁULICAS SANITARIAS Y DE GAS
EN EDIFICACIONES**

MSP. RAFAEL LÓPEZ RUIZ

INTRODUCCIÓN



613159

Desde tiempo inmemorial y hasta la actualidad, los seres humanos han aplicado conocimientos prácticos para ocupar con seguridad y comodidad los edificios según su uso y últimamente se aplican los adelantos y nuevos conocimientos de la ingeniería para contar con el máximo de comodidad, entre ellos se tienen instalaciones para el abastecimiento de agua e instalación de redes para el desalojo de "aguas usadas" (negras o residuales) y de las aguas de lluvia (pluviales). lo anterior además redundo en la protección de la salud de los ocupantes, debido a que pueden 1° Contar con agua de calidad potable, en el momento que se necesita, en el lugar adecuado y en cantidad suficiente 2° Desalojar en forma adecuada la "excreta humana" evitando su contacto con las personas, alimentos, la fauna transmisora, el agua y el suelo, evitando que se contaminen y 3° Desalojar el agua de lluvia, evitando encharcamientos y criaderos de mosquitos molestos y transmisores de enfermedades.

Para lo anterior la ingeniería ha establecido métodos de diseño y de cálculo que permiten instalar estos servicios de manera adecuada y eficiente, además se han incorporados otros adelantos requeridos actualmente en el hogar, como ejemplos tenemos estufas, calentadores y otros aparatos que utilizan gas LP o natural, también equipos de bombeo que se instalan en los edificios para abastecer y distribuir agua en la cantidad y la presión requerida ya sea en forma directa, bombeo programado o con tanque hidroneumático.

Este libro muestra la aplicación de la Ingeniería Sanitaria en las instalaciones hidráulicas y sanitarias además sirve de apoyo para la asignatura de "Instalaciones en Edificaciones" que se imparte en la carrera de Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. como Tema Especial, por otra parte, se pretende tocar estos temas, presentando en algunos casos diferentes métodos de aplicación en una forma que se considera didáctica y práctica, como principio básico se toman en consideración las normas oficiales y las costumbres existentes en nuestro país; en algunos casos se proponen simplificaciones a los métodos que se utilizan comúnmente.

Como apoyo a la futura práctica profesional y considerando que algunas personas encuentran dificultad para entender y aplicar algunos procedimientos, se presentan ejemplos que se consideran ilustrativos para comprender el diseño las instalaciones hidráulicas (agua fría y agua caliente), las de alcantarillado (sanitario y pluvial) y las de gas (LP y Natural).

CONTENIDO

CAPITULO	TEMA
CAPITULO 1	GENERALIDADES
CAPITULO 2	INSTALACIONES DE AGUA, REGLAMENTACIÓN Y DATOS BÁSICOS
CAPITULO 3	HERMETICIDAD, TINACOS Y CISTERNAS
CAPITULO 4	DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA
CAPITULO 5	BOMBEO, PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO Y RIEGO DE JARDINES
CAPITULO 6	DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE
CAPITULO 7	DRENAJE SANITARIO
CAPITULO 8	DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES
CAPITULO 9	INSTALACIONES DE GAS
CAPITULO 10	DISPOSICIÓN INDIVIDUAL DE AGUAS RESIDUALES
CAPITULO 11	ANEXOS

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 cuáles 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
 - Bocuillas
- Vapor
- Alberca

- Fuentes ornamentales
- Refrigeración
- Aire acondicionado

- 2 - FILTRO DOMESTICO
- 3 - AGUAS RESIDUALES O NEGRAS
- 4 - LETRINAS
- 5 - FOSAS SEPTICAS
- 6 - AGUA DE LLUVIA
- 7 - TANQUE DE TORMENTAS
- 8 - ESPECIALES (Instituciones de salud)
 - Oxido Nitroso
 - Oxígeno
 - Aire a presión
 - Aire a succión
 - Inclinación:

9 - COMBUSTIBLE (DIESEL O PETRÓLEO)

- 10 - GAS L.P. O NATURAL
- 11 - AIRE ACONDICIONADO
- 12 - BASURAS
- 13 - ELECTRICIDAD
- 14 - TELEFONIA
- 15 - INTERFONO
- 16 - ELEVADORES
- 17 - ESCALERAS ELÉCTRICAS
- 18 - ACÚSTICA
- 19 - PORTERO ELECTRICO
- 20 - PERIFONEO
- 21 - RED COMUNICACION INTERNA
- 22 - TELEVISION
- 23 - SONIDO AMBIENTAL
- 24 - RED DE COMPUTO
- 25 - PARARRAYOS
- 26 - SEÑALIZACION AÉREA

12 DEFINICIONES

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

- A. AGUA
- ADEMÁS - Apuntalar, entibar en excavaciones.
- ABIÓTICO - Que no tiene vida
- AERÓBOS - Series microscópicas que necesitan de oxígeno para vivir.
- AIREAR - Poner en contacto con el aire.
- ALBANAL - Conducto de desagüe de las aguas residuales de un predio a la red

- de alcañalado
- Alujibé - Depósito natural o artificial que recibe y almacena agua de lluvia.
- ANAERÓBIOS - Seres microscópicos que no necesitan el oxígeno libre para sus procesos vitales
- ATARJEJA - 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 subdistribuidores
- ENTARQUEJAR - Inundar un terreno
- FOSA SÉPTICA - Depósito artificial que recibe el efluente procedente de los albañales en localidades que no existe sistema de alcantarillado, la cual representa un tratamiento.
- LETRINA - 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 manosteria 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
- COMSUSTIBLE - 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
- INFLAMABLE - Sustancia o material que hace combustión fácilmente
- HIROCARBUROS - 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

I.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.

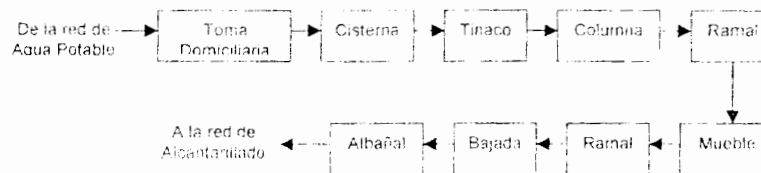
Las instalaciones de gas abastecidas en forma continua permiten que los habitantes puedan contar con alimentos calientes, preparados, hervir la leche y el agua, bañarse con agua caliente lo que mejora la higiene personal en las zonas frías y en el invierno; al utilizar este combustible, se logra además 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).

I.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 domiciliaria 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 domiciliaria 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 1.1 Sistema hidrosanitario en edificaciones

I.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 22.50 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 ésta 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 voice 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

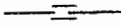
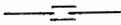
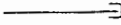
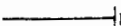

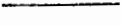






Es evidente que para dotar de inteligencia a un Edificio es necesario la colaboración y coordinación de diferentes disciplinas como son la Arquitectura, Ingeniería Civil, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Eléctrica, Diseñadores, etc., desde el inicio del proyecto, para obtener un resultado satisfactorio.

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.

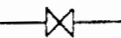
I.8 SIMBOLOGÍA



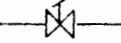

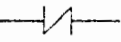
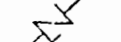

1. TUBERÍAS

- - - - -	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
— I — I —	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
	DESAGÜES INDIVIDUALES
	EXTREMIDAD DE FoFo
	DESAGÜES 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



2. VÁLVULAS

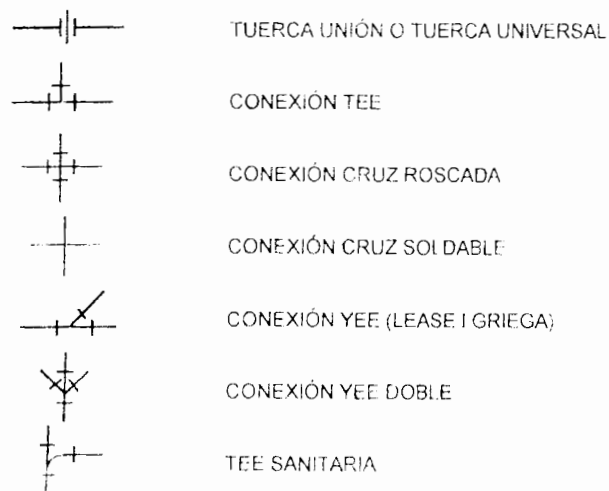
	VÁLVULA DE GLOBO (ROSCADA O SOLDABLE)
---	---------------------------------------

	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

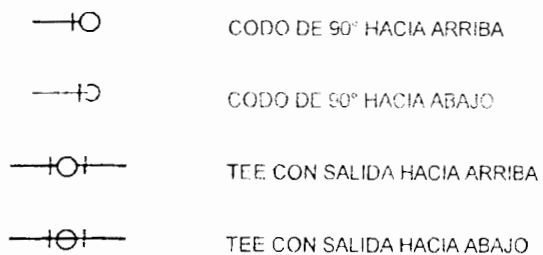
La mayoría de las personas que se inician en el conocimiento de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, tienen dificultad en la interpretación de la simbología, principalmente cuando éstas se presentan en planta y en isométrico por ello a continuación como ejercicio se presentan algunas conexiones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

3. CONEXIONES EN ELEVACIÓN

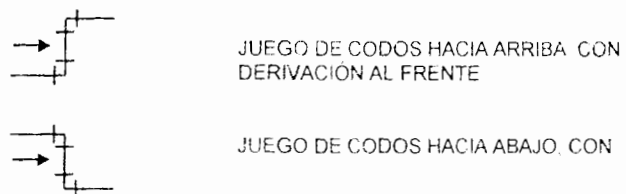
	CODO DE 45°
	CODO DE 90°



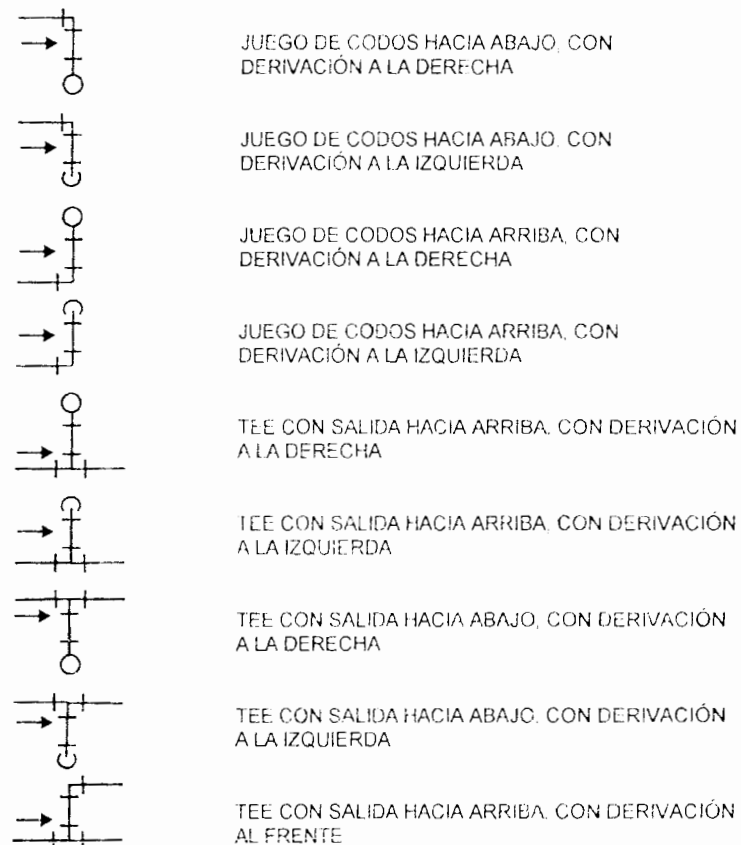
4. CONEXIONES VISTAS EN PLANTA



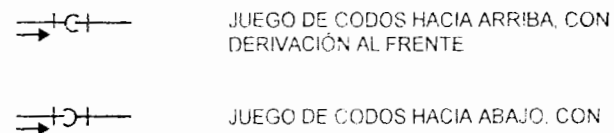
5. JUEGOS DE CONEXIONES VISTAS EN ELEVACIÓN



DERIVACIÓN AL FRENTE



6. JUEGOS DE CONEXIONES VISTAS EN PLANTA



DERIVACIÓN AL FRENTE



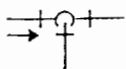
JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO, CON DERIVACIÓN A LA DERECHA



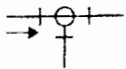
JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA, CON DERIVACIÓN A LA IZQUIERDA



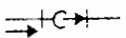
JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA, CON DERIVACIÓN A LA LA DERECHA



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



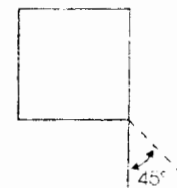
TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA, CON TAPÓN MACHO EN LA BOCA DERECHA

1.9 ISOMÉTRICO DE CONEXIONES Y JUEGOS DE CONEXIONES

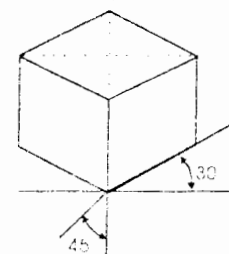
Los isométricos se levantan a 30° con respecto a una línea horizontal tomada como referencia, en tanto, el observador siempre deberá ubicarse formando un ángulo de 45° con respecto a las olas tuberías que se tomen como punto de partida para tal fin. Existen dos métodos sencillos para ayudarse a observar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

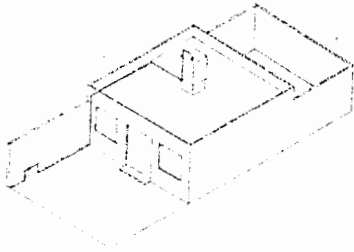
- ❖ Cuando se tienen cambios de dirección a 45°, hay necesidad de seguir paralelos a las diagonales punteadas

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

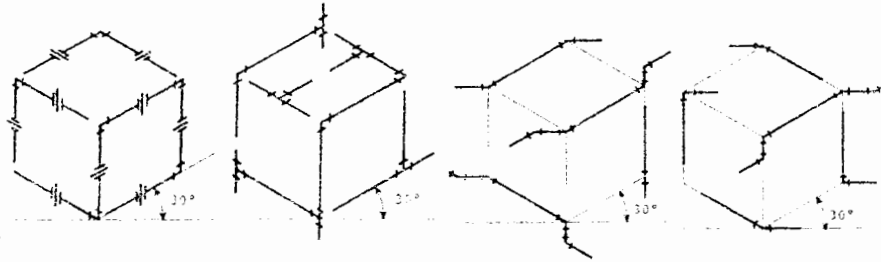
Se dibujará en isométrico la construcción en la que, para trazar el isométrico de la instalación (en este caso explicativo solo parte de la hidráulica), bastará seguir paralelas con respecto al piso, muros, azotea, limites de losas, etc

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.

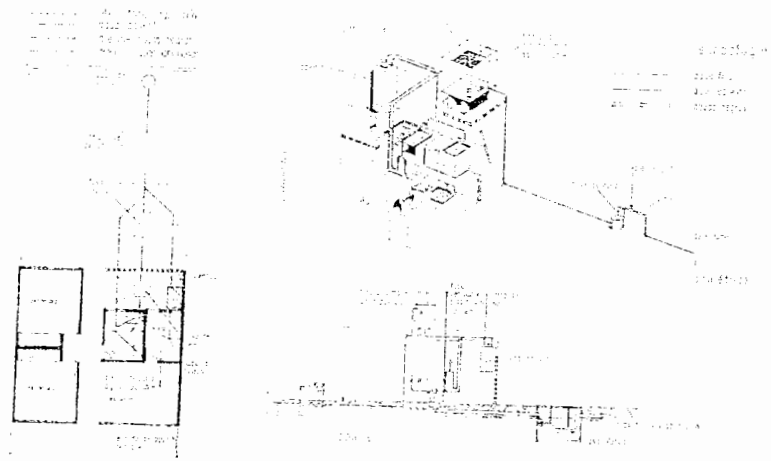
PLANTA		ISOMÉTRICO
	CODO DE 90° HACIA ARRIBA	
	CODO DE 90° HACIA ABAJO	
	TEE CON SALIDA HACIA ARRIBA	
	TEE CON SALIDA HACIA ABAJO	
	JUEGO DE CODOS HACIA ARRIBA CON DERIVACIÓN AL FRENTE	
	JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO CON DERIVACIÓN AL FRENTE	
	JUEGO DE CODOS HACIA ABAJO CON DERIVACIÓN A LA DERECHA	
	JUEGO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

A	RAMAL DE ALBAÑAL
AL	ALIMENTACIÓN
B.A.N.	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
B.A.P.	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
C.A.	CAMA DE AIRE
C.A.C.	COLUMNA DE AGUA CALIENTE
C.A.F.	COLUMNA DE AGUA FRIA
C.A.N.	COLUMNA DE AGUAS NEGRAS
C.C.	COLADERA CON CESPOL
C.D.V.	COLUMNA DOBLE VENTILACIÓN
C.V.	COLUMNA O CABEZAL DE VAPOR
D.	DESAGÜE 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.	TUBERÍA DE FIERRO FUNDIDO
Fo. Go.	TUBERÍA 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

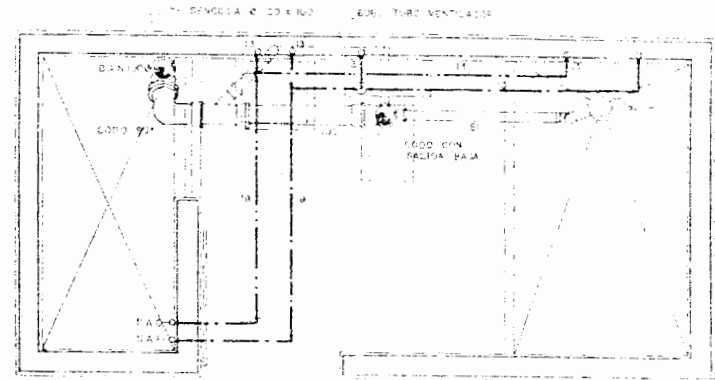
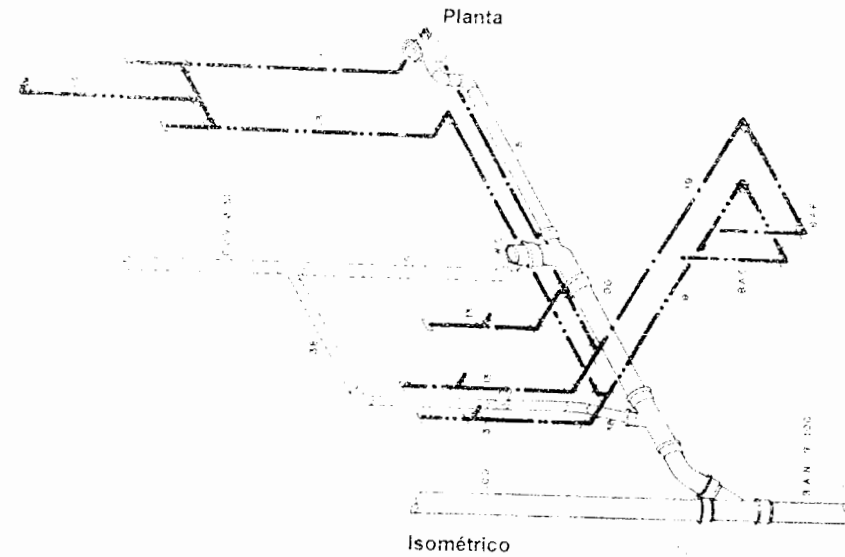
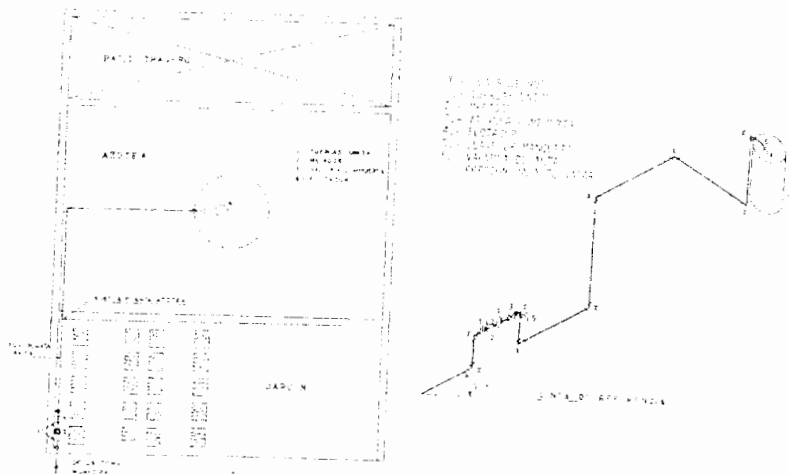
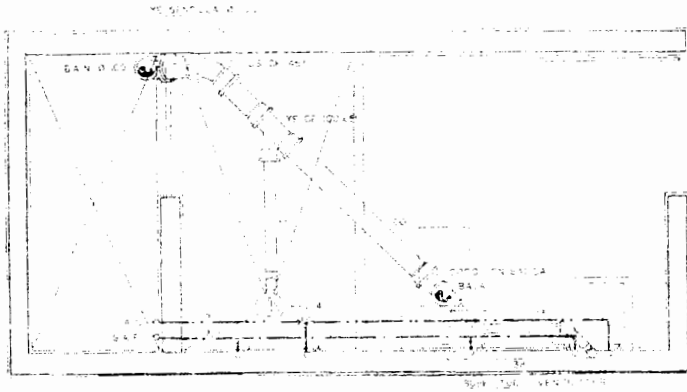


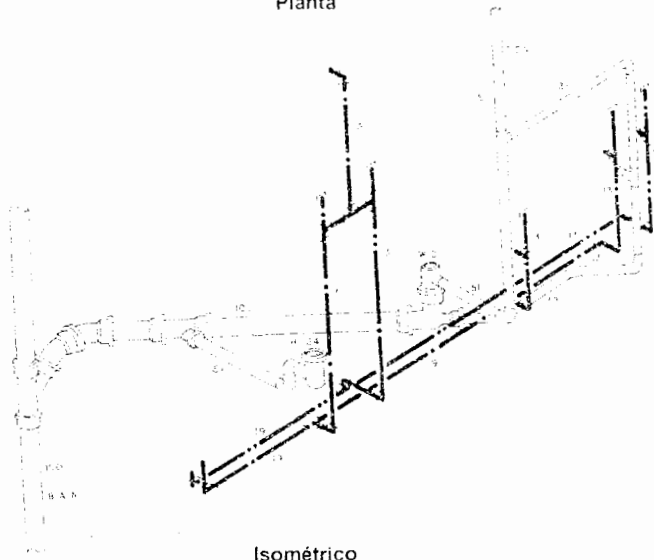
Figura 1.3 DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DE MEDIDOR Y TINACO



BAÑO TIPO

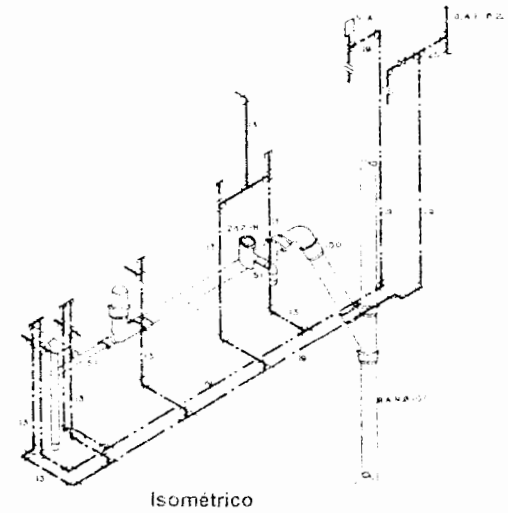
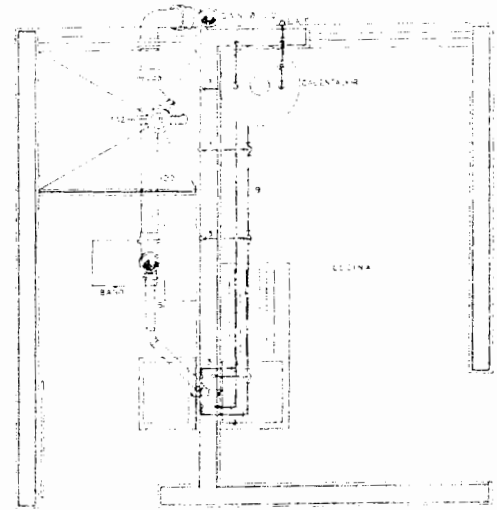


Planta



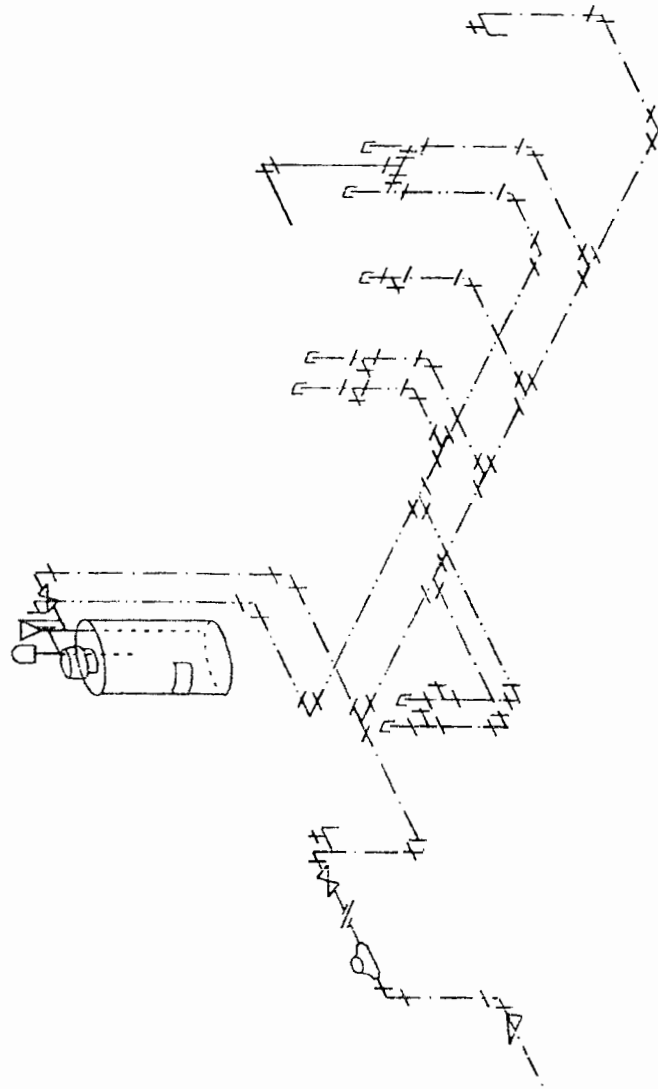
Isométrico

BAÑO TIPO



Isométrico

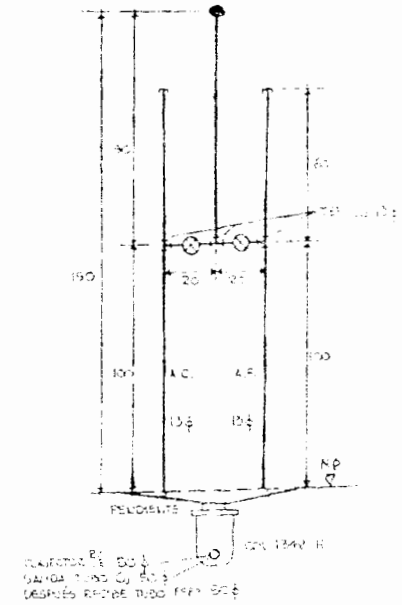
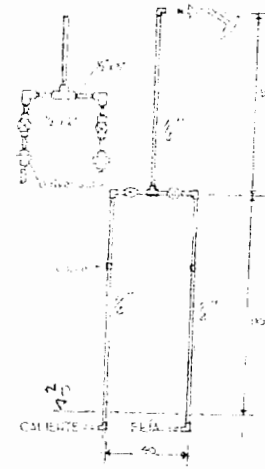
BAÑO TIPO



Isométrico
Figura 1.4 CUADRO DE REGADERA

Datos:

Presión mínima:	0.80 kg/cm ²
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 nipples 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^3), 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^3), 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 ESPECÍFICO Kg/m ³
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
Glicerina	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 LÍQUIDO", 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 puede 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 área 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 Km², m², cm², pies², pulg², etc.

P = Presión resultante, expresada en Ton./m², Kg/m², Kg/cm², lb/pie², lb/pulg², gr/cm², 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 métrico y el inglés, debido a que las instalaciones se trabajan en ambos sistemas.

PRESIÓN P = Kg/cm² ----- SISTEMA MÉTRICO

$$1.00 \text{ m} = 3.28 \text{ pies}$$

$$1.00 \text{ m}^2 = (3.28 \text{ pies})^2 = 10.75 \text{ pies}^2$$

$$1.00 \text{ Kg} = 2.2 \text{ libras}$$

$$1.00 \text{ Kg/m}^2 = \frac{2.2}{10.75} = 0.205 \text{ lb/pie}^2$$

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

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

Las unidades de presión expresadas tanto en kg/m² como en lb/pie², 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/m² se utiliza el kg/cm², cuyo valor numérico es 10,000 veces mayor.

A la presión unitaria expresada en kg/cm² 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/pie², se indica en lb/pulg² 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 pie², 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:

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

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

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

$$P_{\text{atmof.}} = 13600 \text{ kg/m}^3 \times 0.76 \text{ m}$$

$$P_{\text{atmof.}} = 10330 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\text{atmof.}} = 1.033 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$1 \text{ atm. met.} = 10.000 \text{ kg/m}^2$$

$$1 \text{ atm. met.} = 1.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ atm. met.} = 1.00 \frac{2.2}{(0.3937)^2} \cdot \frac{1.00 \times 2.2}{0.155}$$

$$1 \text{ atm. met.} = 14.2 \text{ lb/pulg}^2$$

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 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

$$10 \text{ m. DE COLUMNA DE AGUA} = 10 \text{ m.c.a.} = 1.0 \text{ kg/cm}^2$$

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

MUEBLES SANITARIOS	<ul style="list-style-type: none"> - En todo edificio habrá por lo menos un excusado cuando el número de habitantes pase de 10, un excusado por cada 10. - El baño tendrá por lo menos regadera, lavabo y excusado 	<ul style="list-style-type: none"> - Viviendas con menos de 45 m² excusado, regadera y uno más entre lavabo, fregadero o lavadero. - Viviendas con más de 45 m², excusado, regadera, lavabo, lavadero y fregadero. - Los demás casos de acuerdo a las normas T.C - Excusados, descarga máxima de 6 lts. mingitorios y regaderas 10 lts/min los otros muebles tendrán llaves que no consuman más de 10 lts/min
DESAGUES	<ul style="list-style-type: none"> - El desagüe de tinajas, regaderas, bidets y lavadoras contarán con obturador tipo bote. Lavabos y vertederos tendrán sifón hidráulico y ventilación. - Los fregaderos de cocinas colectivas tendrán trampa de grasas. - Albañales 15 cm de diámetro mínimo y a un metro de muros. - Conductos de desagüe no menor de 32 mm, pendiente de 2% hasta 76 mm y 1.5% en diámetros mayores. - Registros a 10 metros máximo, en cambios de dirección y en cada conexión con ramal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ramales con diámetro mínimo 32 mm y no inferior al desagüe del mueble - Pendiente mínima 2%. - Albañales diámetro mínimo 15 cm y pendiente mínima 2%. - 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 - Talleres y gasolineras instalarán trampas de grasas - Estacionamientos tendrán desarenadores
FOSAS SEPTICAS	<ul style="list-style-type: none"> - Solo podrá autorizarse para edificios que se encuentren fuera del perímetro de la red. - Describe las condiciones que deberá llenar 	<ul style="list-style-type: none"> - Donde no exista alcantarillado - En ellas descargarán solamente aguas negras de excusados y mingitorios - Descargas de fregaderos deberán contar con trampas de grasa
AGUA DE LLUVIA	<ul style="list-style-type: none"> - Prohibido gárgolas o canales que descarguen desde azoteas. - Las bajadas se conectarán al albañal por medio de sifón o coladera de obturación hidráulica a prueba de roedores 	<ul style="list-style-type: none"> - Queda prohibido el uso de gárgolas o canales que descarguen a chorro fuera de los límites propios de cada predio.

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 deterioros 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 pasara a través de paredes, divisiones, puertas, ventanas o pisos, ni quedarán ocultas.</p> <p>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:

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

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.

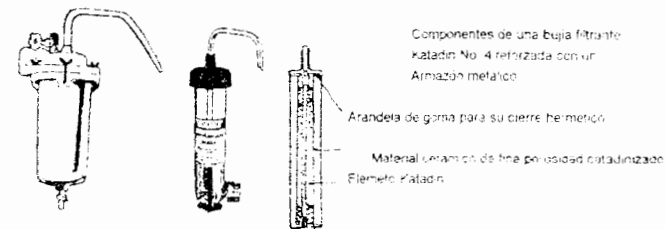


Figura 2.1 Filtros doméstico

2.5 TUBERIAS

Tuberías de cobre

Las tuberías de cobre son fabricadas por extrusión y estriradas 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 (tomas domiciliarias, calefacción, refrigeración, etc.). Es el tipo de tubería autorizado para instalaciones domiciliarias de gas. Se identifica por el color azul y se fabrica en diámetros 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 lb/pulg ²	PRESION CONSTANTE lb/pulg ²	FLUJO FN
pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	Kg/m	lb Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	gpm l/min
1/4	0.875	0.325	0.025	0.107	2.132	6133	1225	---
3/8	0.875	0.255	0.035	0.159	0.958	431.15	86.16	---
1/2	0.875	0.450	0.025	0.145	2.903	4500	900	2.247
3/4	1.315	1.140	0.035	0.215	1.318	315.35	53.27	8.507
1	1.315	0.565	0.025	0.204	4.055	4032	800	4.064
1 1/4	1.675	1.453	0.111	0.304	1.854	293.45	58.69	15.382
1 1/2	0.875	0.811	0.032	0.328	6.586	329*	658	10.656
1 3/4	2.225	2.059	0.812	0.486	2.981	231.35	46.25	40.332
2	1.125	1.055	0.035	0.405	9.310	2880	580	21.970
2 1/2	2.875	2.797	0.889	0.593	4.227	196.84	39.36	83.180
3	1.375	1.291	0.042	0.683	13.656	2749	550	39.225
3 1/2	3.425	3.279	1.067	1.016	6.200	193.25	38.66	148.580
4	1.625	1.527	0.049	0.841	18.821	2713	542	62.335
4 1/2	4.125	3.875	1.245	1.400	8.545	190.72	38.10	235.940
5	2.125	2.009	0.058	1.461	29.233	2470	491	131.000
5 1/2	5.075	5.029	1.473	2.176	13.272	173.55	34.51	195.860
6	2.625	2.495	0.065	2.232	49.547	2226	445	231.461
6 1/2	6.675	6.373	1.651	3.225	18.464	156.52	31.26	976.010
7	3.125	2.961	0.072	2.683	53.667	2073	414	375.189
7 1/2	7.675	7.571	1.889	3.994	24.363	145.73	29.12	1420.090
8	4.125	3.935	0.095	4.605	93.310	2072	414	739.395
9	10.125	9.949	1.413	6.245	42.363	145.55	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/pie	PESO POR TRAMO	PRESION MÁXIMA	PRESION CONSTANTE	FLUJO EN:
pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	Kg/m	lb Kg	lg/pulg ² Kg/cm ²	lb/pulg ² Kg/cm ²	gpm l/min
3/8	0.875	0.715	0.030	0.126	2.524	7200	1440	---
6.35	9.525	8.001	0.762	0.187	1.146	509.16	10123	---
3/8	0.500	0.430	0.035	0.156	3.935	6300	1260	1.873
9.5	12.700	10.922	0.899	0.295	1.800	442.89	8857.7	7.089
1/2	0.825	0.645	0.040	0.285	5.705	5700	1140	3.565
12.7	19.825	13.843	1.016	0.424	2.590	404.92	8098	13.493
3/4	0.875	0.788	0.045	0.455	9.110	4632	926	9.600
19	22.225	19.939	1.143	0.678	4.136	325.62	6512	36.376
1	1.125	1.025	0.050	0.655	13.114	4000	800	19.799
25	28.575	25.036	1.270	0.979	5.964	281.20	5624	79.940
1 1/4	1.375	1.265	0.055	0.885	17.700	3600	720	35.048
32	34.925	32.231	1.397	1.317	8.036	253.08	5061	132.060
1 1/2	1.625	1.505	0.060	1.143	22.628	3300	660	55.158
38	41.275	38.227	1.524	1.568	10.363	243.60	4872	212.560
2	2.125	2.025	0.070	1.752	35.042	2955	593	119.098
51	53.875	50.419	1.778	2.608	15.929	206.43	4128	459.790
2 1/2	2.625	2.465	0.090	2.483	49.658	2742	548	214.296
64	66.675	62.911	2.032	3.695	23.548	192.76	3855	811.120
3	3.125	2.945	0.090	3.332	98.645	2500	500	347.397
78	79.375	74.803	2.296	4.067	30.257	183.21	3664	1314.000
4	4.125	3.905	0.110	4.586	107.729	2400	480	747.627
102	104.775	99.187	2.754	6.017	46.009	159.72	3194	2829.770
6	6.125	5.845	0.140	10.216	234.357	2000	400	---
152	152.575	146.463	3.556	15.209	52.778	140.60	2812	---

Características de los tubos de cobre tipo "K" (tramo 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	lg/pulg ² Kg/cm ²	lb/pulg ² Kg/cm ²	gpm l/min
3/8	0.800	0.402	0.049	0.269	5.385	8320	1764	6.540
9.5	12.700	10.210	1.245	0.400	2.445	420.04	124.00	1.754
1/2	0.825	0.627	0.049	0.344	6.690	7060	1411	12.507
12.7	19.825	13.385	1.245	0.512	3.128	406.03	99.19	3.304
3/4	0.875	0.745	0.065	0.640	12.813	6685	1337	32.594
19	22.225	19.923	1.651	0.954	5.817	459.95	9199	8.811
1	1.125	0.995	0.065	0.840	16.799	5200	1040	75.042
25	28.575	25.273	1.651	1.250	7.627	209.00	73.11	19.876
1 1/4	1.375	1.245	0.065	1.041	20.934	4360	872	132.270
32	34.925	31.623	1.651	1.543	9.454	293.47	5869	34.940
1 1/2	1.625	1.481	0.072	1.361	27.291	3938	787	212.240
38	40.940	37.617	1.629	2.026	12.363	280.35	5607	58.024
2	2.125	1.959	0.080	2.062	41.249	3518	703	454.800
51	53.975	49.153	2.109	3.070	18.727	247.10	4942	120.168

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

MEDIDA NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR	DIÁMETRO INTERIOR	GRUESO PARED	PESO lb/pie	PESO POR TRAMO
pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	Kg/m	lb Kg
1 1/4	1.375	1.290	0.040	0.651	13.020
32	34.925	32.893	1.016	0.969	5.912
1 1/2	1.625	1.541	0.042	0.810	16.213
38	41.275	39.141	1.067	1.208	7.361
2	2.125	2.041	0.042	1.060	21.335
51	53.975	51.841	1.067	1.587	9.026
3	3.125	3.035	0.045	1.690	33.801
78	79.375	77.088	1.143	2.515	13.346
4	4.125	4.009	0.058	2.876	57.528
102	104.775	101.829	1.470	4.281	26.118
5	5.125	4.981	0.072	4.436	88.729
127	130.175	126.517	1.829	6.601	40.283

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	Pul	Mm	Pulg		
3.175	1/8	1.60	0.065	0.762	0.30	0.935	10
4.763	3/16	3.24	0.127	0.762	0.30	1.556	10
6.350	1/4	4.83	0.190	0.762	0.30	2.171	9
7.938	5/16	6.32	0.243	0.182	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	0.869	0.35	8.261	2

Tuberías de hierro galvanizado.

DIÁMETRO		PESO	ESPESOR EN	ROSCA (NUMERO DE HILOS POR PULGADA)
PULGADAS	MILIMETROS	(kg/m)	MILIMETROS	
1/2	12.7	1.290	2.77	14
3/4	19.1	1.729	2.87	14
1	25.4	2.370	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 ²	DIÁMETRO INTERIOR mm	DIÁMETRO EXTERIOR Mm
VERDE	AGUA FRIA	- 40 A 60	10	12	16
				18	20
				20	25
				10	14
ANARANJADO	AGUA CALIENTE	- 40 A 62	10	12	16
				18	20
				20	25
				10	14
NEGRO	INSTALACIONES EXPUJESTAS CONTINUAMENTE AL SOL	- 40 A 27	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
EVACUADORES	Retretes y mingitorios
LIMPIEZA DE OBJETOS	Fregaderos y lavaderos
HIGIENE	Tinas, lavabos, regaderas y bidé

Cantidad mínima 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 mínimos para el número de muebles y aparatos sanitarios, el Reglamento de Construcciones establece los mínimos, según el uso del predio, lo que se presenta en la siguiente tabla:

REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SERVICIOS SANITARIOS (RCDF)

Tipología	Magnitud	Escusados	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.H. BAÑOS PUBLICOS	Hasta 4 unidades	1	1	2
	De 5 a 10	2	2	1
	De 11 a 20	3	3	4
	De 21 a 50	4	4	8
	Cada 50 adicionales o fracción	3	3	4
II.3. SALUD	Salas de espera			
	Hasta 100 personas	2	2	---
	De 101 a 200	3	2	---
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	---
	Cuartos de camas:			
	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
IV. RECREACIÓN	Entretamientos			
	Hasta 100 personas	2	2	---
	De 101 a 200	4	4	---
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	---
	Deportes y Recreación			
	Canchas y centros deportivos			
	Hasta 100 personas	2	2	2
	De 101 a 200	4	4	4
	Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	2
	Estadion			
Hasta 100 personas	2	2	---	
De 101 a 200	4	4	---	
Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	---	
V. ALIMENTACIÓN	Hasta 10 sillas/platos	1	1	1
	De 11 a 20	2	2	2
	Cada 20 adicionales o fracción	1	1	1
VI. SEGURIDAD	Hasta 10 personas	1	1	1
	De 11 a 20	2	2	2
	Cada 20 adicionales o fracción	1	1	1
VII. SERVICIOS PUNTAEROS	Funerarias y velatorios			
	Hasta 100 personas	2	4	---
	De 101 a 200 personas	4	4	---
	Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	---
VIII. COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	Estacionamientos			
	Empresados	1	1	---
	Públicos	2	2	---
	Terminales y estaciones de transporte			
	Hasta 100 personas	2	2	1
	De 101 a 200	4	4	2
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	1
	Comunicaciones			
	Hasta 100 personas	2	2	---
	De 101 a 200	3	2	---
Cada 100 adicionales o fracción	2	1	---	

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	5	3	3
	Otras Industrias, almacenes y bodegas			
	Hasta 25 personas	2	1	1
	De 26 a 50	3	2	2
	De 51 a 75	4	3	2
De 76 a 100	5	3	3	
Cada 100 adicionales o fracción	3	2	2	
IX. ESPACIOS ABIERTOS	Jardines y parques			
	Hasta 100 personas	2	2	---
	De 101 a 400	4	4	---
Cada 200 adicionales o fracción	1	1	---	

En edificios de oficinas los sanitarios se proporcionan para empleados y público en partes iguales, de acuerdo con las cantidades indicadas.

En los baños públicos y en deportivos al aire libre se deberá contar, además, con un estero, canchales o similar por cada usuario.

En baños de apoyo de alta calidad se deberán instalar, además, los regadores de agua caliente y fría y lava de personas.

- V. Los lavabos de 1.15 m y regadores, cuando fuera la tabla de la fracción anterior, se distribuirán por partes iguales en locales separados para hombres y mujeres. En los casos en que se constatare el predominio de un sexo sobre el otro, los usuarios podrá hacerse la proporción equitativa, señalándolo así en el proyecto.
- VI. En el caso de locales sanitarios para hombres será obligatorio agregar un megatubo para locales con un máximo de dos excusados. A partir de locales con tres excusados, podrá sustituirse uno de ellos por un megatubo, sin necesidad de recalcular el número de excusados. El procedimiento de sustitución podrá aplicarse a locales con mayor número de excusados, pero la proporción entre ellos y los megatubos no excederá de uno a tres.
- VII. En las edificaciones, excepto de habitación y alojamiento, deberán contar con botelleros o con depósitos de agua potable en proporción de uno por cada treinta asientos o fracción que exceda de quince, o uno por cada cien usuarios, según sea el caso.
- VIII. En industrias y lugares de trabajo donde el trabajador esté expuesto a contaminación por elementos o materiales irritantes o en otros casos, se colocará en la atmósfera un por cada diez personas.
- IX. En los aseos para mujeres se deberá tener las siguientes dimensiones mínimas (en metros):

		Frente (m)	Fondo (m)
Uso de diseñados y baños en cuartos de hotel	Excusado	0.70	1.05
	Lavabo	0.70	0.70
	Regadera	0.70	0.70
Baños en baños	Excusado	0.75	1.10
	Lavabo	0.75	0.90
	Regadera	0.80	0.90
	Regadera a presión	1.20	1.20

En baños y sanitarios un 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 uno o más usuarios.

- X. En los sanitarios de uso público indicados en la tabla de la fracción IV se debían presentar, por lo menos, un espacio para excusado de cada diez (10) sanitarios, a parte de excuso, 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 parrillantes 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 60 metros para acceder a ellos.
- XII. Los sanitarios deberán tener pisos impermeables y antiderrapantes y los muros de las regaderas deberán tener materiales impermeables hasta una altura de 1.50 m., y
- XIII. El acceso a cualquier sanitario de uso público se hará de tal manera que al abrir la puerta no se tenga la vista a regaderas, excusados y mingitorios.

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
Lavato	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 retrosfonaje.

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.).

Quando 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.
Ejemplos

- 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 ² /dia 70 l/empleada/dia 6 l/m ² /dia	A, c
II.2 COMERCIO	Locales comerciales	6 l/m ² /dia	a
	Mercados	100 l/puesto/dia	a
	Baños públicos	300	b
	Lavanderia de autoservicio	l/bañista/regadora/dia 40 l/kilo de ropa seca	---
II.3 SALUD	Hospitales, clinicas y centros de salud	800 l/cama/dia	a, b, c
	Orfanatos y asilos	300 l/huésped/dia	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/funcion	---
	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
II.6 ALOJAMIENTO	Estadios	10 l/asistente/dia	a, c
	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 ² /dia	---
III. INDUSTRIA	Industria donde se manipulen materiales u sustancias que ocasionen manifiestos desaseo	100 l/trabajador	---
	Industria desaseo	30 l/trabajador	---
	Otras industrias	---	---
IV. ESPACIOS ABIERTOS	Jardines y parques	5 l/m ² /dia	---

- a) Las necesidades de nego se considerarán por separado a razón de 5 l/m²/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 por un sistema 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 previsto de una tuerca universal (de unión), y
9. Llave de globo.

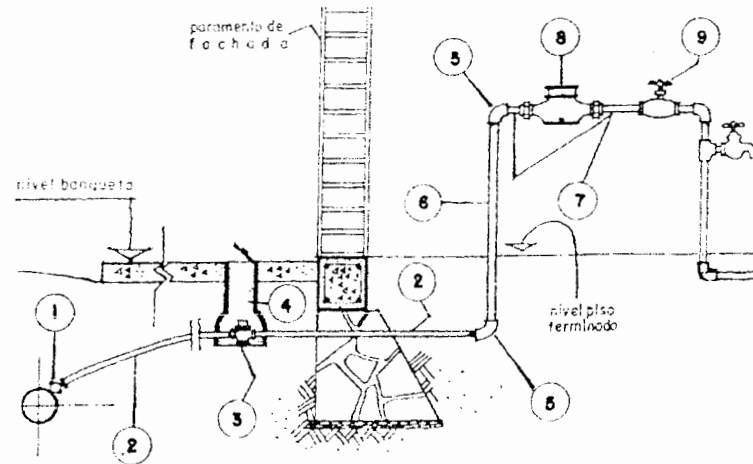


Figura 2.2 Toma domiciliaria tipo

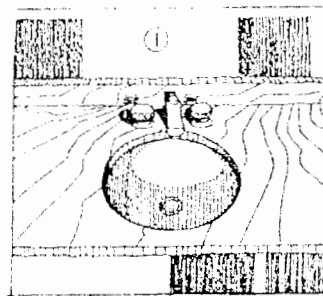
FIGURAS DE MUEBLES SANITARIOS



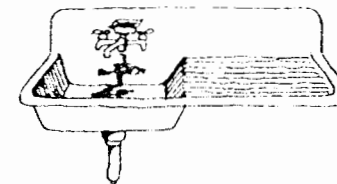
w.c. con depósito



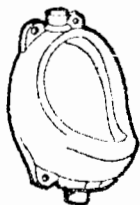
w.c. con fluxómetro



lavabo con cubierta amplia



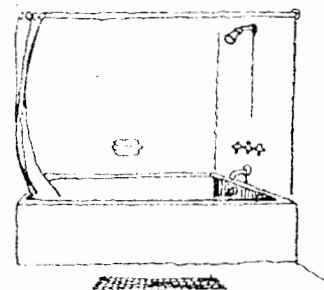
fregadero



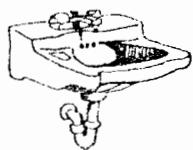
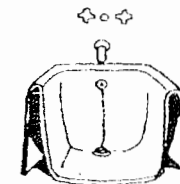
mingitorio



vertedero



tina



empotrado o en patas

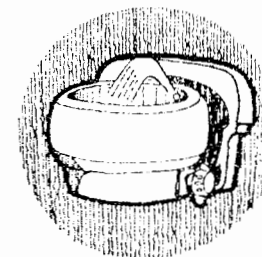
Lavabos



de pedestal



bidé

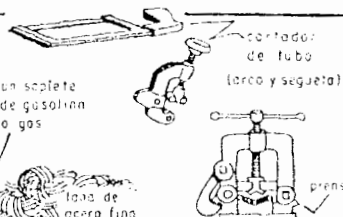
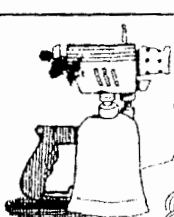
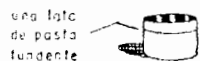


bebedero

2.8 CONEXIONES EN TUBERIAS

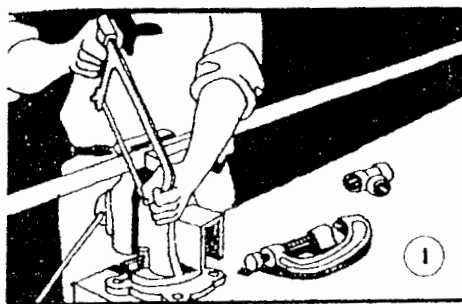
1. COBRE RIGIDO

material necesario:



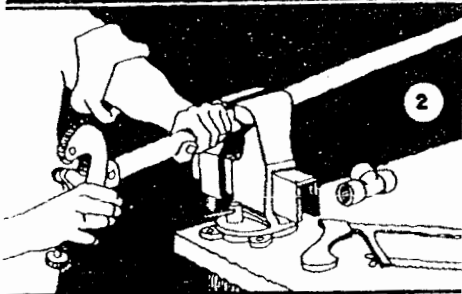
1.1 CORTE CON:

- 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



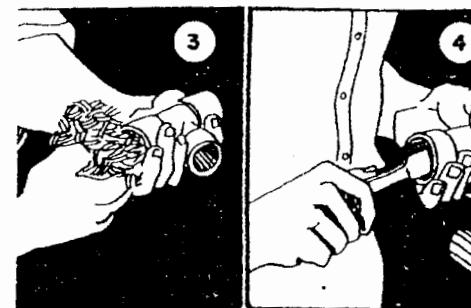
1. COBRE RIGIDO (CONTINUACIÓN)

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

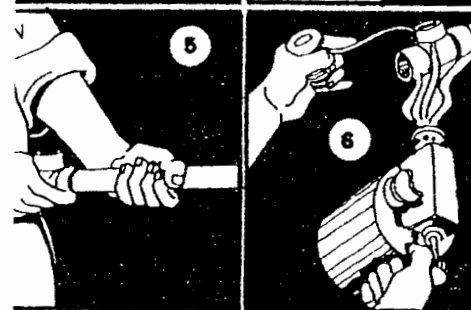


1.5 INTRODUCCION TUBO-CONEXIÓN

- Tubo hasta el tope
- Girar conexión ambas Direcciones

1.6 APLICACION FLAMA

- En la conexión
- Nunca en el tubo

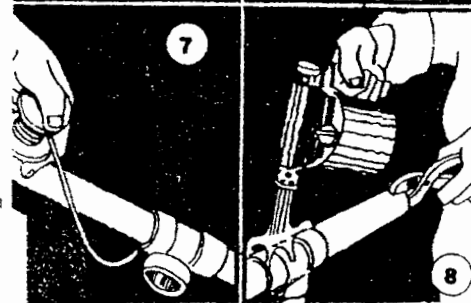


1.7 APLICACIÓN SOLDADURA

- 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

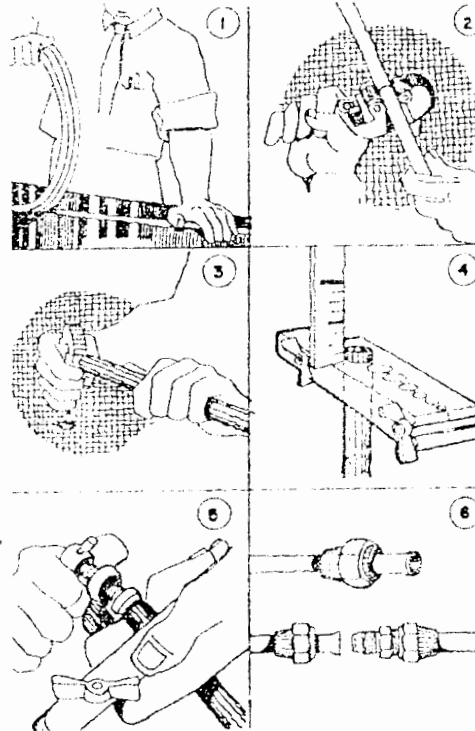
- Extremo de Tubo en orificio adecuado
- Sobresalga 1/8" sobre el "bloque"

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

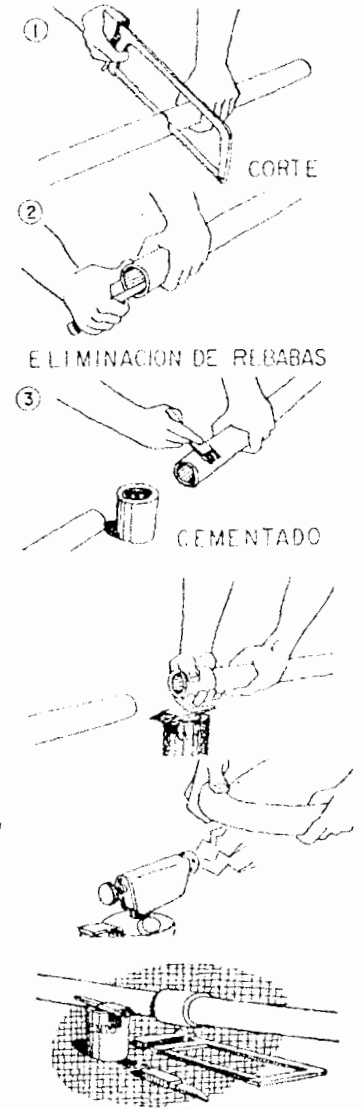
- Záfese unión inmediatamente
- Aplíquese varias capas
- Esperar secado de cada capa

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/cm²).

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 está graduada en kg/cm² o su equivalencia en libras/pulg².

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/cm² (99.4 a 113.6 libras/pulg²) 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/cm².

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

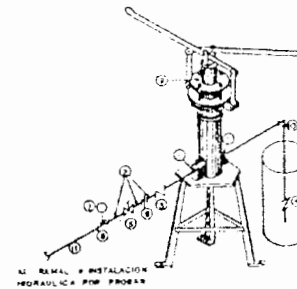
En la práctica, siempre se ha considerado que el tiempo de prueba especificado por el Reglamento es demasiado, porque al realizarse a tubo lleno, la estopa alquitranada y el material se empiezan a humedecer, lo que origina una disminución en el nivel tomado como referencia.

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 W.C.

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 MANOMETRO Y LINEA POR PROBAR)
7. 1 FUERZA UNIVERSAL
8. 1 MANOMETRO
9. 1 TEE
10. 1 PISTON 2 1/4" RECORRIDO 8"
11. TOMA 1/2"
12. DESCARGA 1"



DETALLE DEL EMBOLO

1. EMBOLO TUBO DE COBRE φ9.5 mm
2. TAPON CAPA COBRE φ 9.5 mm
3. MONEDA DE COBRE DE 20 CTVS. O PIEZA DE COBRE DE IGUAL DIAMETRO

ARMADA EN OBRA

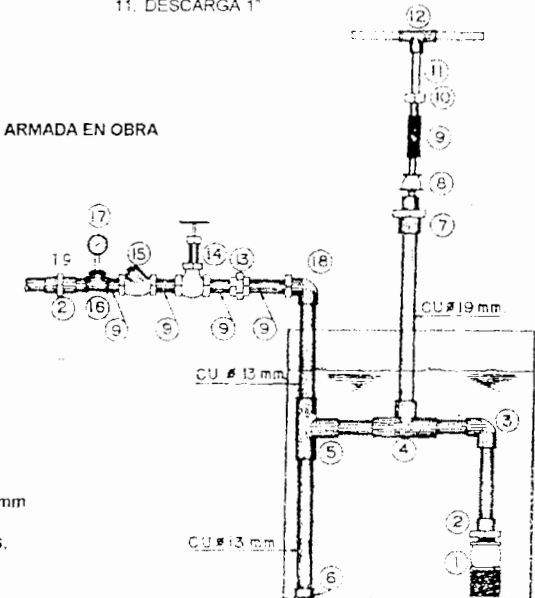


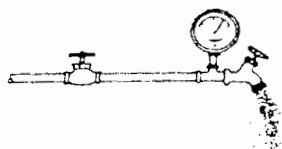
Fig. 3-1 Bombas de prueba de fábrica

MATERIALES PARA EL ARMADO DE LA BOMBA DE PRUEBA

1. PICHANCHA CHECK ϕ 13 mm
2. CONECTOR DE PRUEBA CUERDA EXTERIOR ϕ 13 mm
3. CODO DE COBRE ϕ 13 x 90°
4. TEE DE COBRE ϕ 13 x 13 x 19 mm
5. TEE DE COBRE ϕ 13 mm
6. TAPON CAPA DE COBRE ϕ 13 mm
7. CONECTOR DE COBRE CUERDA EXTERIOR ϕ 19 mm
8. REDUCCIÓN CAMPANA GALV. ϕ 19 x 13 mm
9. NIPLE GALV. DE CUERDA CORRIDA ϕ 13 mm
10. TUERCA DE ESTÓPERO PARA ALIMENTADOR DE LAVABO
11. TUBO DE COBRE (EMBOLO) ϕ 9.5 MM
12. TEE DE COBRE ϕ 9.5 mm
13. TUERCA UNION GALV. ϕ 13 mm
14. VÁLVULA DE COMPUERTA ROSCADA ϕ 13 mm
15. VÁLVULA CHECK DE COLUMPIO ϕ 13 mm
16. TEE GALV. ϕ 13 mm
17. MANOMETRO ESCALA DE 0 A 10 kg/cm²
18. CODO DE COBRE CON CUERDA INTERIOR ϕ 13 mm
19. REDUCCIÓN BUSHING GALV. ϕ 1/2" A 1/4"

Presión de Flujo

Ejemplo de cómo 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 DEPOSITOS 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** ($Q_{M.D} = Q_{M.D} \times \text{Coef. variación diaria}$), 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** ($Q_{M.H} = Q_{M.D} \times \text{coef. Var. Diaria} \times \text{coef. Var. Horaria}$), según el RCDF.

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

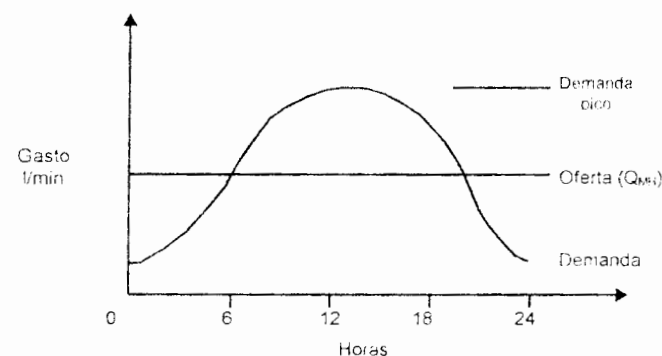


Fig. 3.2 Regularización diaria de la red hidráulica mediante el tinaco

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.

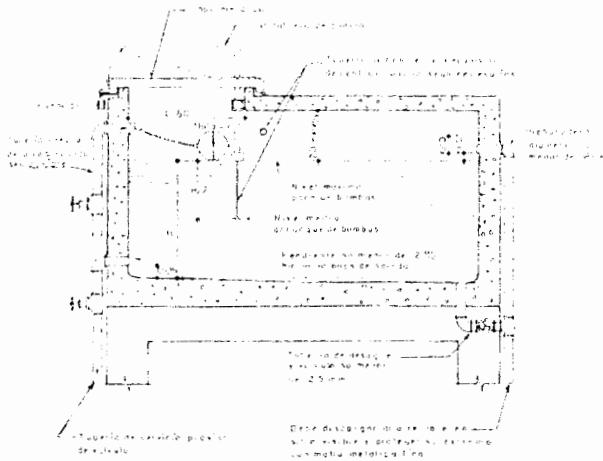


Fig. 3.3 Instalaciones en un tinaco construido de mampostería

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

Esféricos asb-c
1600, 2500 y 3000 lts

Esféricos 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 X 2 + 1 = 3 personas
- Para 2 Recámaras = 2 X 2 + 1 = 5 personas
- Para 3 Recámaras = 3 X 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 X 2 + 1) = 9 personas
9 x 150 = 1300 litros/día

Para 5 recámaras = (5 X 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 X 2 + 1 = 7
 Total litros = 7 X 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

$$Q_{md} = \frac{\text{Habitantes} \times \text{Dotación} (\text{l}/\text{hab}/\text{día})}{96.400 (\text{segundos}/\text{día})}$$

- 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_{ms} (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

$$Q_{toma} = \frac{(Q_{md} \text{ o } Q_{ms}) \times 24}{\text{No. horas de servicio}}$$

- 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: $A = \frac{Q_{md}}{V}$ y $D = \sqrt{\frac{4(Q_{md})}{\pi \cdot V}}$; 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 lt/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 lt/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

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

$$\text{Gasto máximo diario} = 0.1216 \times 1.2 = 0.14592 \text{ lt/seg}$$

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

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

$$d = \sqrt[4]{\frac{A}{0.785}} = \sqrt[4]{\frac{0.0001459}{0.785}} = 0.013m$$

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

2º. Solución, para suministro de 12 horas

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

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

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

$$A = \frac{0.29184}{100 \times 1000} = 0.0002918 m^2$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{0.0002918}{0.785}} = 0.01928 m$$

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

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.

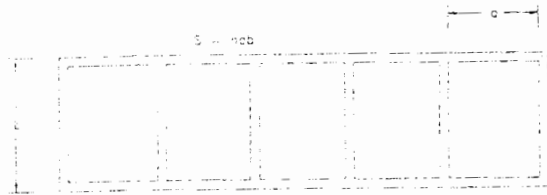
c) En el caso de cisternas enterradas, se evitará el contacto con las aguas freáticas y se tratará de mantener una separación no menor de 3 metros de fosas sépticas o de albañales de aguas negras que no sea de tubería impermeable, en caso contrario, es suficiente una distancia de 0.6 metros.

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 compartimentos, 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 compartimientos, siendo cada uno de (a) metros por (b) metros, en planta que:



En el caso de que los (n) compartimientos 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:

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

Pero como $b = S/na$

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

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

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

o sea que:

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

De lo que resulta que las proporciones de cada compartimiento están en la relación:

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

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

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

Según lo anterior las proporciones óptimas de cada compartimiento, 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) compartimientos:

o bien

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

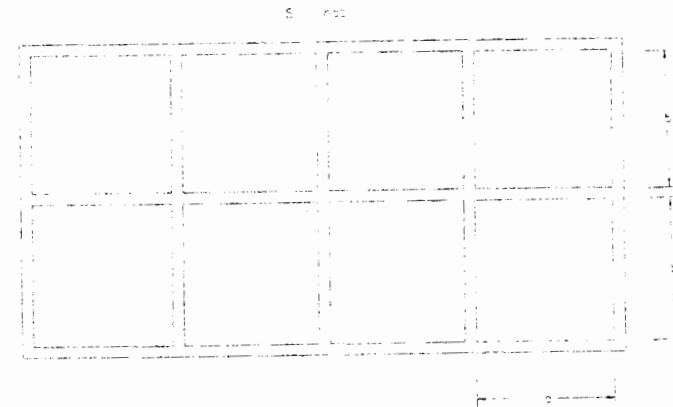
por lo que:

$$dM/db = 3s/2b + (n+2) = 0$$

$$n+2 = 3na/2b$$

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 lamina 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 m³ 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 m³ 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 deposito 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 = $2,10 M^3$

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.

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

Conociendo el volumen requerido $V = 2,10 m^3$ 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 area de la base de la cisterna, es decir:

$$A = \frac{V}{h} = \frac{2,10 m^3}{1.20 m} = 1.75 m^2$$

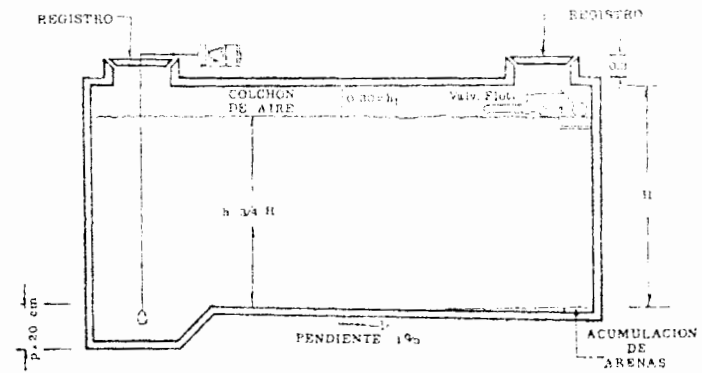


Fig 3.4 Características básicas de una cisterna

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) recámaras 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 = V₁
 $V = 250 \times 70 = 17,500 \text{ litros} = 17.5 \text{ m}^3$
 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

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

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

Gasto máximo diario

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

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

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

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

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

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 máx. 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

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.

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

$$\text{Cap. Util Cist.} = 20,563 + 10,281 + 25,200$$

$$\text{Cap. Util Cist.} = 56,044 \text{ litros} = 56 \text{ m}^3$$

También se pueden construir dos tanques de 30 m³ y de 26 m³.

EJEMPLO 4

Diseño de la cisterna en un hotel

DATOS

- SUPERFICIE - 6000 M²
- CUARTOS - 150
- DOTACION 300 lts/huesped/día
- TIEMPO DE SERVICIO 12 HORAS
- INCENDIO
 - 2 Horas hidrante = 120 minutos
 - 5 l/m² de superficie (mínimo 20 m³)

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

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

cisterna para tres días = 420 m³

+ incendio 5 lts/m² superficie (mínimo 20 m³) 6000 x 5 = 30 m³

capacidad total = 450 m³

Otra solución:

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

$$140 \text{ lts/m} \times 60 \text{ min} \times 2 \text{ hrs.} \times 2 \text{ hidrantes} = 33.6 \text{ m}^3$$

uso	420
incendio	33.6
	453.6 m ³

SE HARAN DOS CAMARAS DE 230 m³

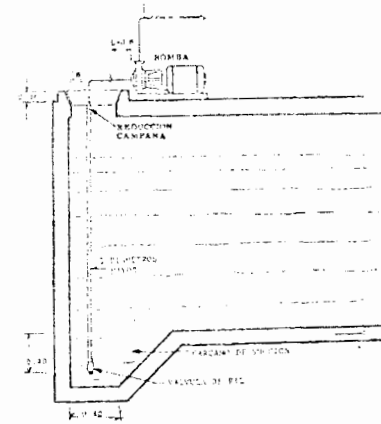


Fig. 3.5 Características constructivas de una cisterna (a)

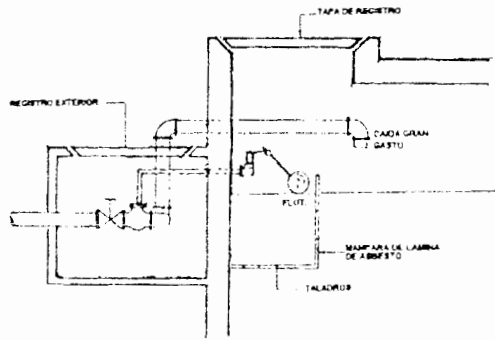


Fig. 3.5 Características constructivas de una cisterna (b)

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 zanjas 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 plafón y la losa, 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.

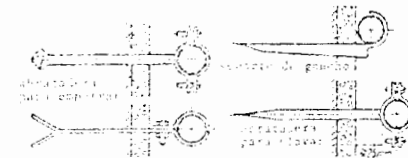


Fig. 3.6 Accesorios para la fijación de las tuberías (a)

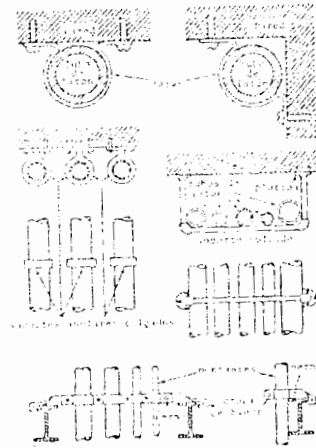


Fig. 3.6 Accesorios para la fijación de las tuberías (b)

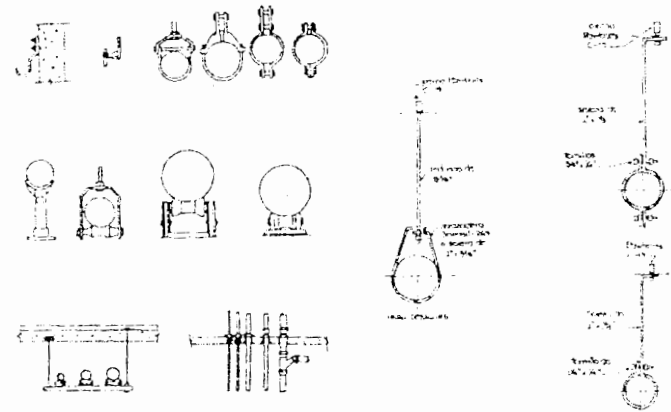


Fig. 3.8 Soportes

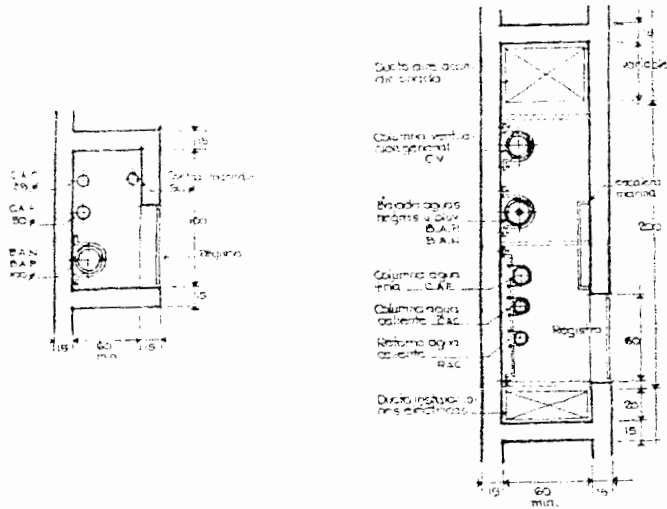


Fig. 3.7 Ductos

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 FRÍA
- 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 sótano o en la azotea de los edificios, se dividen en: 1º Ramificado (peine) y 2º. Anillo (red cerrada)

CONDUCCIONES. 1º. Columnas, tubos verticales por las que sube el agua (montante) o baja (bajante). Inician en los distribuidores. 2º. 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^2 , 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 4.5 kg/cm^2 . 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 desea mantener en el mueble más alejado. Considerando la presión requerida para la instalación (elevación, más 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.

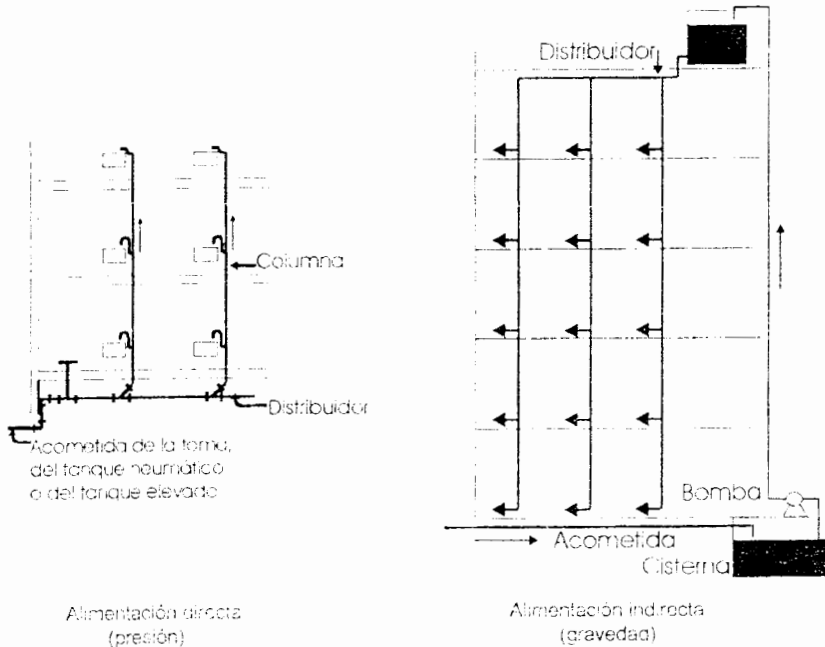
ALIMENTACIÓN INDIRECTA

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 común 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/cm² en el mueble más alto del último 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/cm². Pero los tanques de W.C. funcionan con sólo 0.20 kg/cm². Por consiguiente se utilizan estos muebles con tanque o depósito en los pisos más 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 contrasifonaje.
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 MINIMA 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 más 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 tabla 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 FUNCIÓN 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 alimente a uno o varios muebles con fluxómetro, su gasto se determinará usando la columna "con fluxómetro".

4.6 DIAMETROS 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 este 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 lts/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) ÁRABES GENERALES	CARGA DE TRABAJO (kg)
Artesa	17	5
Pestilador de agua	13	5
Trinaca (fucosmetri)	20	10
Inodoro (tanque)	14	3
Lavabo	14	2
Lavabo de cuartos	17	5
Lavadero	17	5
Lavavajillas	20	10
Lavadora de cuartos	14	2
Mesa de afeitar	17	5
Mingitorio (fucosmetri)	20	10
Mingitorio (de resaca)	17	5
Regador	19	10
Revolucion automático	17	21.32*
Espejo de maqui	17	3
Sillita para niño con manijera	13	17
Unidad dental	17	5
Vertedero de agua	17	5
Vertedero en mesa de maqui	17	5
CONEXIONES		
Cañera	14	3
Conector de manguera	17	5
Fabricador de fide	17	3
Fregadero (por mezclador)	17	3
Fuente de agua	17	3
Lavadora de fide	17	14
Mesa fregadero con espejo	17	5
Muebles para zona de maqui	17	5
Sillita de maqui	17	14
Trinaca por desperdicio	19	5
HIDROTERAPIA		
Tanque de recibimiento de brazos	19	21.32*
Tanque de recepción de piernas	19	21.32*
Tanque de hidromasaje	20	21.32*

* Equipos 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 FRICCION

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 FRICCION 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:

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

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/seg²)

PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION 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/seg²

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:

$$L = L_m + L_e$$

en la que:

L = Longitud total equivalente, en metros

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

L_e = 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_e " en condiciones iguales de gasto y diámetro, o sea:

$$h_f = K \frac{V^2}{2g} = h_f \cdot L$$

en la que:

h_f = 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_e = Longitud equivalente de la conexión o válvula, en metros.

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

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 FRIA

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 requieran 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, fierro 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 hf 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 hf 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 mas alejado de la bomba (último piso) debido a que tiene la mínima presión de trabajo y el mas cercano a ella por tenerse ahí la máxima presión, los puntos críticos en el caso de distribución por gravedad son el mueble del piso mas alto y mas alejado del tanque por tenerse ahí la mínima presión de trabajo y el mas 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 mas bajos para: 1º. Disminuir la presión y con ello

evitar desperdicios de agua y 2º. 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 demasías, 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, deteniendo 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 Kg/cm².

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, AWS E 6010.

Para unir bridas, conexiones, bridas o válvulas bridas, utilizar tornillos maquinados de acero al carbono, con cabeza y tuerca hexagonal, y junta de hule rojo con espesor de 3 a 175 mm.

VÁLVULAS

Todas las válvulas serán clase 8 a 16 Kg/cm².

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

retención serán roscadas hasta 38 mm de diámetro y bridas 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 bridas 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 lámina 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 "ornegás" 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.

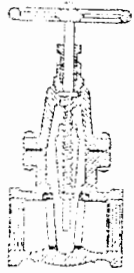
SOPORTES Y DUCTOS

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.

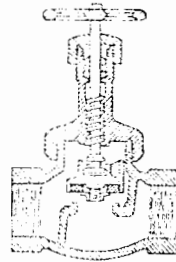
4.11 CONTROL Y PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La presión máxima admisible en los accesorios de los muebles no debe ser mayor de 3.5 Kg/cm² (35 mca) debiendo considerarse sobre los muebles más altos de la instalación 1 Kg/cm² (10 m) si son de fluxómetro y 0.5 Kg/cm² (5 m) si son muebles ordinarios. (Mínimos 0.70 Kg/cm² y 0.20 Kg/cm² respectivamente).

Válvulas: son necesarias para el control del flujo en las instalaciones.



VALVULA DE COMPUERTA



VALVULA DE GLOBO



VALVULA DE BOLA



VALVULA 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.

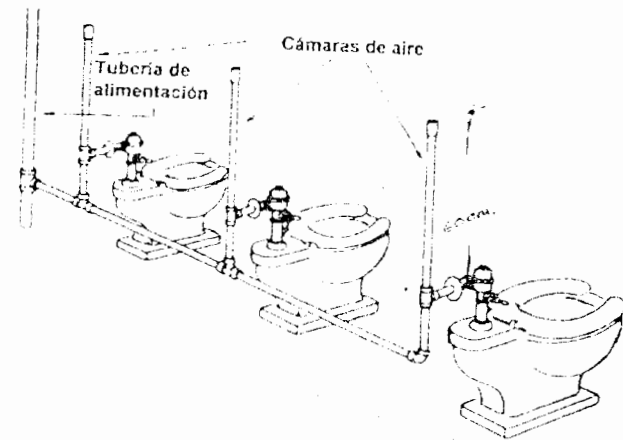
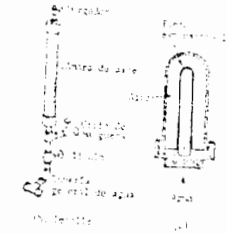
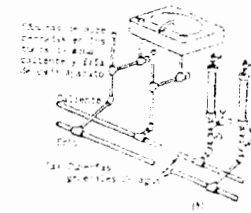


FIG. 4.2 Cámaras de aire en una tubería de inodoros

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.

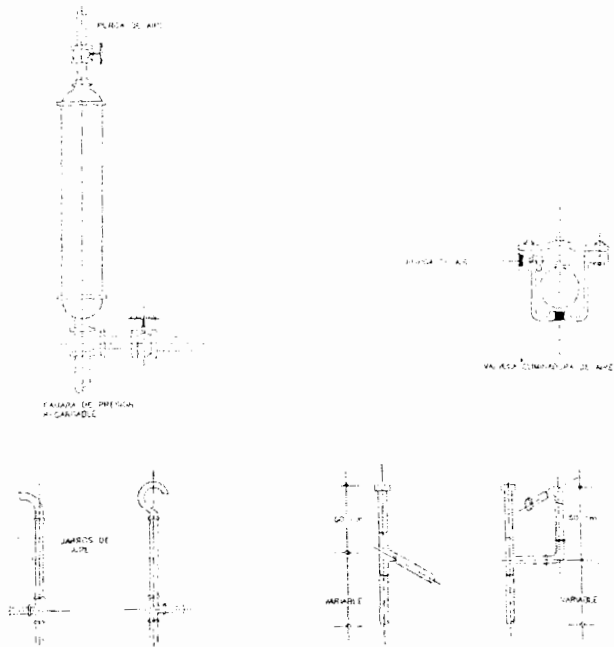


FIG. 4.3 Válvulas y jarros de aire

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

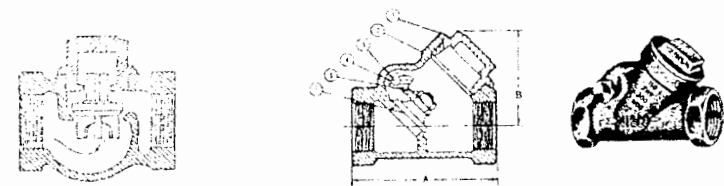


FIG. 4.4 Válvula check

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

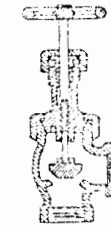


FIG. 4.5 Válvula de ángulo

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 transportará 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

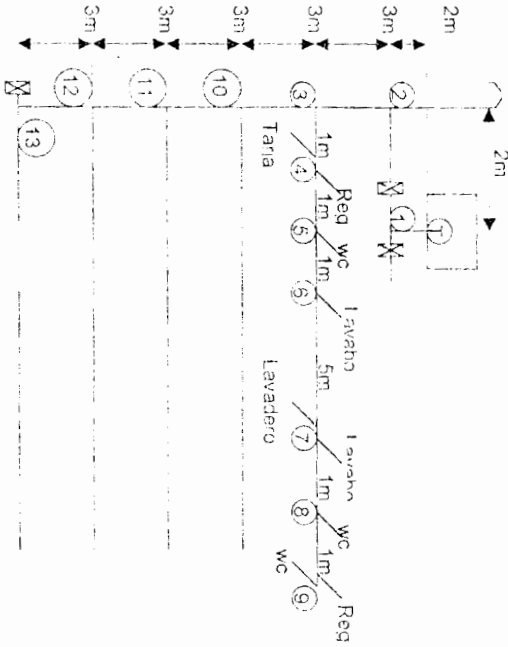
- CASO 1. -

EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS DE CINCO PISOS

Datos

- Pisos: 5
- Distribucion de muebles, igual en cada piso (croquis)
- Alimentación: indirecta (gravedad)
- Método: Hunter
- Columnas: Hierro galvanizado
- Ramales: Cobre tipo "M"
- Excusados: Depósitos de 6 litros.

CARGA DE DISEÑO	
(Estática)	
(Algunos Datos se Obtienen de la Tabla de cálculo)	
- Altura Tanque - Ramal:	+ 5.00 m
- h1 (Columna) (T - 3)	- 0.489 m
- h2 (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
Rogadora	Privado	2	2	4
Inodoro (wc)	Privado/Tanque	3	3	9
Lavabo	Privado	1	2	2
Lavadero	Privado	3	3	3
Tania	Privado	2	1	2
Total Ramal:				20

CASO 1

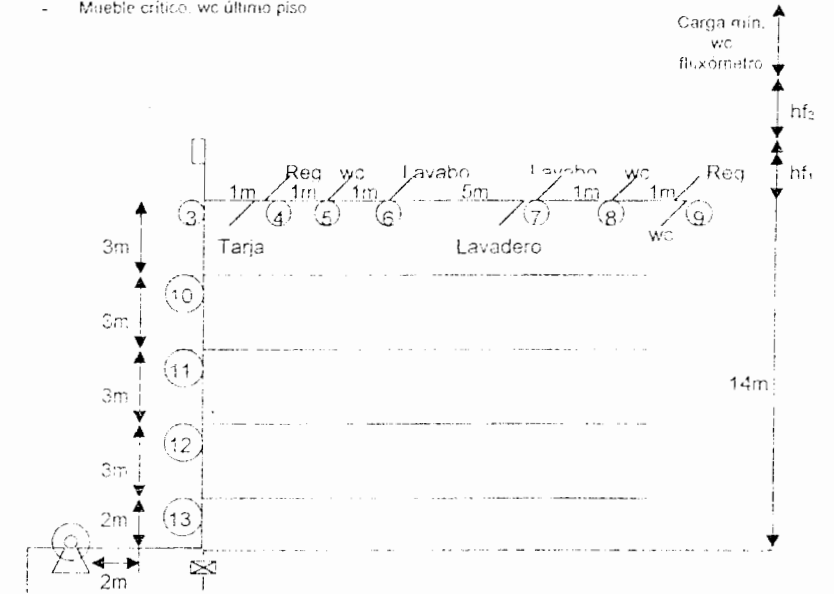
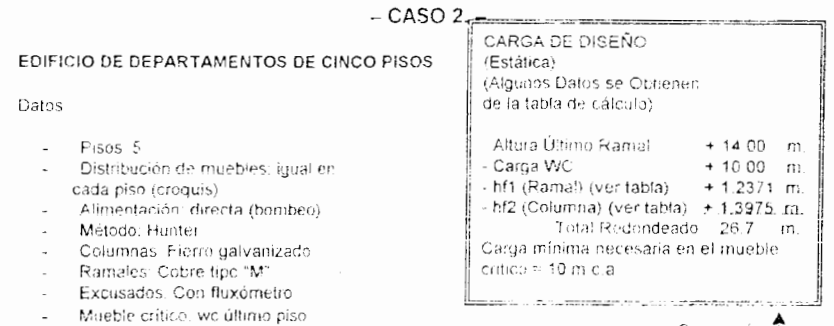
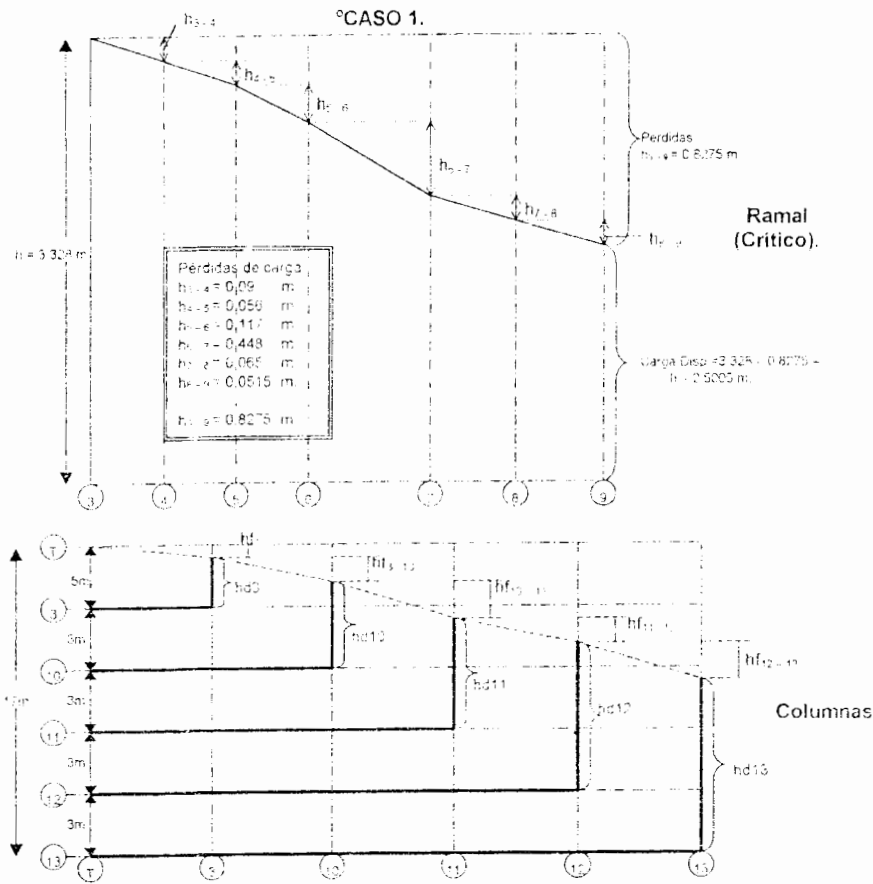
Obra EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS - ALIMENTACIÓN INDIRECTA Hoja UNO De UNO

Localidad MEXICO, D.F.

Fecha ENERO 2001.



TRAMO	UNIDADES MUEBLE		GASTO LPS	DIAM (mm)	VEL (m/sec)	Hf % m/100 m	MEDIDAS	LONGITUDES				Hf Tramo (m)	Hf Acumulada tramo (m)	CARGAS			
	PUNTO	ACUM						CONEXIONES		DEBILIT	ESTÁTICA			DISPONIBLE			
								PIEZA	CANT	Le	Σ Le						
RAMALES (COBRE TIPO M)																	
8-9	5	5	0.37	25	0.5	2.5	1	T / Codo	1	1	0.3 / 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	0.3	0.3	1.3	0.065	0.776	4.511	3.735
6-7	4	12	0.65	25	1.1	8	5	T	2	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	1	0.3	0.3	1.3	0.117	0.263	4.511	4.248
4-5	3	16	0.76	32	0.9	4	1	T	1	1	0.4	0.4	1.4	0.056	0.146	4.511	4.365
3-4	4	20	0.93	32	1	5	1	T	2	2	0.4	0.8	1.8	0.09	0.09	4.511	4.421
COLUMNAS (FIERRO GALVANIZADO)																	
12-13	20	20	0.93	32	1	10	3	T	1	1	4.1	4.1	7.1	0.71	2.122	17	14.878
11-12	20	40	1.59	38	1.2	13	3	T	1	1	0.5	0.5	3.5	0.455	1.402	14	12.598
10-11	20	60	2.1	50	1.6	16	3	T	1	1	0.6	0.6	3.6	0.216	0.957	11	10.043
3-10	20	80	2.45	50	1.2	7	3	T	1	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	T	1	1	1.94	1.94	4.94	0.222	0.489	5	4.511
T-2	20	100	2.79	65	1	4.5	4	T	1	1	1.94	1.94	5.94	0.267	0.267	2	1.733
NOTE QUE LA CARGA DISPONIBLE EN EL TRAMO 2-3 (DE LA COLUMNA) ES LA CARGA ESTÁTICA EN EL RAMAL 3-9																	



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
Tarja	Privado	2	1	2
Total:				29

CASO II

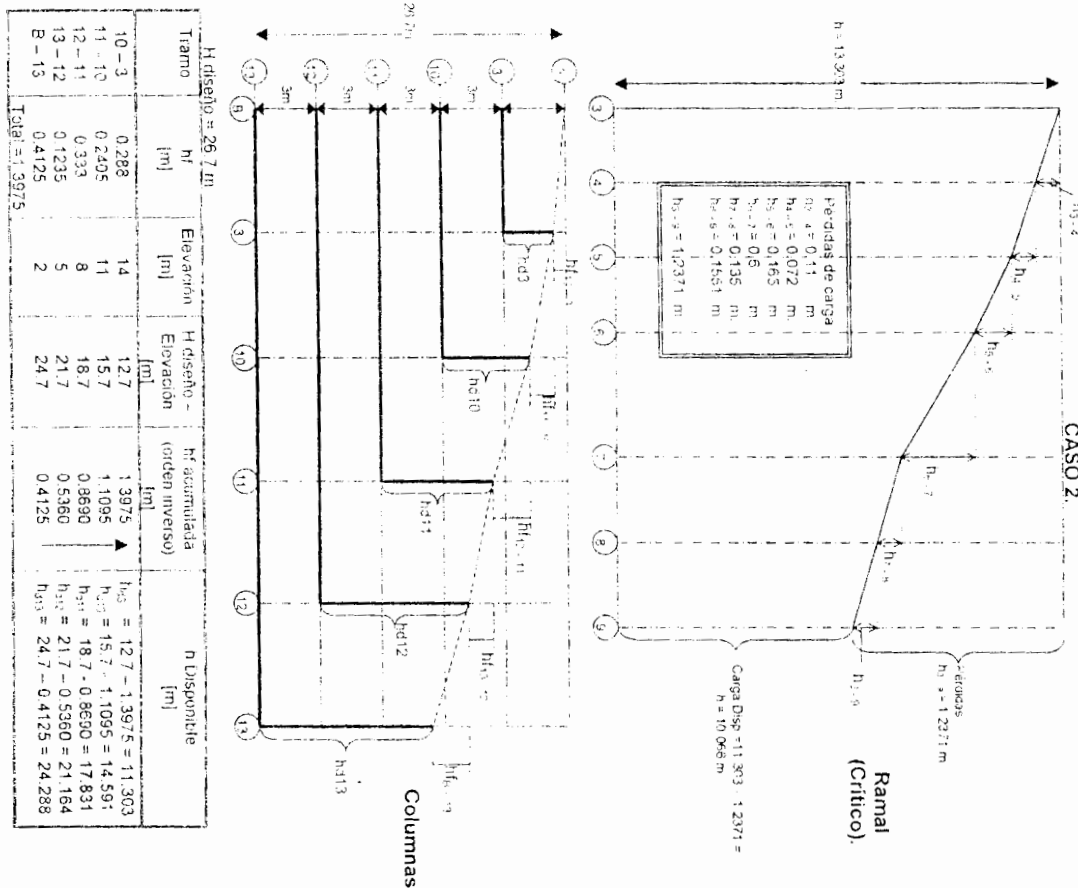
Obra EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS - ALIMENTACIÓN DIRECTA Hoja UNO De UNO

Localidad MÉXICO, D.F.

Fecha ENERO 2001.



TRAMO	UNIDADES MUEBLE		GASTO LPS	DIAM (mm)	VEL (m/seg)	Hf % m/100 m	MEDIDAS	LONGITUDES				Hf Tramo (m)	Hf Acumulada tramo (m)	CARGAS		
	PUNTO	ACUM						CONEXIONES						TOTAL	ESTÁTICA	DISPONIBLE
								PIEZA	CANT	Le	Δ Le					
RAMALES (COBRE TIPO M)																
8-9	8	8	156	38	1.3	5.5	1	7/Codo	1/1	0.5/1.32	1.82	2.82	0.1551	1.2371	11.303	10.066
7-8	6	14	193	38	1.6	9	1	T	1	0.5	0.5	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	0.6	0.947	11.303	10.356
5-6	1	19	217	38	1.8	11	1	T	1	0.5	0.5	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	0.072	0.182	11.303	11.121
3-4	4	29	257	50	1.4	5	1	T	2	0.6	1.2	2.2	0.11	0.11	11.303	11.193
												Σ = 1.2371				
COLUMNA (FIERRO GALVANIZADO)																
9-13	29	145	488	75	1.1	3.75	4	T/T	1/1	6.20/0.8	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	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	0.333	0.869	18.7	17.831
11-10	29	50	336	64	1.2	6.5	3	T	1	0.7	0.7	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	0.288	1.3975	12.7	11.303
												Σ = 1.3975				
NOTÉSE QUE LA CARGA DISPONIBLE EN EL TRAMO 10-3 DE LA COLUMNA ES LA CARGA ESTÁTICA EN EL RAMAL 3-9																



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:

$$750 \times 155 = 116,250 \text{ Kcal/hora}$$

$$750 \times 0.8 \times 252 \times 585 / 760 = 116,384 \text{ Kcal/h}$$

$$(\text{modelo}) \times (\text{rendimiento}) \times (\text{BTU}) \times (\text{mm/hg}) = \text{Kcal/h}$$

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 5.6 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 $25,200 \times 0.8 = 20,160 \text{ Kcal/h}$ al nivel del mar, a cualquier altitud por ejemplo Aguascalientes (612 mm Hg) entregará $20,160 \times 612/760 = 16,230 \text{ Kcal/hora}$ o sea 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)

$$2046.3 \times 1.25 = 3110.5 \text{ litros}$$

$$0.75$$

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

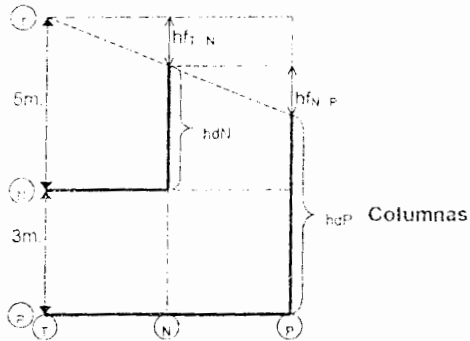
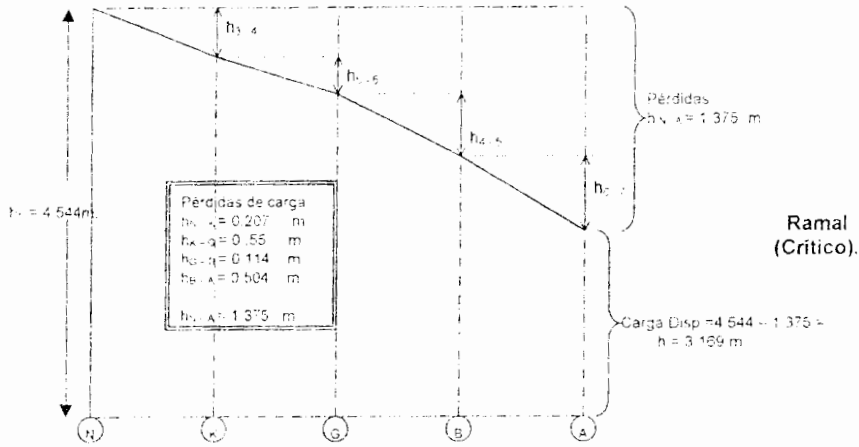
Considerando que no existen gastos continuos, se seleccionará un calentador de paso que sea capaz de suministrar 0.76 l/seg. elevando la temperatura de 15°C a 60°C

DISEÑO DE CALDERA Y TANQUE,

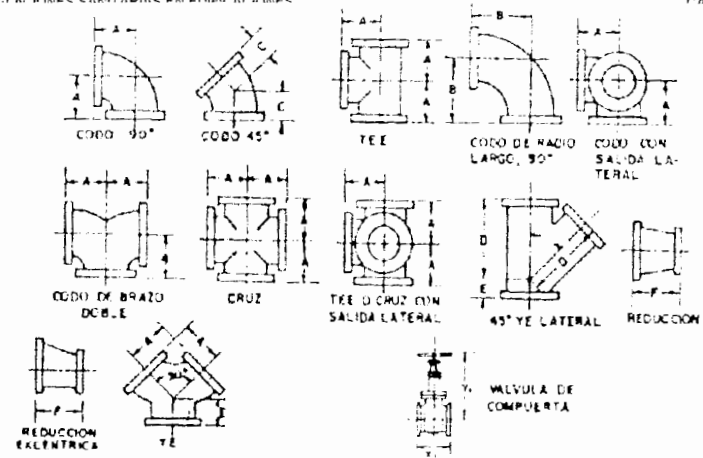
CONOCIENDO EL NUMERO DE MUEBLES

Utilizamos Tabla 6.3 (demandas de agua caliente por mueble en litros por hora)

- 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 Interna 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 - 1/2	63	127	177	76	241	63	140	177	17	190	348
3	76	140	197	76	254	76	152	190	19	203	394
3 - 1/2	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	2692
48	1219	864	1625	610	-	-	1219	1511	70	914	2895

Dimensiones de accesorios (Normas ASA)

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 requerido para el tanque de almacenamiento de agua de 1500 litros

$$\begin{aligned} \text{Temperatura inicial } & 18^{\circ}\text{C} \\ \text{Temperatura final } & 63^{\circ}\text{C} \\ \text{Diferencia } & 45^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

$$1500 \text{ litros} \times 45^{\circ}\text{C} = 67.500 \text{ kilocalorias/hora}$$

$$\text{Poder calorífico del gas LP} = 22.400 \text{ Kcal/m}^3$$

$$\frac{67.500 \text{ kilocalorias}}{22400} = 3.0 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$\text{Poder calorífico del líquido del gas LP} = 6.000 \text{ Kcal/litro}$$

$$\frac{67.500 \text{ kilocalorias}}{6.000} = 11.25 \text{ litros/hora}$$

Tanque de almacenamiento de gas L.P

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de 300 litros vaporiza: } & 2.193 \text{ m}^3/\text{hora} \\ & 7.543 \text{ litros/hora} \\ & 49.143 \text{ kilocalorias} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de 500 litros vaporiza: } & 3.616 \text{ m}^3/\text{hora} \\ & 12.439 \text{ litros/hora} \\ & 81.020 \text{ kilocalorias} \end{aligned}$$

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: $25 \times 5 \times 100 \text{ L/P} = 1250 \text{ lts}$

Soluciones

1o. Utilizando la tabla 6.8

- Capacidad de caldera con tanque de almacenamiento: $12.500 \times 1/8 = 1562 \text{ L.P.H}$
- Capacidad del tanque: $12.500 \times 1/4 = 3125 = 3.200 \text{ lts}$
- Capacidad de caldera para calentamiento al paso (sin tanque de almacenamiento): $12.550 \times 1/4 = 3450 \text{ L.P.H}$

2o. Utilizando la tabla 6.9

- Probable demanda máxima: $12.550 \times 1/7 = 1.786 \text{ L.P.H}$.
- Capacidad tanque de almacenamiento: $25 \times 5 \times 100/5 = 2500 \text{ lts}$
- Agua a extraerse del tanque en una hora pico = $2500 \times 0.75/4 = 460 \text{ L.P.H}$
- Capacidad equipo de calentamiento: $1786 - 460 = 1326 = 1.400 \text{ L.P.H}$
- Entrega de la caldera en Kcal/hora considerando un aumento de temperatura del agua (gradiente de temperatura) de $60^{\circ} - 15^{\circ} = 45^{\circ} \text{ C}$, tenemos $1400 \times 45^{\circ}\text{C} = 63.000 \text{ Kcal/hora}$.

UNIDADES MUEBLE CALCULO DE GASTOS EN OTROS TIPOS DE EDIFICIOS

MUEBLE	UNIDADES - MUEBLE			
	TIPO DE USO	TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
Grupo de Baños Completo				
Inodoro con fluxómetro	Privado	3	2	1.5
Inodoro con tanque	Privado	2	2	1.5
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	1.5	1.5
Regadera	Privado	2	1.5	1.5
Cocineta	Privado	2	1.5	1.5
Fregadero de cocina	Privado	2	1.5	1.5
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	1.5	1.5
Inodoro con fluxómetro	Público	5	5	=====
Inodoro con tanque	Público	2	2	=====
Lavabo	Público	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

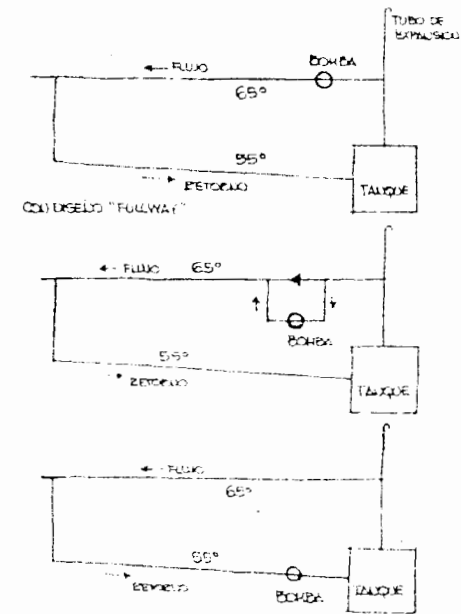
GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLE

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	0.15	-	32	1.34	2.67	74	2.35	3.68
3	0.25	-	33	1.37	2.73	76	2.39	3.72
4	0.31	-	34	1.40	2.75	78	2.42	3.76
5	0.37	1.30	35	1.43	2.76	80	2.45	3.80
6	0.42	1.39	36	1.46	2.79	82	2.49	3.84
7	0.45	1.48	37	1.49	2.82	84	2.52	3.88
8	0.50	1.56	38	1.52	2.85	86	2.56	3.92
9	0.54	1.63	39	1.55	2.88	88	2.59	3.96
10	0.58	1.70	40	1.58	2.91	90	2.63	4.00
11	0.61	1.76	41	1.61	2.94	92	2.66	4.04
12	0.65	1.82	42	1.64	2.97	94	2.70	4.08
13	0.68	1.88	43	1.67	3.00	96	2.73	4.12
14	0.72	1.93	44	1.70	3.03	98	2.76	4.16
15	0.75	1.98	45	1.73	3.06	100	2.79	4.20
16	0.79	2.03	46	1.76	3.09	102	2.82	4.24
17	0.82	2.08	47	1.79	3.12	104	2.85	4.28
18	0.86	2.13	48	1.82	3.15	106	2.88	4.29
19	0.89	2.17	49	1.84	3.18	108	2.91	4.32
20	0.93	2.21	50	1.87	3.20	110	2.94	4.35
21	0.96	2.25	52	1.92	3.24	112	2.97	4.38
22	1.00	2.29	54	1.97	3.28	114	3.00	4.41
23	1.03	2.33	56	2.02	3.32	116	3.03	4.44
24	1.07	2.37	58	2.07	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	1.25	2.57	68	2.24	3.56	128	3.24	4.62
30	1.28	2.61	70	2.28	3.60	130	3.28	4.65

CUADRO 4.5

Tabla 6.8 CALCULO DE CALDERAS EN RELACION
 EI 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	1/6	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

**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	8.57	530	9.44	10.74	780	11.74	11.74
494	7.93	8.94	535	9.54	10.36	785	11.70	11.79
496	7.95	8.95	540	9.59	10.40	790	11.36	11.32
498	7.97	8.30	545	9.65	10.45	795	11.42	11.86
500	7.99	9.00	550	9.71	10.50	800	11.40	11.90
505	8.04	9.05	555	9.77	10.55	805	11.54	11.95
510	8.10	9.10	560	9.83	10.60	810	11.60	12.00
515	8.15	9.15	565	9.89	10.65	815	11.66	12.05
520	8.22	9.20	570	9.96	10.70	820	11.71	12.10
525	8.28	9.25	575	10.06	10.75	825	11.76	12.15
530	8.34	9.30	580	10.06	10.80	830	11.82	12.20
535	8.40	9.35	585	10.10	10.85	835	11.87	12.25
540	8.46	9.40	590	10.15	10.90	840	11.93	12.30
545	8.51	9.45	595	10.20	10.95	845	11.98	12.35
550	8.56	9.50	600	10.25	11.00	850	12.04	12.41
555	8.62	9.55	705	10.74	11.55	855	12.09	12.45
560	8.68	9.60	710	10.80	11.60	860	12.15	12.50
565	8.74	9.65	715	10.85	11.65	865	12.20	12.55
570	8.80	9.70	720	10.90	11.70	870	12.25	12.60
575	8.86	9.75	725	10.96	11.75	875	12.31	12.65
580	8.92	9.80	730	11.04	11.80	880	12.37	12.70
585	8.97	9.85	735	11.09	11.85	885	12.42	12.75
590	9.02	9.90	740	11.15	11.90	890	12.48	12.80
595	9.07	9.95	745	11.20	11.95	895	12.53	12.84
600	9.13	10.00	750	11.26	12.00	900	12.59	12.88
605	9.18	10.05	755	11.31	12.05	905	12.64	12.92
610	9.25	10.10	760	11.36	12.10	910	12.70	12.96
615	9.31	10.15	765	11.41	12.15	915	12.75	13.00
620	9.37	10.20	770	11.47	12.20	920	12.81	13.04
625	9.43	10.25	775	11.52	12.25	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	12.97	13.12	965	13.19	13.32	980	13.47	13.52
935	12.97	13.16	970	13.25	13.39	985	13.52	13.56
940	13.03	13.20	975	13.30	13.40	990	13.57	13.60
945	13.08	13.24	980	13.36	13.44	995	13.63	13.66
950	13.14	13.28	985	13.41	13.48	1000	13.68	13.70

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

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE
1010	13.73	1020	13.81	1430	17.12	1640	18.94
1020	13.87	1030	13.90	1440	17.19	1650	19.07
1030	13.96	1040	13.97	1450	17.26	1660	19.14
1040	14.05	1050	14.05	1460	17.33	1670	19.21
1050	14.14	1060	14.14	1470	17.40	1680	19.28
1060	14.22	1070	14.21	1480	17.47	1690	19.35
1070	14.30	1080	14.29	1490	17.54	1700	19.42
1080	14.38	1090	14.37	1500	17.61	1710	19.49
1090	14.46	1100	14.45	1510	17.68	1720	19.56
1100	14.54	1110	14.53	1520	17.75	1730	19.63
1110	14.63	1120	14.61	1530	17.83	1740	19.70
1120	14.71	1130	14.69	1540	17.90	1750	19.77
1130	14.79	1140	14.77	1550	17.97	1760	19.84
1140	14.87	1150	14.85	1560	18.04	1770	19.91
1150	14.95	1160	14.93	1570	18.11	1780	19.98
1160	15.03	1170	15.01	1580	18.18	1790	20.05
1170	15.11	1180	15.09	1590	18.25	1800	20.12
1180	15.19	1190	15.17	1600	18.32	1810	20.19
1190	15.27	1200	15.25	1610	18.39	1820	20.26
1200	15.35	1210	15.33	1620	18.46	1830	20.33
1210	15.43	1220	15.41	1630	18.53	1840	20.40

CUADRO 4.5

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 público		1.00	1.00	1.00
Tina	1.5	1.5		
Lava-vajillas	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 TUBERIAS DE COBRE FORRADAS
Kcal/H 100 METROS DE LONGITUD

L (m)	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	1859	1549	3097	2777	2437
38	2482	2130	1747	3494	3133	2749
50	2457	2100	1722	3444	3089	2719
64	2877	2400	2017	4033	3617	3174
75	3284	2816	2309	4618	4141	3634
100	4123	3524	2800	5610	5182	4548

PERDIDAS DE CALOR EN TUBERIAS DE COBRE FORRADAS CONDUciendo
RETORNO DE AGUA CALIENTE Kcal/H 100 METROS DE LONGITUD

L (m)	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	2030	1837	1580
25	1712	1424	1131	2451	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

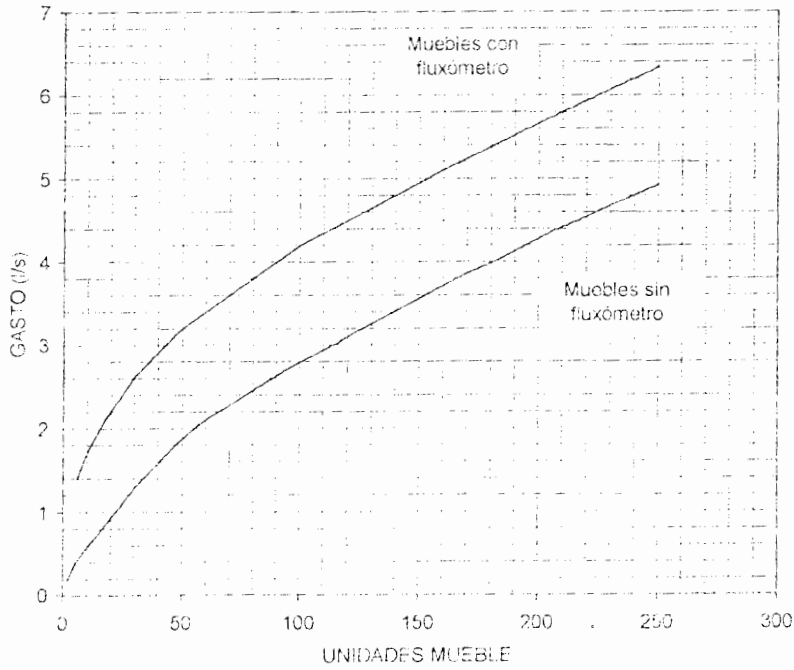


FIGURA 4.7 OBTENCIÓN DE GASTOS MEDIANTE UNIDADES – MUEBLE
(Curvas para gastos pequeños)

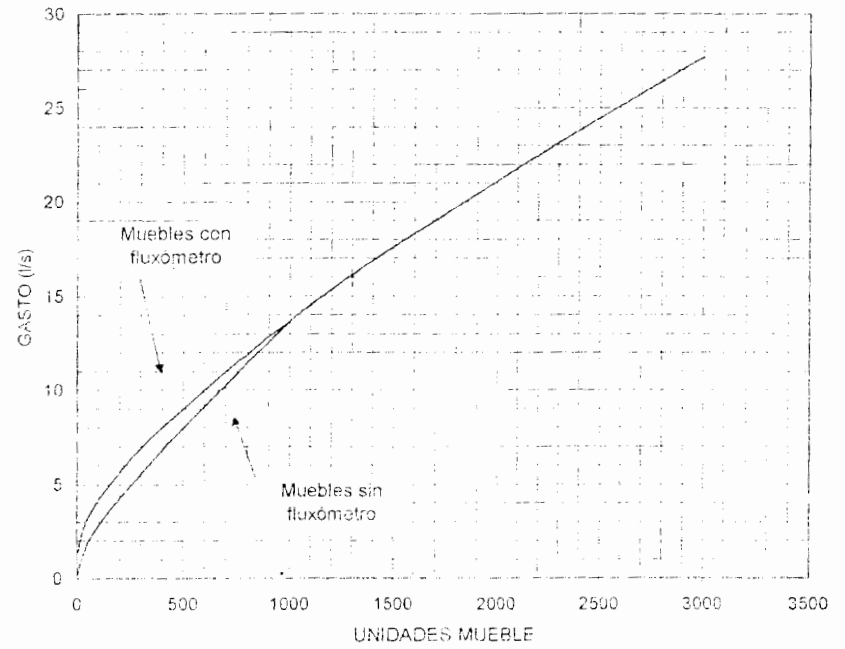


FIGURA 4.8 OBTENCIÓN DE GASTOS MEDIANTE UNIDADES – MUEBLE
(Curvas para grandes gastos)

CIRCULO	INDICIO	PERDIDAS DE CALOR										PERDIDAS POR RECIRCULACION			
		TUBERIA DE AGUA CALIENTE					TORNADO DE AGUA CALIENTE					GASTO REA. DEL CIRCUITO	FACTOR DE DISTRIBUCION	Nº TRAMO	Nº CIRCULO BASE
		DIAM. (M)	CA. (M)	CA. (M)	CA. (M)	CA. (M)	DIAM. (M)	CA. (M)	CA. (M)	CA. (M)	CA. (M)				
1	1	22	1408	170	158	73	293	211	377	0.61	9.9023	9.47	1.134	0.134	0.134
2	2	17	1111	249	245	1	50	11	391	0.39	0.0707				
3	3	18	1141	311	169	13	293	47	1111	0.75	31.1201	1.40	0.096	0.096	0.270
4	4	2	1381	210	283	1	293	11	1111	0.29	0.0177				
5	5	19	1122	224	234	13	307	111	189	0.97	0.0201	0.43	0.093	0.093	0.291
6	6	12	1169	124	169	13	301	111	541	0.92	0.0245				
7	7	2	1141	90	294	1	311	111	451	0.34	0.0127				
8	8	18	1127	140	147	13	307	111	621	0.40	0.0422				
9	9	8	1127	126	119	13	307	111	281	0.70	0.1179	0.18	0.117	0.117	0.428
10	10	1	1141	100	281	1	307	111	401	0.63	0.0268				
11	11	19	1148	296	250	13	307	111	401	0.87	0.1181				
12	12	1	1141	101	118	1	307	111	241	0.28	0.0163				
13	13	1	1141	101	118	1	307	111	241	0.28	0.0163				
14	14	1	1141	101	118	1	307	111	241	0.28	0.0163				
15	15	1	1141	101	118	1	307	111	241	0.28	0.0163				
16	16	1	1141	101	118	1	307	111	241	0.28	0.0163				
17	17	1	1141	101	118	1	307	111	241	0.28	0.0163				
18	18	1	1141	101	118	1	307	111	241	0.28	0.0163				
19	19	1	1141	101	118	1	307	111	241	0.28	0.0163				
20	20	1	1141	101	118	1	307	111	241	0.28	0.0163				

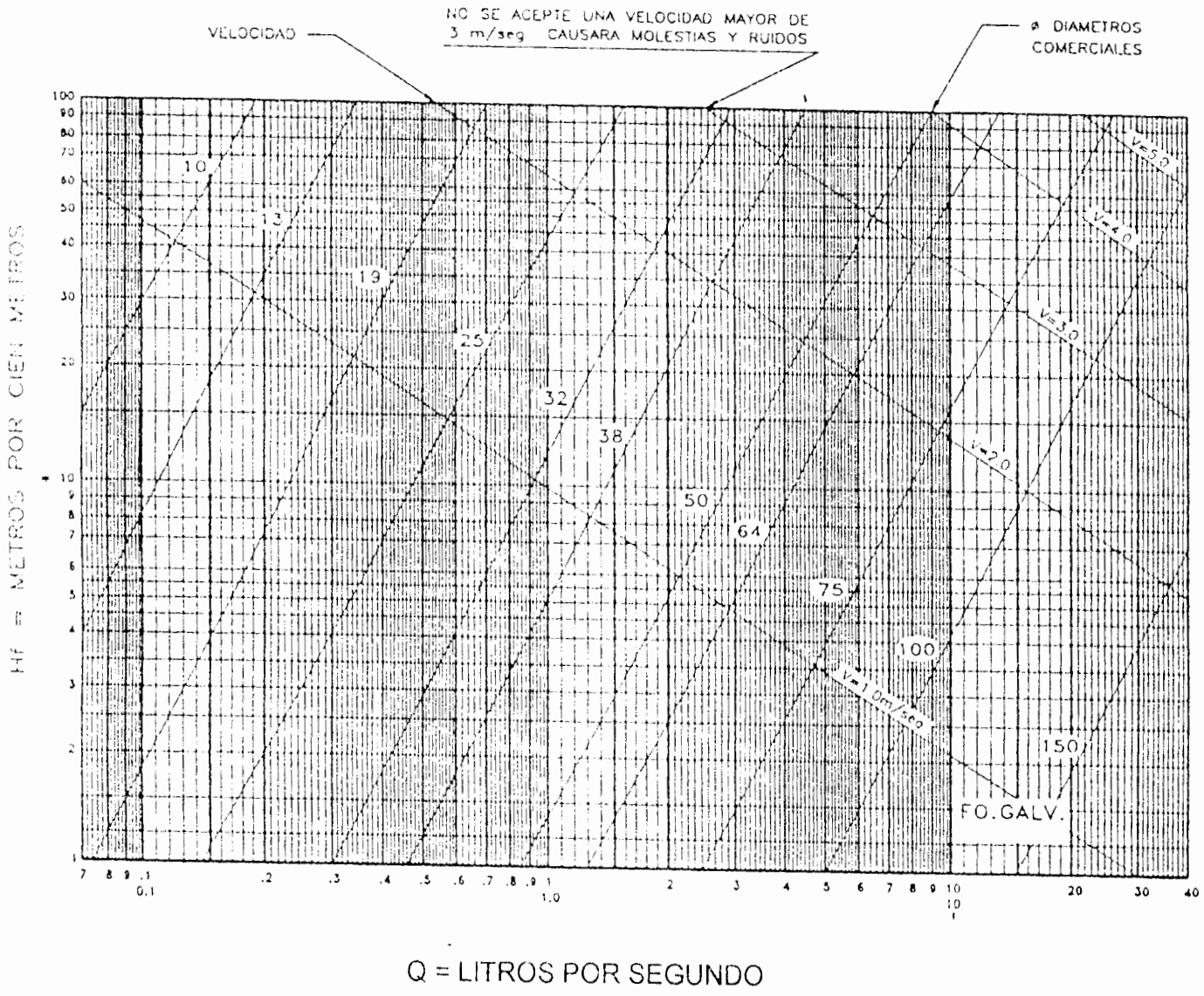
CALCULO DE LA RECIRCULACION (EJEMPLO)

Tabla 6.1
DOTACION DIARIA DE AGUA CALIENTE

TIPO DE SERVICIO	DOTACION
CASAS HABITACION	100 L/persona
RESIDENCIAS	120 "
UNIDADES HABITACIONALES: Hasta 100 personas De 100 a 250 personas Más de 250 personas	100 " 90 " 80 "
EDIFICIOS DE DEPARTAMENTOS DE PRIMERA Y LUJO: Hasta 100 personas De 100 a 250 personas Más de 250 personas	120 " 110 " 100 "
HOSPITALES Con todos los servicios En baños encamados	120 L/cama 90 "
HOTELES PRIMERA Y LUJO, CON 2 PERSONAS/CUARTO Con lavandería Segunda Tercera	120 L/cama 100 " 80 "
RESTAURANTES, CAFETERIAS Y COMEDORES INDUSTRIALES	10 L/comida
FABRICAS Baños de obreros Baños 100% obreros	20 L/persona 50 "
LAVADO DE ROPA EN HOTELES INTERNADOS Y COMUNIDADES	20 "
OFICINAS Y TIENDAS DE AUTOSERVICIOS	7.5 "

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

67



N O T A: 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

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

$$FDG_{1,3} = \frac{597}{597 + 384} = 0.61$$

$$FDG_{2,3} = \frac{384}{597 + 384} = 0.39$$

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

$$FDG_{3,5} = \frac{1133}{1133 + 384} = 0.75$$

$$FDG_{4,5} = \frac{384}{1133 + 384} = 0.25$$

	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

$$FDG_{1,8} = \frac{541}{541 + 496} = 0.52$$

$$FDG_{2,8} = \frac{496}{541 + 496} = 0.48$$

	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

$$FDG_{5,9} = \frac{1866}{1866 + 1240} = 0.60$$

$$FDG_{8,9} = \frac{1240}{1866 + 1240} = 0.40$$

	Kcal/h
g) Pérdida total de calor para el circuito (10)	481
Pérdida de calor en el circuito (11)	406
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

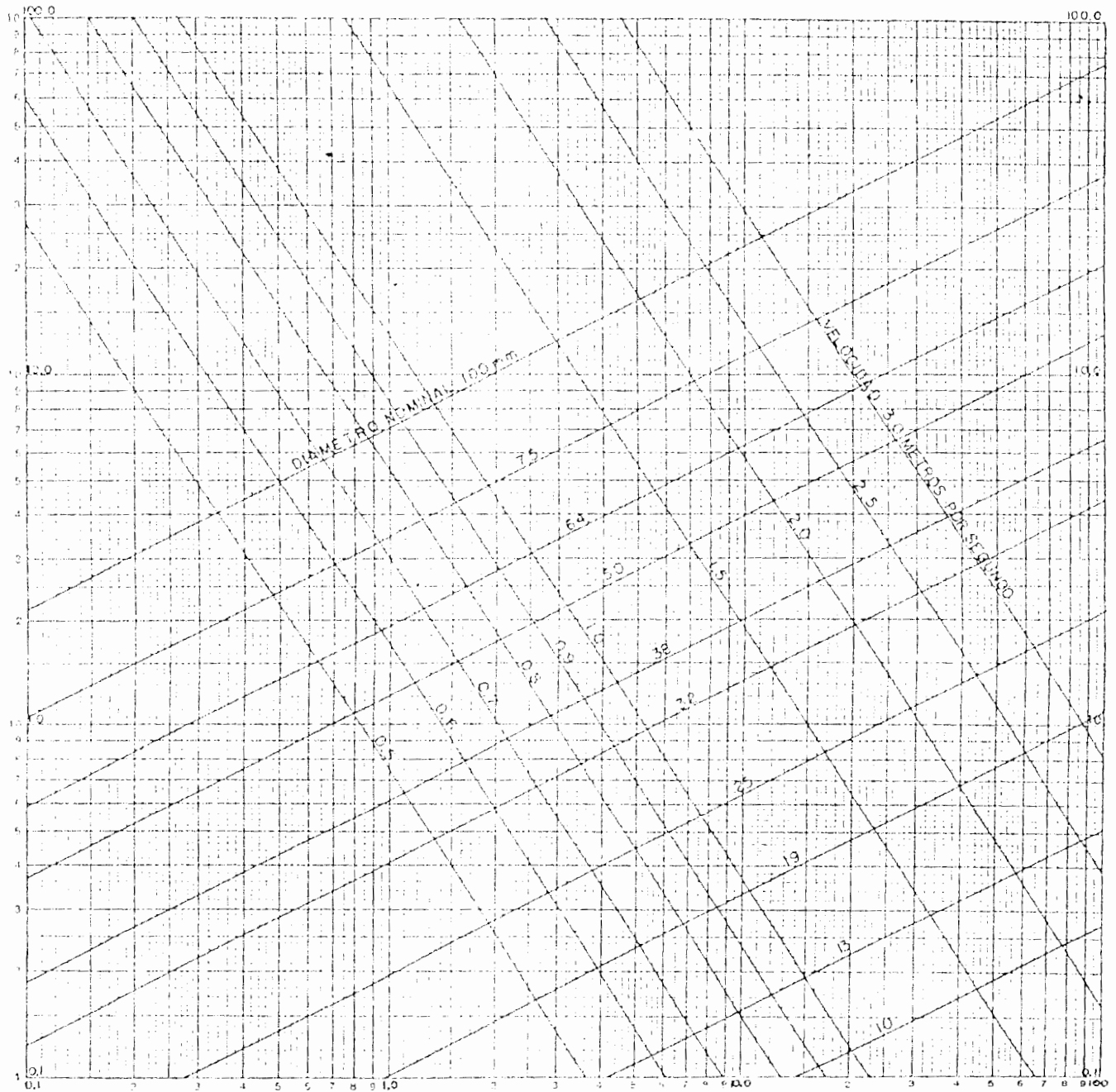
5. Calcúle los gastos requeridos de agua caliente para reponer esas pérdidas de calor en cada circuito. Considere que la diferencial de temperatura con la que operará el sistema es de 10°C, por lo que la cantidad de calor proporcionada por la circulación de 1.0 litro por segundo, o sean 3 600 litros 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 $5 660/36000 = 0.1572$ 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:

$$Q_{1,13} = Q_{13} \times FDG_{1,13} = 0.1572 \times 0.25 = 0.0393 \text{ l.p.s}$$

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

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 incoestable 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 ΔT (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 (ΔT) para la capacidad de recuperación en L/hora

$$R = \Delta \cdot CR \cdot \Delta T$$

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)

ΔT = Diferencial de temperatura = $t_c - t_f$ en $^{\circ}C$

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 (ΔT) en $^{\circ}C$.

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 = 7.01×10^{-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 retomo (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

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_e)

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_{ed}) más la carga, o altura, de succión (h_{es}), (que generalmente es de 5 metros); o sea:

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

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 extremo	0° C
Exterior - clima altipiano	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.

$$CNPS_R = P_{at} \leq P_v - h_{es} - F_{fs}$$

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

BOMBEO DIRECTO DE LA RED ELEVADO

- h_f : Pérdida por fricción en succión
- h_s : Altura estática de succión
- h_e : Altura estática de elevación
- h_d : Altura alimentación del mueble
- h_p : Presión mínima para el mueble
- h_{ef} : Pérdida de fricción en elevación comercial
- h_v : Carga de velocidad
- Δ : Diferencia de presión
- $H = h_f + h_s + h_e + h_d + h_p + h_{ef} + h_v + \Delta$

BOMBEO A TANQUE

- h_f : Pérdida por fricción en succión
- h_s : Altura estática de succión
- h_p : Altura estática de descarga
- h_d : Pérdidas por fricción descarga
- h_v : Carga de velocidad
- Δ : Dif. entre H_w calculada y H_w
- $H = h_f + h_s + h_p + h_d + \Delta$

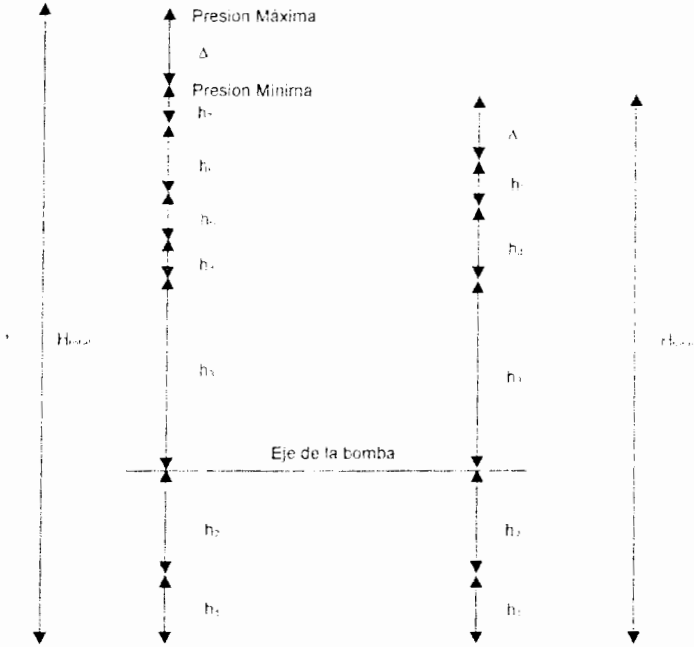


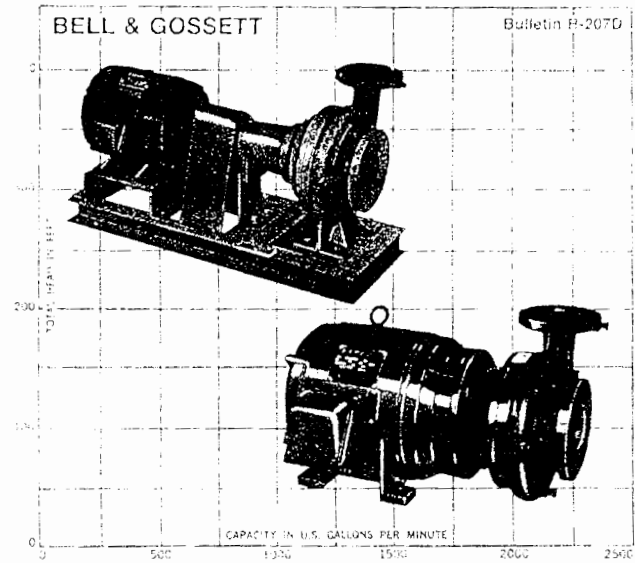
Fig. 5.1 DETERMINACION DE LA CARGA NECESARIA PARA EL DISEÑO DE

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 1/4 AC o la 1 1/4 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



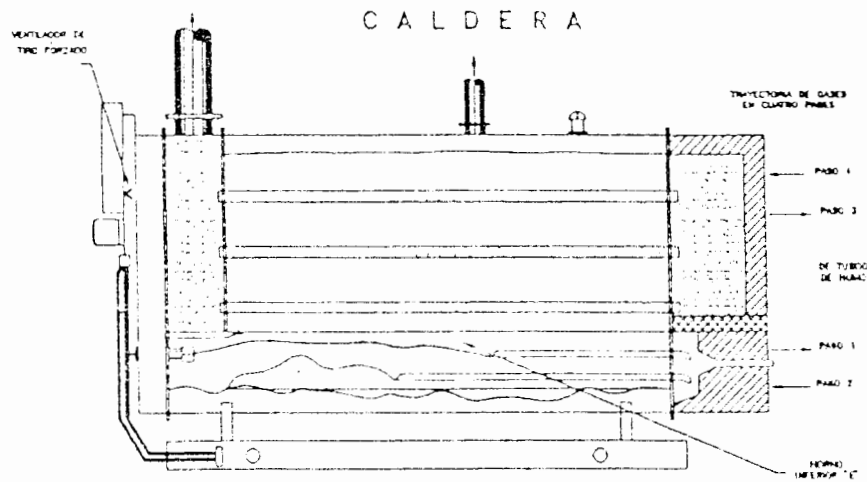


FIG. 6.7 GENERADORES DE VAPOR DE TUBOS DE HUMO

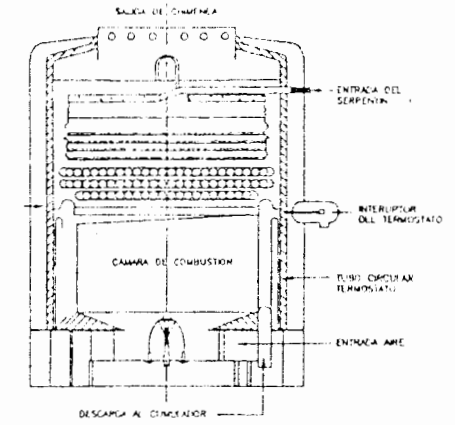


FIG. 6.8 GENERADORES DE VAPOR DE TUBOS DE AGUA

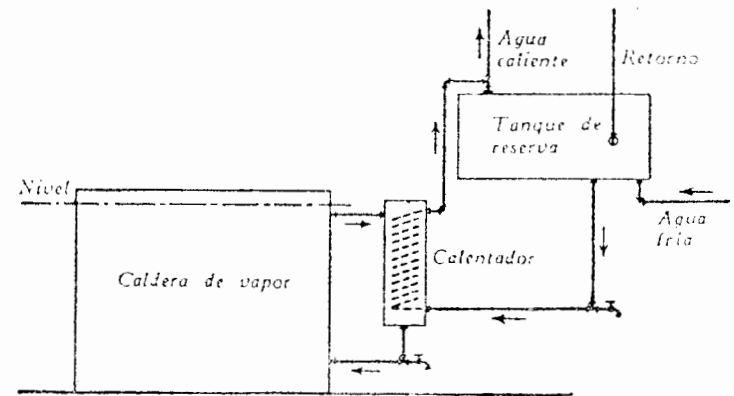


FIG. 6.9 INSTALACION DE AGUA CALIENTE CON CALDERA DE VAPOR

BOMBAS PEQUEÑAS

Existen en el mercado diferentes marcas de moto-bombas tipo centrífugas, 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	¼	115	3450	60	1" X ¾"
1450	¼	115	2850	50	1" X ¾"
1260	½	115/230	3450	60	1 ¼" X 1"
1250	½	115/230	2850	50	1 ¼" X 1"
1060	1	115/230	3450	60	1 ¼" X 1"
1050	1	115/230	2850	50	1 ¼" X 1"

RENDIMIENTO ¼" HP

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

RENDIMIENTO ½" HP

ALTURA	No. 1250 (LPM)	No. 1260 (LPM)
10	114	138
12	108	130
14	99	120
16	90	108
18	78	96
20	64	78

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

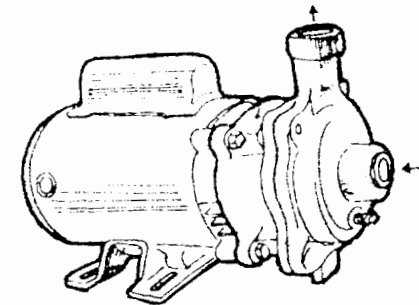


FIG. 5.3 MOTOBOMBA PEQUEÑA

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.

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 mas 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.

CARACTERISTICAS 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.

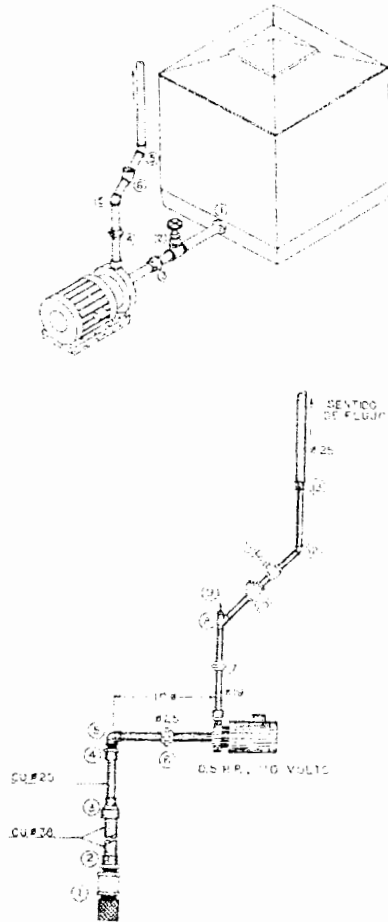
En un sistema centralizado, el agua se calienta y se distribuye por todo el edificio por medio de tuberías, se calienta por medio de una caldera que funciona con gas, petróleo, diesel, combustible sólido; el agua caliente se almacena dentro de un depósito (generalmente un cilindro) que debe ubicarse lo más 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.

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

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



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

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, gasoleo 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.

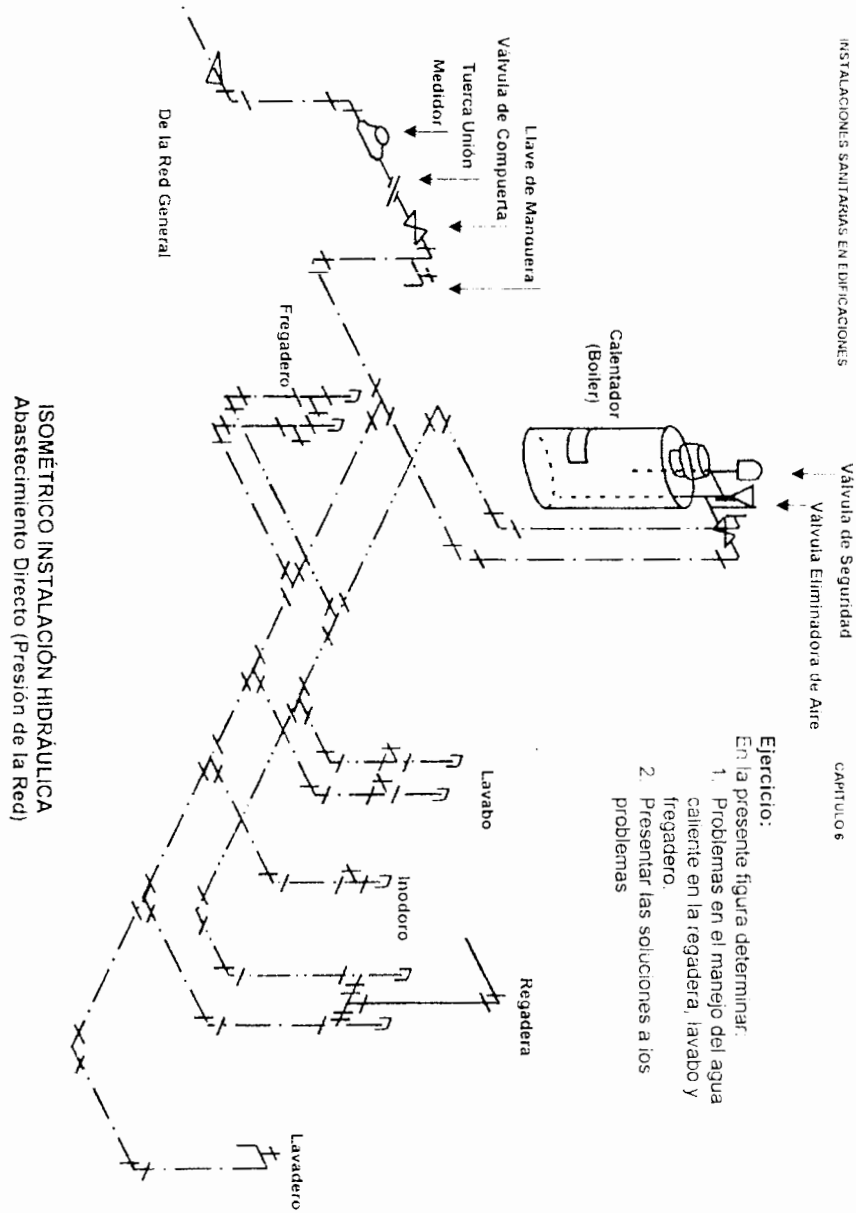
Los calentadores deben localizarse lo más cerca posible del o de los puntos de mayor consumo de agua caliente o bien del punto donde se necesita la mayor temperatura

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



el flujo del agua se detenga entre el tanque y la bomba, antes de que el aire se pueda llevar dentro de la succión de la misma. Con la válvula de flotador cerrada, el aire se comprime a la misma presión que la del tanque y así permanece hasta que la bomba se detiene. Entonces la presión en la entrada de la succión llega a ser igual a la del tanque, el flotador se eleva y el agua pasa al tanque a la bomba y termina dentro del "supercargador", el aire acumulado en éste se fuerza así al exterior y dentro del tanque de presión. Cuando el nivel del agua del tanque sube arriba de la entrada del supercargador, éste automáticamente empieza otra vez a rellenar aire.

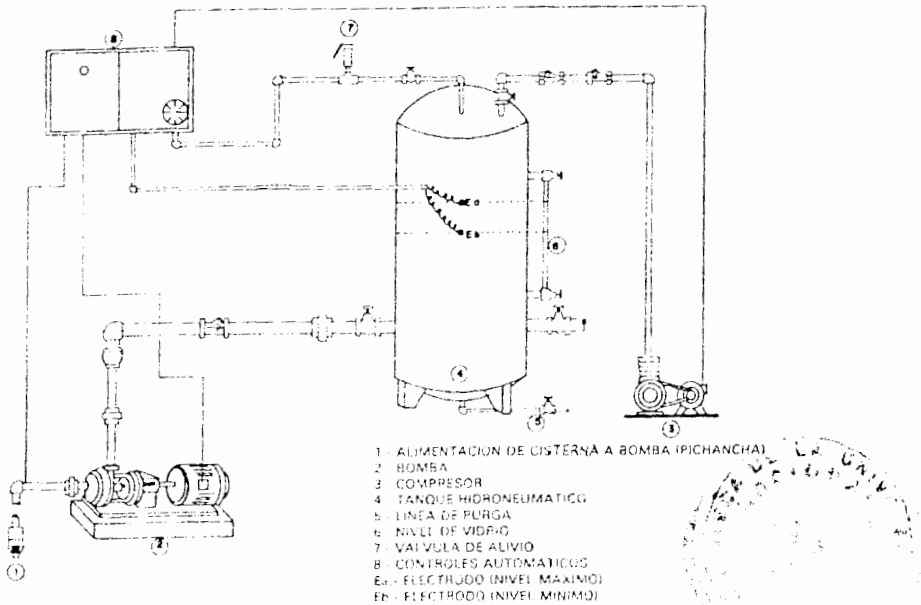


FIG. 5.8 EQUIPO HIDRONEUMÁTICO TRADICIONAL.

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 venturi 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

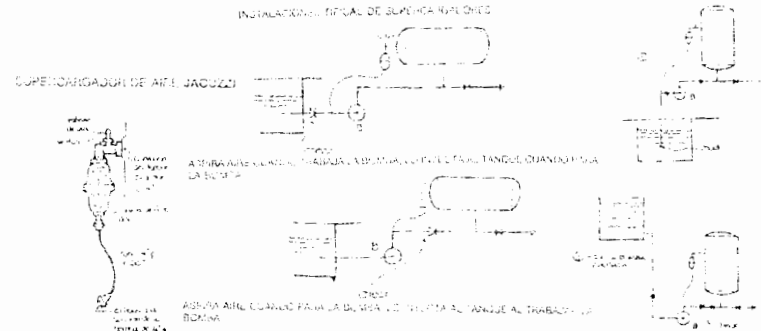


FIG. 5.9 INSTALACION DEL SUPERCARGADOR HIDRONEUMÁTICO PRECARGADO (CON MEMBRANA O DIAFRAGMA)

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 está 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.

G- 613159

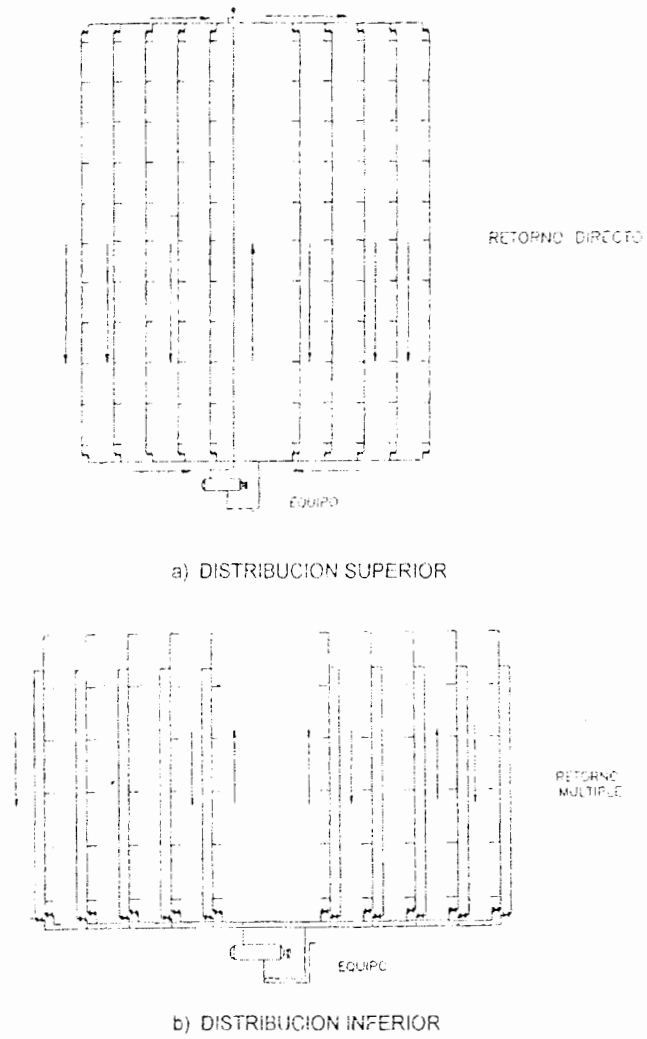


FIG. 6.2 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE

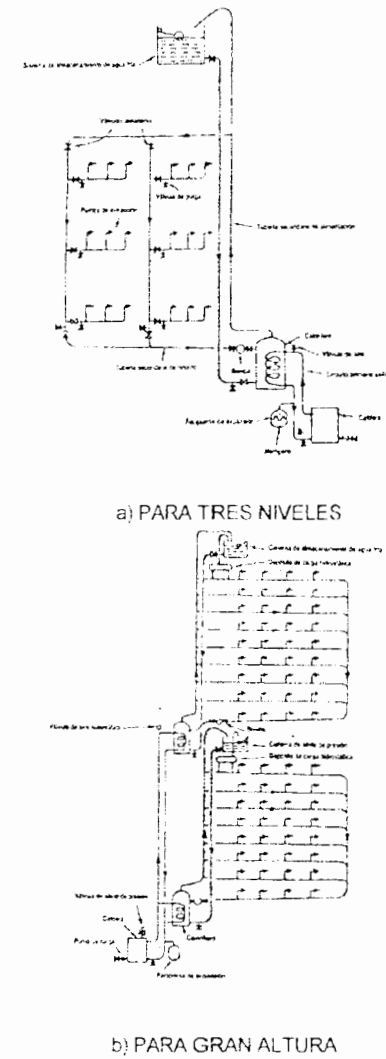


FIG. 6.3 SISTEMA DE SÚMINISTRO DE AGUA CALIENTE EN EDIFICIOS

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 ϕ 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:

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

$$\text{Ejemplo } 7.57 \text{ lts/seg} \times 300 = 2.271 \text{ lts}$$

Se recomienda un tanque de 2500 lts

GASTO DE BOMBEO (l.p.s.)	DIMENSIONES DEL TANQUE		
	VOLUMEN (lts.)	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:

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

En la que:

Q = Gasto de aire libre de la compresora, a la altitud sobre el nivel del mar del lugar, en m^3 /hora

V_t = Volumen del tanque, en litros.

P_b = Presión baja o de arranque de la bomba, dentro del tanque kg/cm^2 absolutos

P_a = Presión atmosférica del lugar, en kg/cm^2

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

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 PRODUCCIÓN 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:



Bombas

El número 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 operarían, 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

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 raíces 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

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.

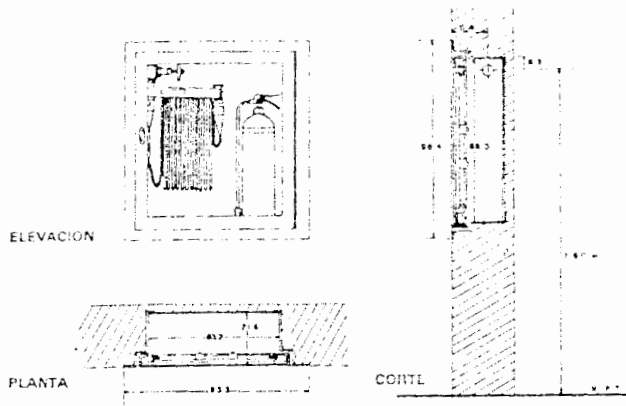


FIG. 5.12 GABINETE DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO DE EMPOTRAR

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 los normales; 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

DISEÑO DE HIDRANTES

Datos Básicos

Los hidrantes utilizados en las edificaciones se clasifican:

HIDRANTE	MANGUERA		PRESION lb/pulg ² 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	6	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

- Mangueras de 1.5" (38 mm)
 $H = 147 \times 10^{-6} \times Q^2$
- Mangueras de 2" (50 mm)
 $H = 44.1 \times 10^{-6} \times Q^2$
- 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 $H = 147 \times 10^{-6} \times 140 = 2.88 \text{ mca}$

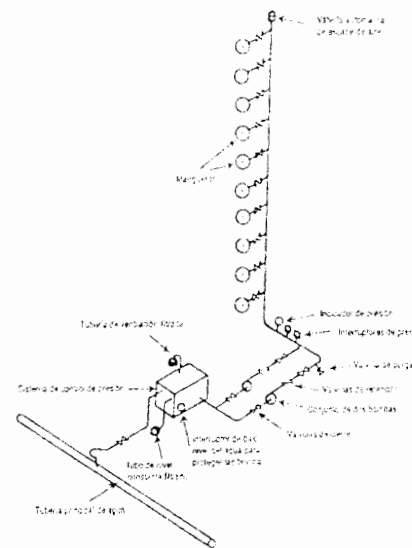


FIG. 5.13 INSTALACION DE MANGUERAS CONTRA INCENDIOS CON EQUIPO DE BOMBEO

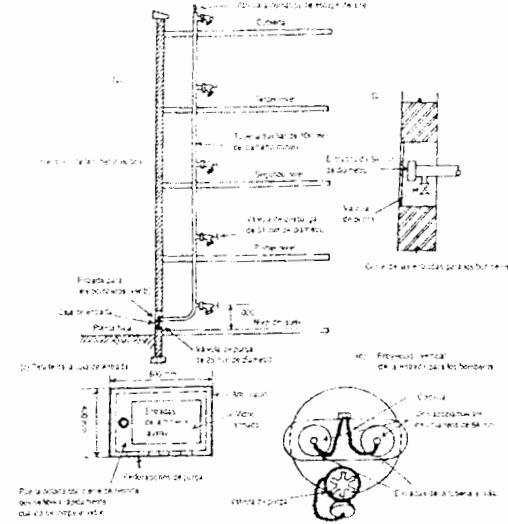


FIG. 5.14 ESQUEMA DE UNA TUBERIA AUXILIAR PARA CASOS DE INCENDIO

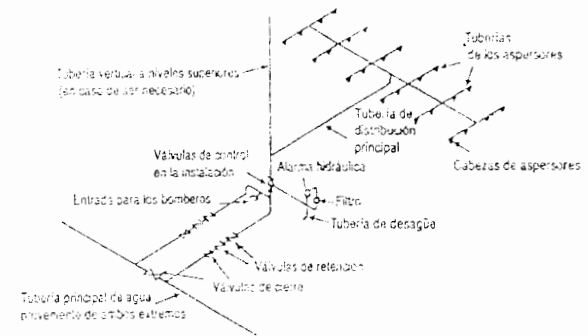


FIG. 5.15 INSTALACION TÍPICA DE UN SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS POR ASPERSIÓN

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.

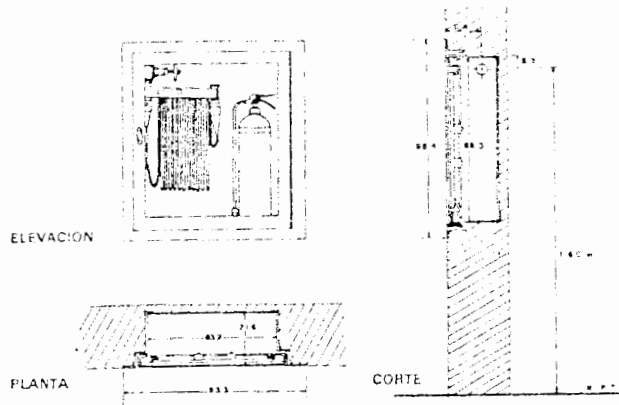


FIG. 5.12 GABINETE DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO DE EMPOTRAR

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

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 raíces 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

Bombas

El número 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 operarían, 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

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 PRODUCCIÓN 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

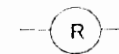
6.1 CONOCIMIENTOS BASICOS

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 desciende (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:



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 ϕ 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 t/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:

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

Ejemplo $7.57 \text{ Its/seg} \times 300 = 2.271 \text{ Its}$

Se recomienda un tanque de 2500 Its

GASTO DE BOMBEO (l.p.s.)	DIMENSIONES DEL TANQUE		
	VOLUMEN (lts.)	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:

$$Q = \frac{V_t}{2000} \left[\frac{P_b}{P_{at}} (1-W) - 1 \right]$$

En la que:

Q = Gasto de aire libre de la compresora, a la altitud sobre el nivel del mar del lugar, en m^3/hora

V_t = Volumen del tanque, en litros

P_b = Presión baja o de arranque de la bomba, dentro del tanque kg/cm^2 absolutos

P_{at} = Presión atmosférica del lugar, en kg/cm^2

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

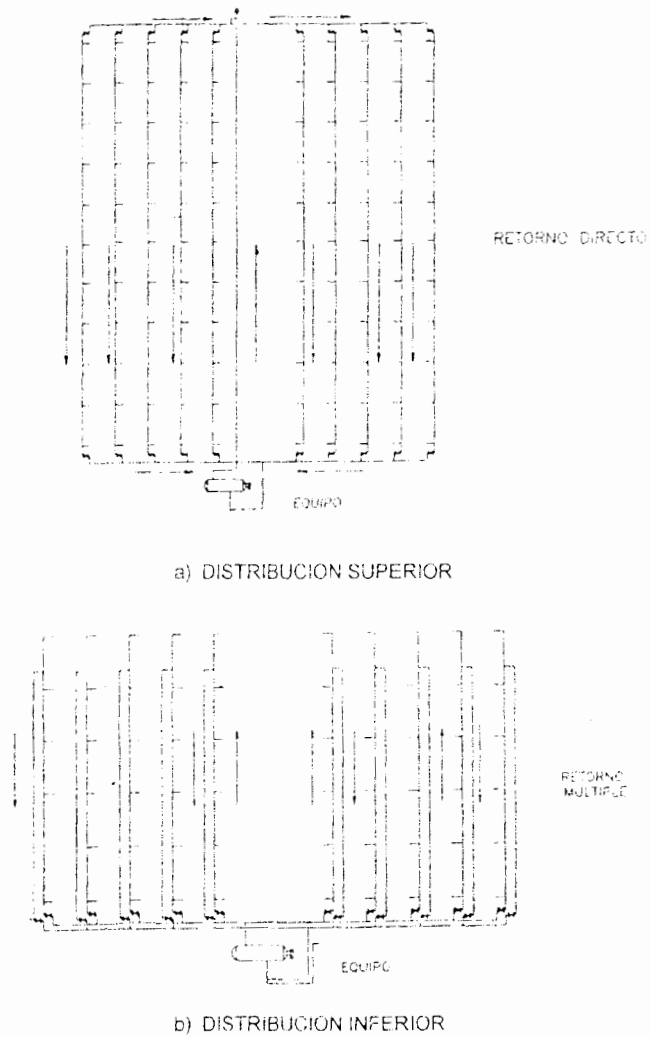


FIG. 6 2 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE

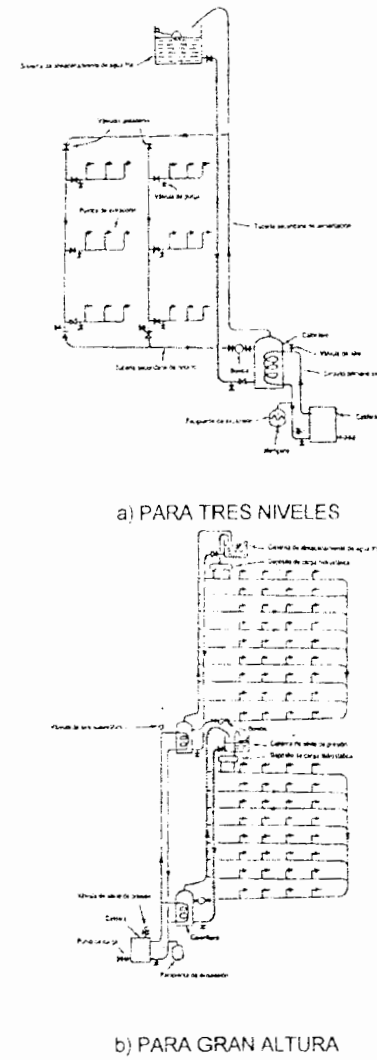


FIG. 6 3 SISTFMA DE SÚMINISTRO DE AGUA CALIENTE EN EDIFICIOS

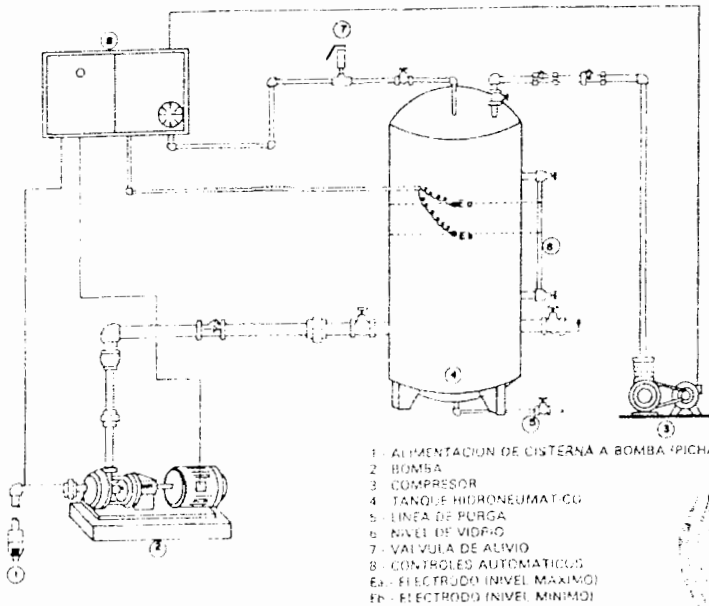


FIG. 5.8 EQUIPO HIDRONEUMÁTICO TRADICIONAL.

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 forza el agua del tanque a fluir por el venturi 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

el flujo del agua se detenga entre el tanque y la bomba, antes de que el aire se pueda llevar dentro de la succión de la misma. Con la válvula de flotador cerrada, el aire se comprime a la misma presión que la del tanque y así permanece hasta que la bomba se detiene. Entonces la presión en la entrada de la succión llega a ser igual a la del tanque, el flotador se eleva y el agua pasa al tanque a la bomba y termina dentro del "supercargador", el aire acumulado en éste se forza así al exterior y dentro del tanque de presión. Cuando el nivel del agua del tanque sube arriba de la entrada del supercargador, esto automáticamente empieza otra vez a rellenar aire.

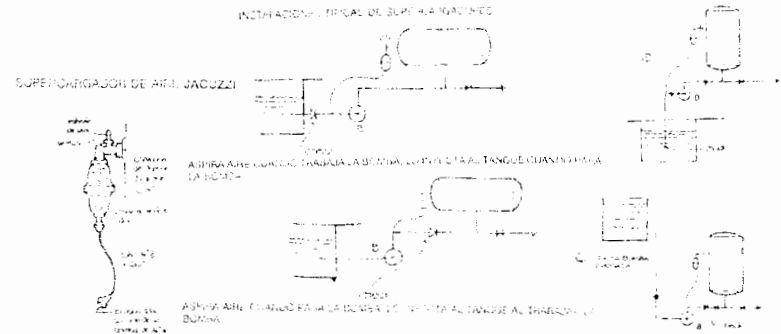


FIG. 5.9 INSTALACION DEL SUPERCARGADOR HIDRONEUMÁTICO PRECARGADO (CON MEMBRANA O DIAFRAGMA)

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 está 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 ¾ 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.

G- 613159

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, gasoleo 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.

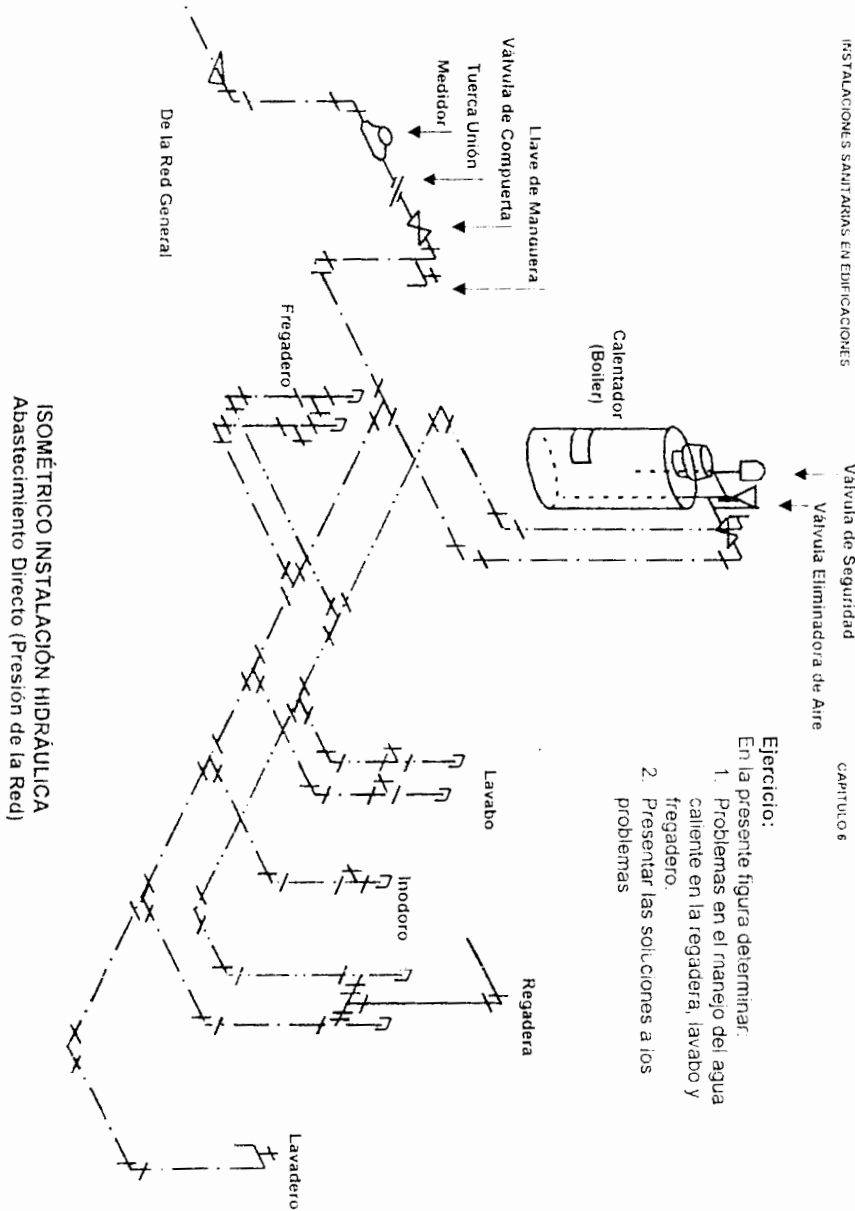
Los calentadores deben localizarse lo más cerca posible del o de los puntos de mayor consumo de agua caliente o bien del punto donde se necesita la mayor temperatura

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.

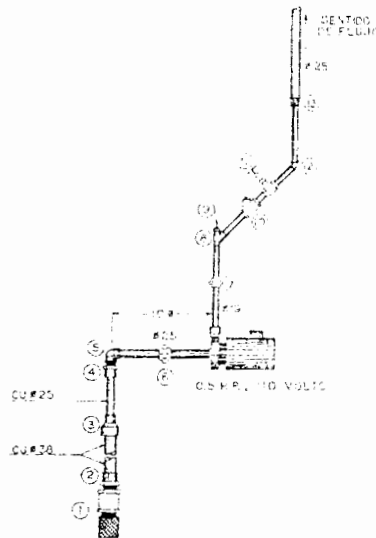
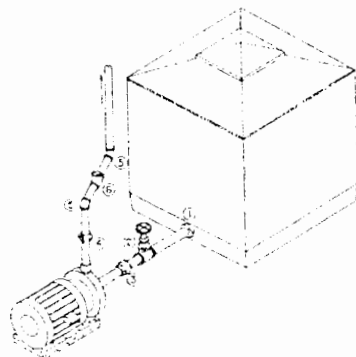
1. Calentadores de leña
2. Calentadores de gas
3. Calentadores eléctricos



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

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

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



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

Se puede prescindir de la válvula de compuerte 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 le rebota 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 HIDRONEUMATICO

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.

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:

- No existe combustión, por lo que no requiere suministro de aire para lograrla.
- No requiere chimeneas ni tuberías de ventilación.
- Es un sistema limpio, desde el punto de vista ecológico.
- 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.

CARACTERISTICAS 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 más 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:

- 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.
- Puede utilizarse un combustible barato como lo son el diesel o el gas.
- Se reduce considerablemente el riesgo de un incendio en el interior del edificio y en todo caso se confina al cuarto de calderas.
- Al tener una planta de calderas, se reduce el mantenimiento.

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 MOTOROMBAS

No.	HP	VOLTS	RPM	CICLOS	SUCCION Y DESCARGA
1460	¼	115	3450	60	1" X ¾"
1450	¼	115	2850	50	1" X ¾"
1260	½	115/230	3450	60	1 ¼" X 1"
1250	½	115/230	2850	50	1 ¼" X 1"
1060	1	115/230	3450	60	1 ¼" X 1"
1050	1	115/230	2850	50	1 ¼" X 1"

RENDIMIENTO ¼" HP

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

RENDIMIENTO ½" 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

RENDIMIENTO 1 HP

ALTURA	No. 1050 (LPM)	No. 1060 (LPM)1
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

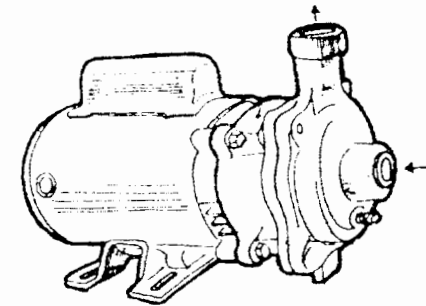


FIG. 5.3 MOTOBOMBA PEQUEÑA

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

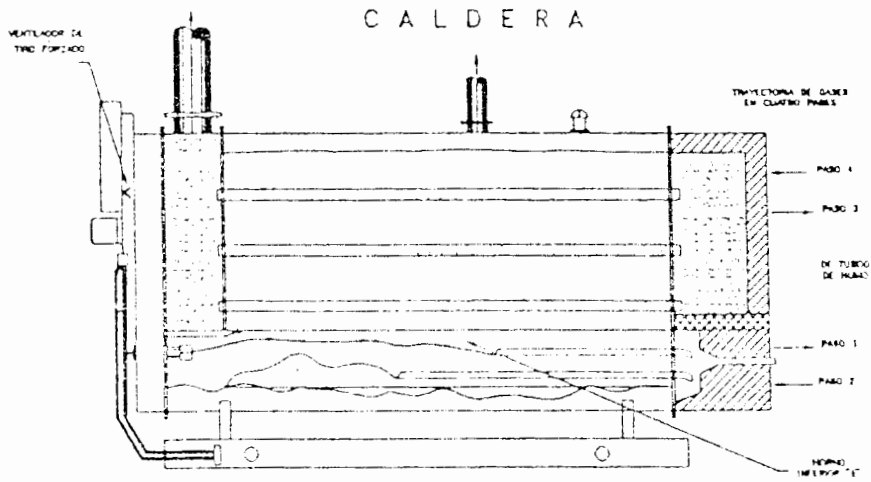


FIG. 6.7 GENERADORES DE VAPOR DE TUBOS DE HUMO

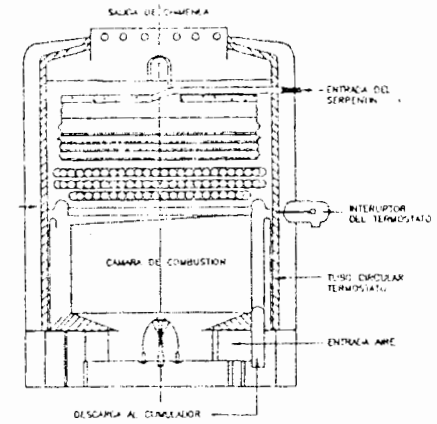


FIG. 6.8 GENERADORES DE VAPOR DE TUBOS DE AGUA

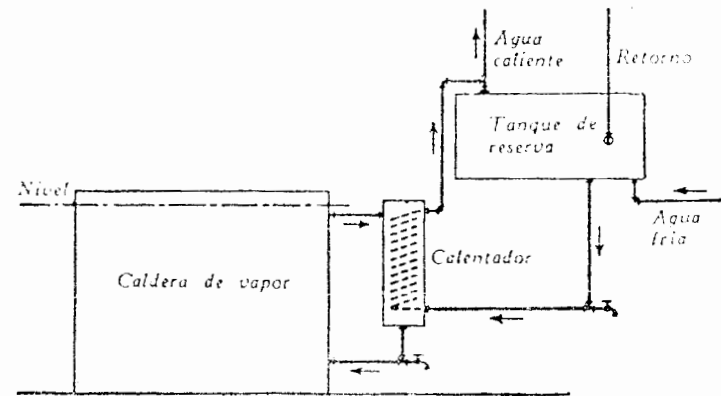


FIG. 6.9 INSTALACION DE AGUA CALIENTE CON CALDERA DE VAPOR

$$CNPS_R = P_{at} \leq P_v - h_{es} - h_s$$

- 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
 Δ = Diferencia 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
 Δ = Dif. entre H_w calculada y H_w
 $H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + \Delta$

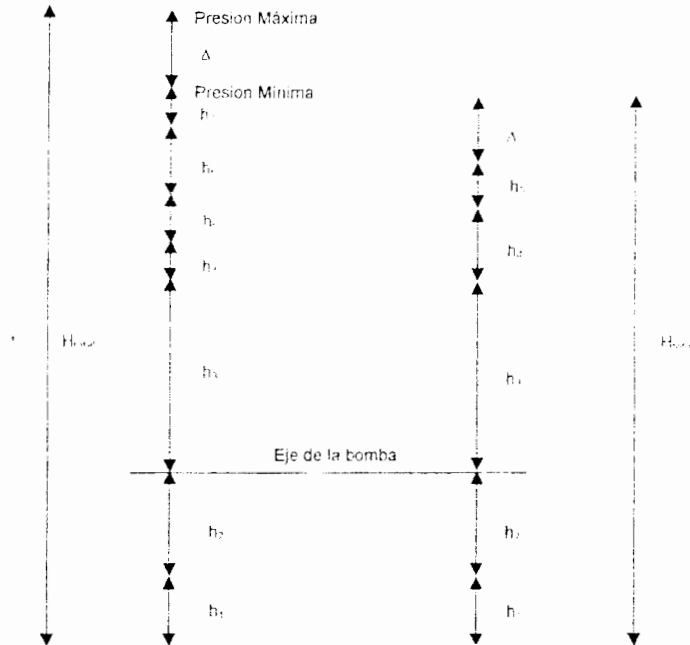


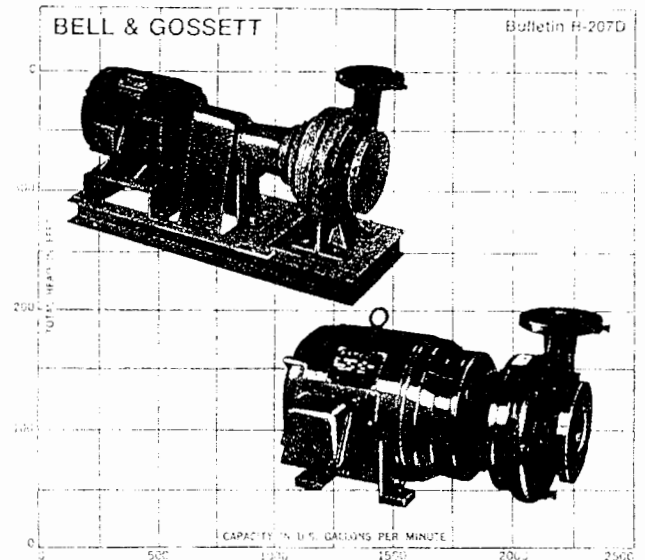
Fig. 5.1 DETERMINACION DE LA CARGA NECESARIA PARA EL DISEÑO DE

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 1/4 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



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 plañd 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 extremo	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 más 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.

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, esta 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_s)

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_{sd}) más la carga, o altura, de succión (h_{ss}), (que generalmente es de 5 metros); o sea

$$h_t = h_{sd} + h_{ss}$$

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 incostruible 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 ΔT (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 (ΔT) para la capacidad de recuperación en L/hora

$$R = \Delta \cdot CR \cdot \Delta T$$

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)

ΔT = 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 (ΔT) 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:

$$Q = K \cdot \frac{R}{\Delta T} \text{ litros/segundo}$$

K=constante de conversión de unidades = 7.01×10^{-5}

6. Calcular el sistema de distribución, tal como se hace para el agua fría utilizando el sistema de unidades-muelle

Procedimiento para Dimensionar las Tuberías de retorno (Ejemplo)

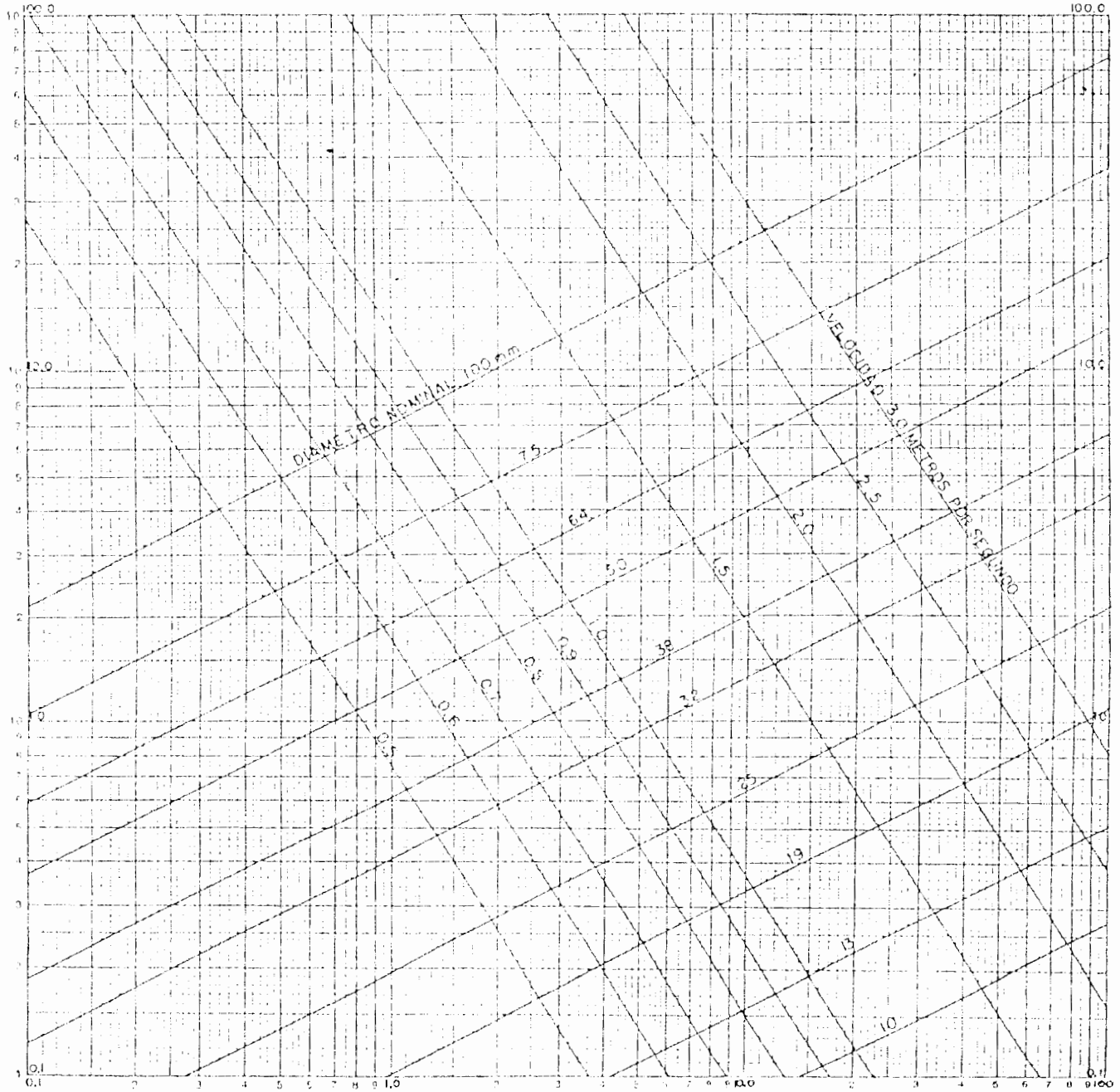
Para una mejor comprensión del procedimiento de cálculo, se anexa el croquis de una red de distribución de agua caliente con su red de retorno (figura 6.14), así como su plantilla de cálculo (PÁGINA 30), se utilizan además las tablas 6.5 y 6.6.

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

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

69



GASTO EN LITROS POR SEGUNDO

N O T A: 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

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 ramificara 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:

d) Pérdida total de calor para el circuito (3)	Kcal/h	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)	Kcal/h	1 866

$$FDG_{(3)} = \frac{1133}{1133 + 384} = 0.75$$

$$FDG_{(4)} = \frac{384}{1133 + 384} = 0.25$$

e) Pérdida total de calor para el circuito (8)	Kcal/h	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

$$FDG_{(5)} = \frac{541}{541 + 496} = 0.52$$

$$FDG_{(8)} = \frac{496}{541 + 496} = 0.48$$

f) Pérdida total de calor para el circuito (5)	Kcal/h	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

$$FDG_{(6)} = \frac{1866}{1866 + 1240} = 0.60$$

$$FDG_{(8)} = \frac{1240}{1866 + 1240} = 0.40$$

g) Pérdida total de calor para el circuito (10)	Kcal/h	481
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

h) Pérdida total de calor para el circuito (9)	Kcal/h	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

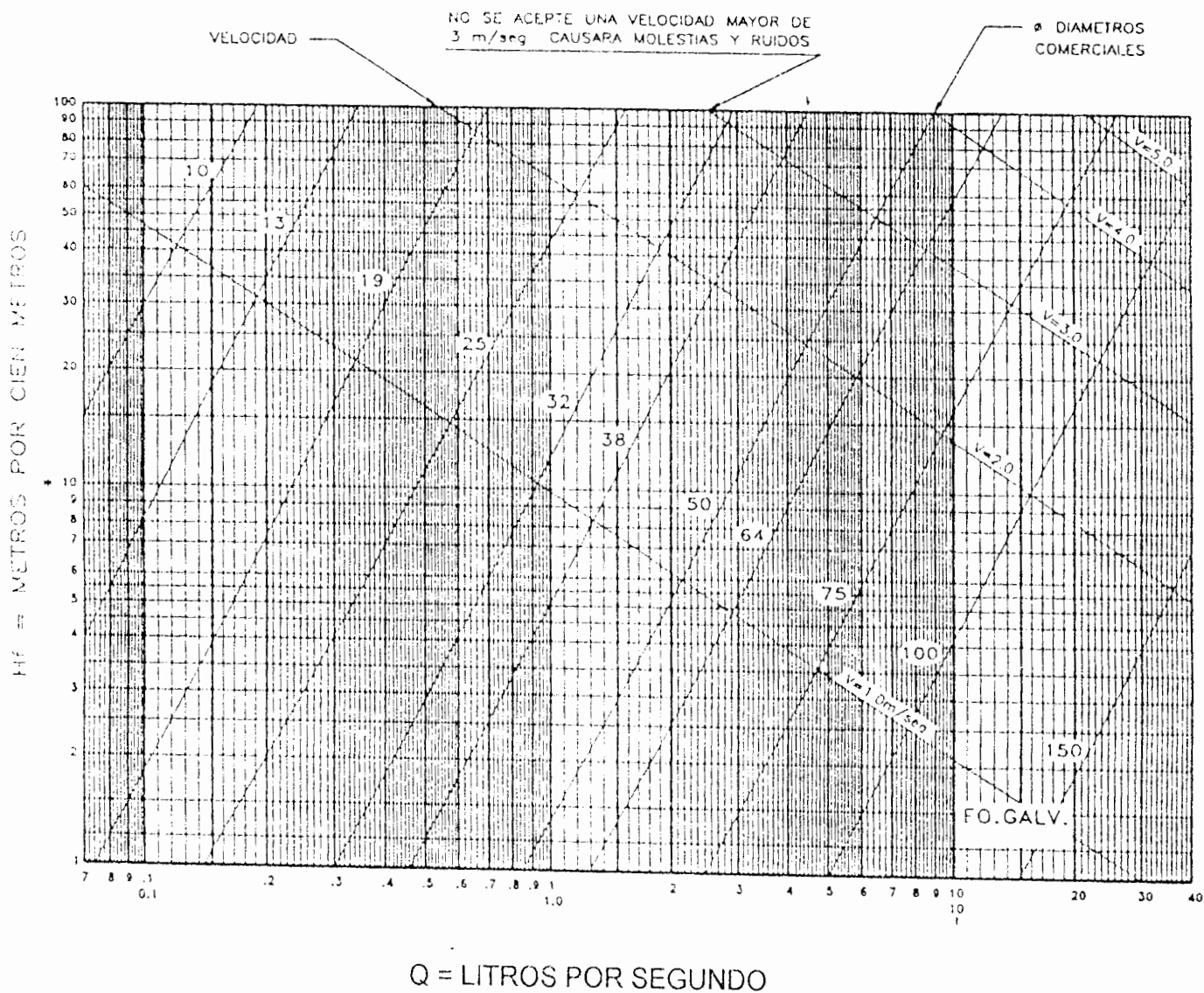
5 Calcule los gastos requeridos de agua caliente para reponer esas pérdidas de calor en cada circuito. Considere que la diferencial de temperatura con la que operará el sistema es de 10°C, por lo que la cantidad de calor proporcionada por la circulación de 1.0 litro por segundo, o sean 3 600 litros por 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 $5 660/36000 = 0.1572$ 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:

$$Q_{(12)} = Q_{(13)} \times FDG_{(12)} = 0.1572 \times 0.25 = 0.0393 \text{ l.p.s}$$

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

CIRCULO	CANTIDAD	TIPO DE SERVICIO				GASTO REAL DEL CIRCUITO	FACTOR DE DISTRIBUCION	SUMA CIRCULOS ANTERIORES	TOTAL EN EL CIRCUITO	METRO DE AGUA CALIENTE		PERSONAS POR PERSONA, A ORO	
		DIAZ	DIAZ	DIAZ	DIAZ					CALOR	CALOR	M	M
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	

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 "
OFINAS Y TIENDAS DE AUTOSERVICIOS	7.5 "

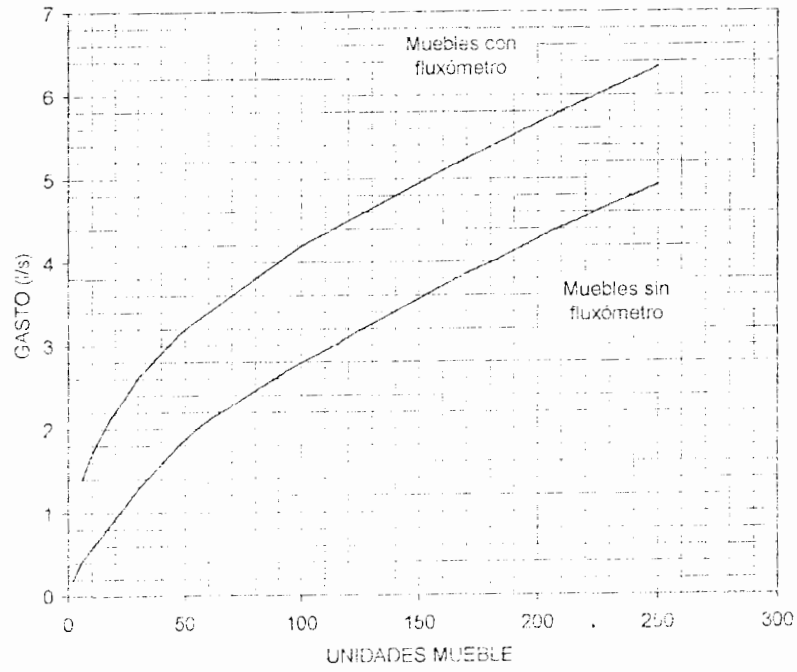


FIGURA 4.7 OBTENCIÓN DE GASTOS MEDIANTE UNIDADES – MUEBLE.
(Curvas para gastos pequeños)

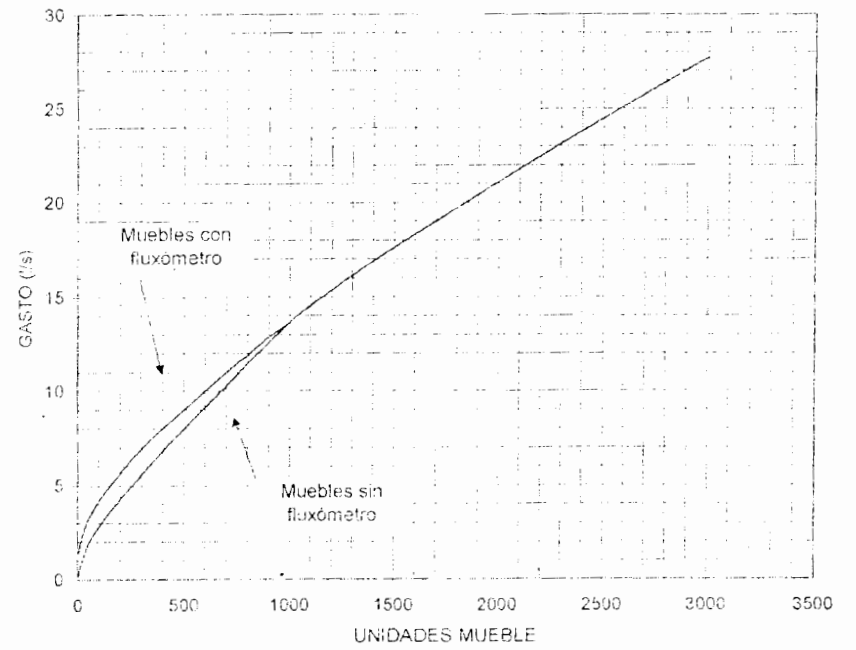


FIGURA 4.8 OBTENCIÓN DE GASTOS MEDIANTE UNIDADES – MUEBLE.
(Curvas para grandes gastos)

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 público		1.00	1.00	1.00
Tina	1.5	1.5		
Lava-vajillas	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	2719
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	1200	960	2099	1837	1590
25	1712	1424	1131	2451	2164	1874
32	1967	1636	1299	2827	2486	2153
38	2218	1849	1465	3189	2804	2429
50	2187	1820	1445	3144	2785	2394
64	2565	2131	1692	3682	3238	2804

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
452	7.91	8.40	530	9.14	10.24	786	11.24	11.74
494	7.93	8.94	635	8.54	10.35	785	11.30	11.79
496	7.95	8.96	640	9.59	10.40	790	11.36	11.82
498	7.97	8.98	645	9.65	10.45	795	11.42	11.88
500	7.99	9.00	650	9.71	10.50	800	11.48	11.94
505	8.04	9.05	655	9.77	10.55	805	11.54	11.99
510	8.10	9.10	660	9.83	10.60	810	11.60	12.00
515	8.16	9.16	665	9.89	10.66	815	11.66	12.06
520	8.22	9.20	670	9.95	10.70	820	11.71	12.10
525	8.28	9.25	675	10.00	10.75	825	11.76	12.15
530	8.34	9.30	680	10.06	10.80	830	11.82	12.20
535	8.40	9.35	685	10.10	10.85	835	11.87	12.25
540	8.46	9.40	690	10.15	10.90	840	11.93	12.30
545	8.51	9.45	695	10.20	10.95	845	11.98	12.35
550	8.56	9.50	700	10.25	11.00	850	12.04	12.40
555	8.62	9.55	705	10.30	11.05	855	12.09	12.45
560	8.68	9.60	710	10.35	11.10	860	12.15	12.50
565	8.74	9.65	715	10.40	11.15	865	12.20	12.55
570	8.80	9.70	720	10.45	11.20	870	12.26	12.60
575	8.86	9.75	725	10.50	11.25	875	12.31	12.65
580	8.92	9.80	730	10.55	11.30	880	12.37	12.70
585	8.98	9.85	735	10.60	11.35	885	12.42	12.75
590	9.04	9.90	740	10.65	11.40	890	12.48	12.80
595	9.10	9.95	745	10.70	11.45	895	12.53	12.84
600	9.16	10.00	750	10.75	11.50	900	12.59	12.88
605	9.22	10.05	755	10.80	11.55	905	12.64	12.92
610	9.28	10.10	760	10.85	11.60	910	12.70	12.96
615	9.34	10.15	765	10.90	11.65	915	12.75	13.00
620	9.40	10.20	770	10.95	11.70	920	12.81	13.04
625	9.46	10.25	775	11.00	11.75	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
835	12.97	13.17	955	13.19	13.37	980	13.47	13.52
930	12.97	13.18	960	13.25	13.36	985	13.52	13.56
940	13.03	13.20	965	13.30	13.40	990	13.57	13.60
945	13.08	13.24	970	13.36	13.44	995	13.63	13.65
950	13.14	13.29	975	13.41	13.48	1000	13.68	13.69

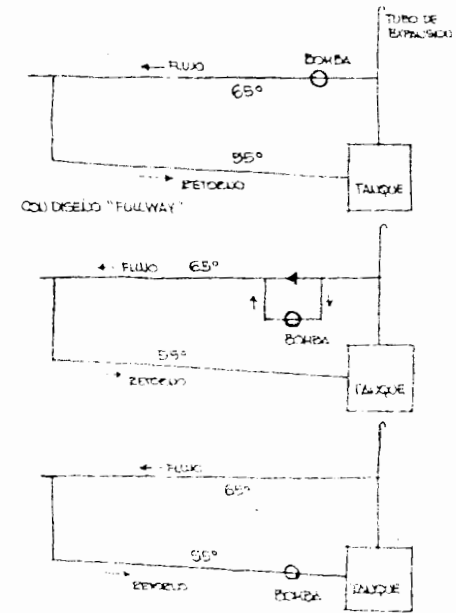
A PARTIR DE 1000 UM LOS GASTOS PROBABLES PARA MUEBLES CON O SIN FLUXOMETRO SON IGUALES

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE
1010	13.73	1020	13.81	1430	17.12	1640	18.90
1020	13.87	1030	13.90	1440	17.19	1650	18.97
1030	13.96	1040	13.97	1450	17.26	1660	19.04
1040	14.05	1050	14.05	1460	17.33	1670	19.11
1050	14.14	1060	14.14	1470	17.40	1680	19.18
1060	14.22	1070	14.21	1480	17.47	1690	19.25
1070	14.30	1080	14.29	1490	17.54	1700	19.30
1080	14.38	1090	14.36	1500	17.61	1710	19.36
1090	14.46	1100	14.43	1510	17.68	1720	19.41
1100	14.54	1110	14.51	1520	17.75	1730	19.46
1110	14.63	1120	14.58	1530	17.82	1740	19.50
1120	14.71	1130	14.65	1540	17.89	1750	19.55
1130	14.79	1140	14.72	1550	17.96	1760	19.60
1140	14.87	1150	14.79	1560	18.04	1770	19.65
1150	14.95	1160	14.86	1570	18.11	1780	19.68
1160	15.03	1170	14.93	1580	18.18	1790	19.71
1170	15.11	1180	15.00	1590	18.25	1800	19.74
1180	15.19	1190	15.07	1600	18.32	1810	19.77
1190	15.27	1200	15.14	1610	18.39	1820	19.80
1200	15.35	1210	15.21	1620	18.46	1830	19.83
1210	15.43	1220	15.28	1630	18.53	1840	19.86

CUADRO 4.5

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

UNIDADES MUEBLE CALCULO DE GASTOS EN OTROS TIPOS DE EDIFICIOS

MUEBLE	TIPO DE USO	UNIDADES - MUEBLE		
		TOTAL	AGUA FRÍA	AGUA CALIENTE
Grupo de Baños Completo				
Inodoro con fluxómetro	Privado	3	2	1.5
Inodoro con tanque	Privado	2	2	1.5
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	1.5	1.5
Regadera	Privado	2	1.5	1.5
Cocineta	Privado	2	1.5	1.5
Fregadero de cocina	Privado	2	1.5	1.5
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	1.5	1.5
Inodoro con fluxómetro	Público	5	5	=====
Inodoro con tanque	Público	2	2	=====
Lavabo	Público	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	2.71	3.64
2	0.19		32	1.34	2.67	74	2.75	3.68
3	0.25		33	1.37	2.73	76	2.79	3.72
4	0.31		34	1.40	2.79	78	2.83	3.76
5	0.37	1.30	35	1.43	2.76	80	2.87	3.80
6	0.42	1.34	36	1.46	2.79	82	2.91	3.84
7	0.45	1.40	37	1.49	2.82	84	2.95	3.88
8	0.50	1.46	38	1.52	2.85	86	2.99	3.92
9	0.54	1.63	39	1.53	2.88	88	3.03	3.96
10	0.58	1.70	40	1.56	2.91	90	3.07	4.00
11	0.61	1.76	41	1.57	2.94	92	3.11	4.04
12	0.65	1.87	42	1.59	2.97	94	3.15	4.08
13	0.68	1.86	43	1.62	3.00	96	3.19	4.12
14	0.72	1.93	44	1.65	3.03	98	3.23	4.16
15	0.75	1.96	45	1.73	3.06	100	3.27	4.20
16	0.79	2.03	46	1.76	3.09	102	3.31	4.24
17	0.82	2.08	47	1.79	3.12	104	3.35	4.28
18	0.86	2.15	48	1.82	3.15	106	3.39	4.32
19	0.89	2.17	49	1.84	3.18	108	3.43	4.36
20	0.93	2.21	50	1.87	3.20	110	3.47	4.40
21	0.96	2.25	52	1.92	3.24	112	3.51	4.44
22	1.00	2.29	54	1.97	3.28	114	3.55	4.48
23	1.04	2.34	56	2.02	3.32	116	3.59	4.52
24	1.07	2.07	58	2.06	3.36	118	3.63	4.56
25	1.10	2.41	60	2.10	3.40	120	3.67	4.60
26	1.14	2.45	62	2.14	3.44	122	3.71	4.64
27	1.17	2.49	64	2.17	3.48	124	3.75	4.68
28	1.21	2.53	66	2.21	3.52	126	3.79	4.72
29	1.24	2.57	68	2.24	3.56	128	3.83	4.76
30	1.28	2.61	70	2.28	3.60	130	3.87	4.80

CUADRO 4.5

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 requerido para el tanque de almacenamiento de agua de 1500 litros

$$\begin{aligned} \text{Temperatura inicial } & 18^{\circ}\text{C} \\ \text{Temperatura final } & 63^{\circ}\text{C} \\ \text{Diferencia } & 45^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

$$1500 \text{ litros} \times 45^{\circ}\text{C} = 67,500 \text{ kilocalorías/hora}$$

$$\text{Poder calorífico del gas L.P.} = 22,400 \text{ Kcal/m}^3$$

$$\frac{67,500 \text{ kilocalorías}}{22,400} = 3.0 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$\text{Poder calorífico del líquido del gas L.P.} = 6,000 \text{ Kcal/litro}$$

$$\frac{67,500 \text{ kilocalorías}}{6,000} = 11.25 \text{ litros/hora}$$

Tanque de almacenamiento de gas L.P.

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de 300 litros vaporiza } & 2.193 \text{ m}^3/\text{hora} \\ & 7,543 \text{ litros/hora} \\ & 49,143 \text{ kilocalorías} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de 500 litros vaporiza } & 3.616 \text{ m}^3/\text{hora} \\ & 12,439 \text{ litros/hora} \\ & 81,020 \text{ kilocalorías} \end{aligned}$$

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: $25 \times 5 \times 100 \text{ L/P} = 1250 \text{ lts}$

Soluciones

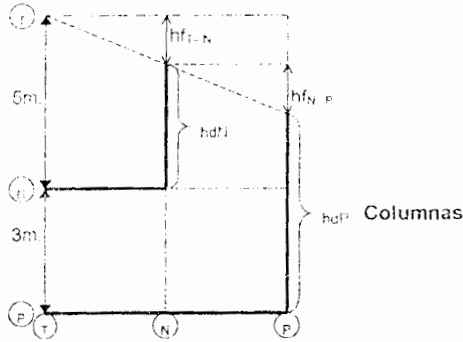
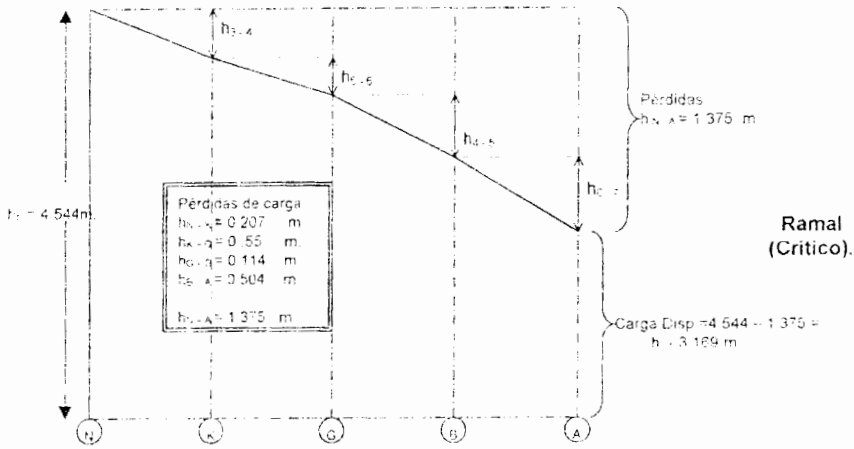
1o. Utilizando la tabla 6.8

- Capacidad de caldera con tanque de almacenamiento: $12,500 \times 1/8 = 1562 \text{ L.P.H}$
- Capacidad del tanque: $12,500 \times 1/4 = 3125 = 3,200 \text{ lts}$
- Capacidad de caldera para calentamiento al paso (sin tanque de almacenamiento): $12,550 \times 1/4 = 3450 \text{ L.P.H.}$

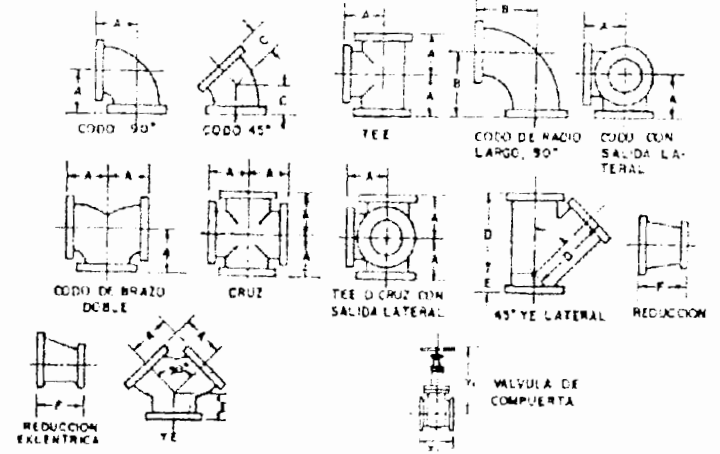
2o. Utilizando la tabla 6.9

- Probable demanda máxima: $12,550 \times 1/7 = 1,786 \text{ L.P.H.}$
- Capacidad tanque de almacenamiento: $25 \times 5 \times 100/5 = 2500 \text{ lts}$
- Agua a extraerse del tanque en una hora pico = $2500 \times 0.75/4 = 460 \text{ L.P.H}$
- Capacidad equipo de calentamiento: $1786 - 460 = 1326 = 1,400 \text{ L.P.H}$
- Entrega de la caldera en Kcal/hora considerando un aumento de temperatura del agua (gradiente de temperatura) de $60^{\circ} - 15^{\circ} = 45^{\circ} \text{ C}$, tenemos $1400 \times 45^{\circ}\text{C} = 63,000 \text{ Kcal/hora}$

- 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 Interna 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	149	44	-	106	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 - 1/2	63	127	177	76	241	63	140	177	17	190	348
3	76	140	197	76	254	76	152	190	19	203	394
3 - 1/2	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	1239
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	1066	787	1435	533	-	-	1067	1346	67	838	2692
48	1219	864	1625	610	-	-	1219	1511	70	914	2895

Dimensiones de accesorios (Normas ASA)

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:

$$750 \times 155 = 116,250 \text{ Kcal/hora}$$

$$750 \times 0.8 \times 252 \times 585 / 760 = 116,364 \text{ Kcal/h}$$

$$(\text{modelo}) \times (\text{rendimiento}) \times (\text{BTU}) \times (\text{mm/hg}) = \text{Kcal/h}$$

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 60% 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 $25,200 \times 0.8 = 20,160 \text{ Kcal/h}$ al nivel del mar, a cualquier altitud por ejemplo Aguascalientes (612 mm Hg) entregará $20,160 \times 612/760 = 16,230 \text{ Kcal/hora}$ o sea 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)

$$\frac{2046.3 \times 1.25}{0.75} = 3410.5 \text{ litros}$$

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)

CASO II

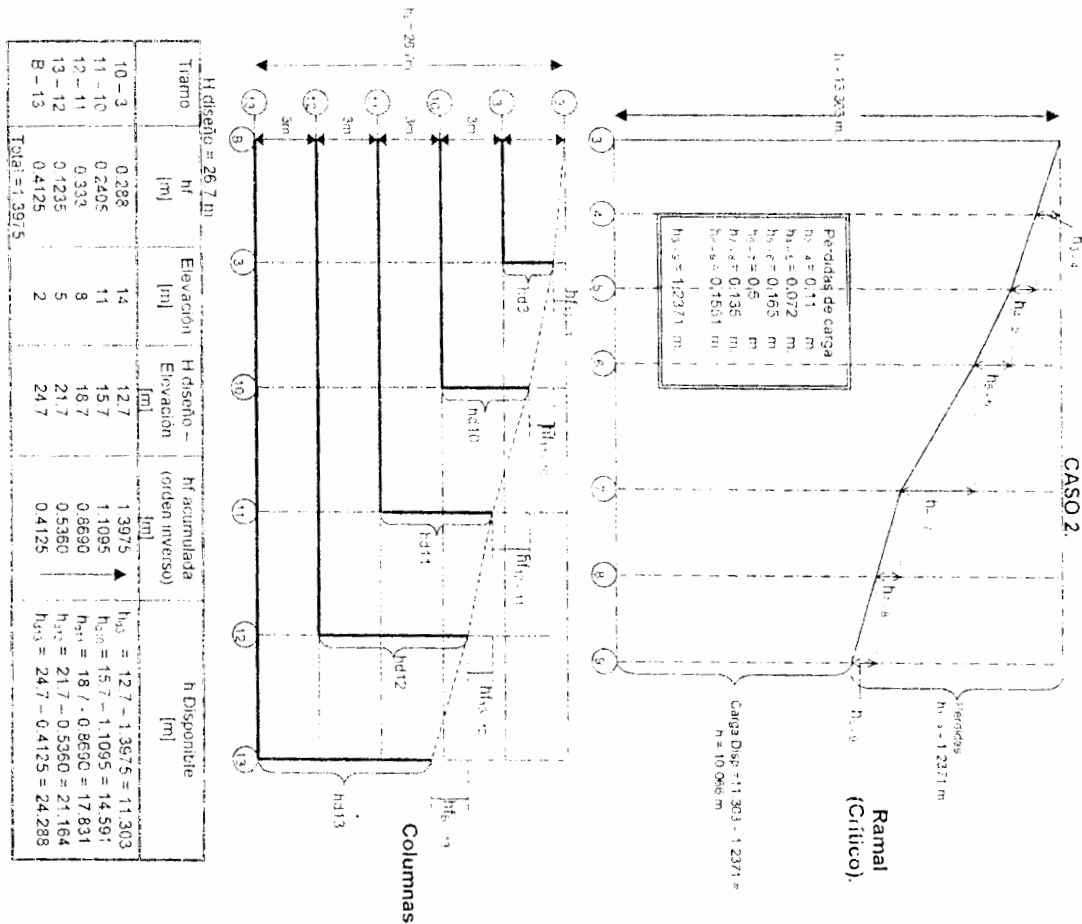
Obra EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS - ALIMENTACIÓN DIRECTA Hoja JNO De UNO

Localidad MÉXICO, D.F. Fecha ENERO 2001.



TRAMO	UNIDADES MUEBLE		GASTO LPS	DIAM (mm)	VEL (m/seg)	Hf % m/100 m	MEDIDAS	LONGITUDES				TOTAL EQ	Hf Tramo (m)	Hf Acumulado tramo (m)	CARGAS	
	PUNTO	ACUM						CONEXIONES							ESTÁTICA	DISPONIBLE
								PIEZA	CANT	Le	Δ Le					
RAMALES (COBRE T.P.O.M)																
8-9	8	8	1.56	38	1.3	5.5	1	Codo	1/1	1.5/1.32	1.82	2.82	0.1551	1.2371	11.303	10.066
7-8	6	14	1.93	38	1.6	9	1	T	1	0.5	0.5	1.5	0.135	1.082	11.303	10.221
6-7	4	18	2.13	38	1.2	10	5	T	2	0.5	10	6	0.6	0.947	11.303	10.356
5-6	1	19	2.17	38	1.8	11	1	T	1	0.5	0.5	1.5	0.165	0.347	11.303	10.956
4-5	6	25	2.41	50	1.3	4.5	1	T	1	0.6	0.6	1.6	0.072	0.182	11.303	11.121
3-4	4	29	2.57	50	1.4	5	1	T	2	0.6	1.2	2.2	0.11	0.11	11.303	11.193
													Σ = 1.2371			
COLUMNA (FIERRO GALVANIZADO)																
B-13	29	145	4.88	75	1.1	3.75	4	T/T	1/1	6.20/0.8	7	11	0.4125	0.4125	24.7	24.288
13-12	29	116	4.44	75	0.9	3.25	3	T	1	0.8	0.8	3.8	0.1235	0.536	21.7	21.164
12-11	29	87	3.95	64	1.5	9	3	T	1	0.7	0.7	3.7	0.333	0.869	18.7	17.831
11-10	29	58	3.36	64	1.2	6.5	3	T	1	0.7	0.7	3.7	0.2405	1.1095	15.7	14.591
10-3	29	29	2.57	50	1.2	8	3	T	1	0.6	0.6	3.6	0.288	1.3975	12.7	11.303
													Σ = 1.3975			
NOTÉSE QUE LA CARGA DISPONIBLE EN EL TRAMO 10-3 DE LA COLUMNA ES LA CARGA ESTÁTICA EN EL RAMAL 3-9																

57



m) Calderas para calentamiento de una alberca con 120 m³ 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 m³

Capacidad caldera = 380 x 555 = 210,900 Kcal/hora.

Recordando que 1BTU= 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 = m³ 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 "Hidrotherm", por ejemplo, sería una caldera modelo MR - 420 - LP, con una entrega de calor de (420,000 Btu/h) 0.6 = 336,000Btu/h al nivel del mar, o sea 336,000 x 565 / 760 = 258,931 Kcal/h a 2,240 m de altura sobre nivel del mar (565 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

$$\text{CALENT. INICIAL} = \frac{T_2 - T_1}{\Delta T}$$

T₁ = Temperatura inicial del agua

T₂ = 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

T₁ = 15 °C

T₂ = 27 °C

Entrega calor de la caldera = 200,000 Kcal/h

Volumen alberca = 380,000 lts

$$\Delta T = \frac{200,000}{380,000} = 0.52 \text{ °C/hora de serv.}$$

$$\text{CALENT. INICIAL} = \frac{27 - 15}{0.52} = 23 \text{ horas}$$

Las pérdidas de temperatura durante las noches del 90% del periodo 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 m²

Solución:

Aumento de temperatura
27°-13°=14 °C

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 métrico gravitacional es la siguiente:

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

h = Caída de presión en kp/m²

H = Porcentaje de caída de presión $\frac{h}{p} \cdot 100$

p = Presión de trabajo en mm H₂O -kp/m²

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/seg²

y = Peso específico del gas en kp/m³

kp = Kilopondio = kilogramo fuerza

$\frac{V^2}{2g} y$ = Energía cinética en kp-m/m³ = presión dinámica en kp/m²

= mm H₂O (milímetros de columna de agua)

Gasto en volumen.

$$Q(m^3/h) = 3600 \frac{seg}{h} \times \frac{Vm}{seg} \times \frac{\pi D^2}{4} m^2$$

FORMULAS DE POLE, DE COX Y DE WEYMOUTH.

La fórmula del Dr. Pole se utiliza para tuberías a baja presión (27.94 gr/cm³.)

La fórmula de Cox se utiliza para alta presión (1.5 kg/cm²) y gastos hasta 283 m³/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

$$Q = \frac{d^2 h}{2.5 L}$$

En la Dirección General de Normas la fórmula de Pole se usa con la caída de presión (H) en kp/cm², de manera que H = 1000 h, y entonces, llamando C al gasto Q en m³/h medido a 15° C y al nivel del mar.

$$C = \sqrt{\frac{1000 d^2 H}{2.5 L}} = \sqrt{\frac{500 d^2 H}{L}} = 70.7 \sqrt{\frac{d^2 H}{L}}$$

El porcentaje de caída de presión, siempre que no sea mayor de 5% será entonces, para una presión de trabajo p=279.4 mm H₂O (o sea 0.028 kp/cm²) y una presión de gas en las tuberías de distribución para los aparatos de consumo de 26.36 gr/cm³ (263.6 mm H₂O) (Artículo 79 del Reglamento de la Distribución de Gas, Publicado en el "Diario Oficial" de 29 de marzo de 1960)

$$n\% = \frac{100 h}{p} = \frac{100 h}{263.6} = \frac{h}{2.636 d} = \frac{2.5 L C^2}{2.636 d^5} = \frac{5 L C^2}{1.318 d^5}$$

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

$$F = \frac{5}{1.318 d^5}$$

resultar que

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/h·Chm², 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 (C) 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

$$C = \frac{U \cdot S \cdot \ln \frac{\Delta t_g \Delta t_p}{\Delta t_g - \Delta t_p}}{\ln \frac{\Delta t_g - \Delta t_p}{\Delta t_g - \Delta t_p}} \text{ (kcal/h)}$$

estando U en Kcal/h·Chm² 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/cm² en Acapulco y 0.5 kp/cm² en Toluca), tendremos:

$$\Delta t_g = 105^\circ - 15^\circ = 90^\circ \text{C}$$

$$\Delta t_p = 105^\circ - 60^\circ = 45^\circ \text{C}$$

$$U = 1200 \text{ Kcal/h} \cdot \text{Chm}^2$$

$$C = 3000 (60^\circ - 15^\circ) = 135.000 \text{ Kcal/h}$$

despejando

$$S = \frac{C}{U} \times \frac{\ln \frac{\Delta t_g \Delta t_p}{\Delta t_g - \Delta t_p}}{\Delta t_g - \Delta t_p} = \frac{135.000}{1.200} \times \frac{0.693147}{90 - 45}$$

$$S = 1.73 \text{ m}^2 = 18.65 \text{ ft}^2$$

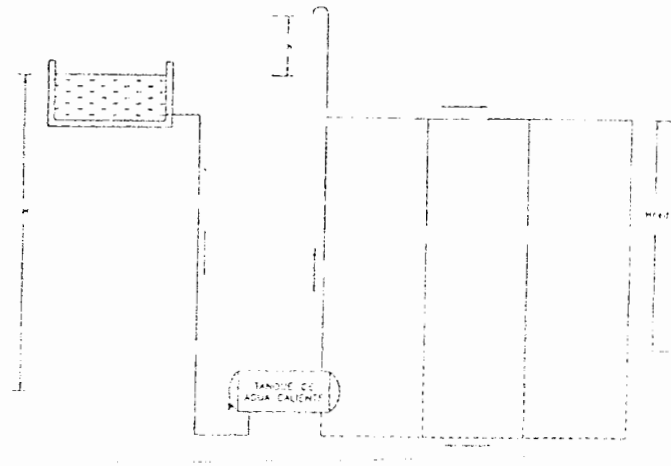
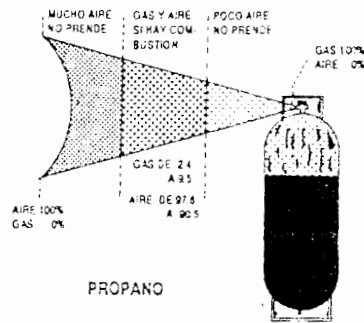


Fig. 6.16 Red de agua caliente con distribución por gravedad.

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 tornará 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.

ocasione 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 descende 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 está 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.

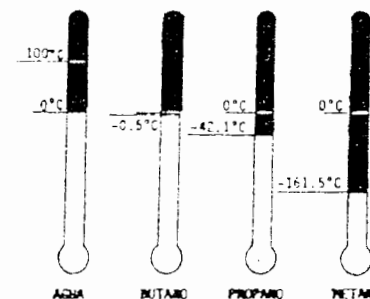
Esta sustancia se mezcla total y libremente con el gas y no es venenosa, no reacciona con los metales comunes y es inofensiva a los diafragmas de los reguladores.

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.

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 desagüe (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.- Relocalizar 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).

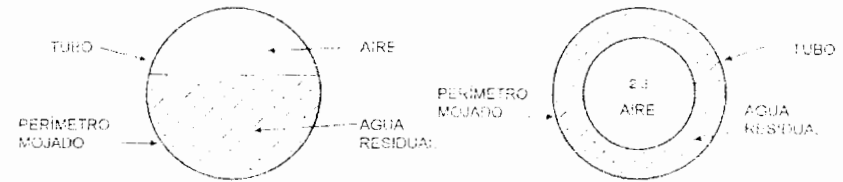


Figura 7.1 Condiciones de diseño para flujo de agua residual en tuberías.

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 más 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.

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.

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 desagüe 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 desciende 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:

- Equilibran las presiones en ambos lados de los obturadores o trampas hidráulicas, evitando la anulación de su efecto.
- 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.
- Al evitar la anulación del efecto de los obturadores o trampas hidráulicas, impiden la entrada de los gases a las habitaciones.
- 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.
- Remueve del sistema los olores y los gases peligrosos.

FIGURA 8.7 DESAGÜE EN JARDINES

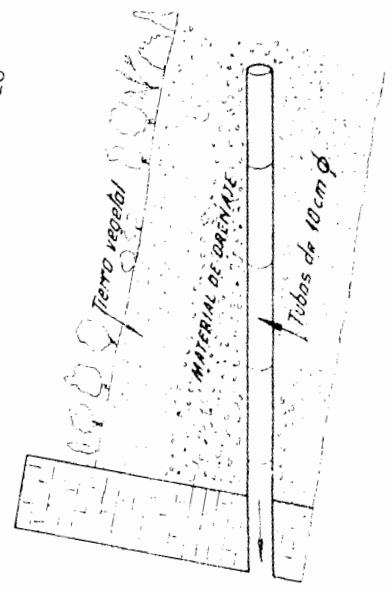
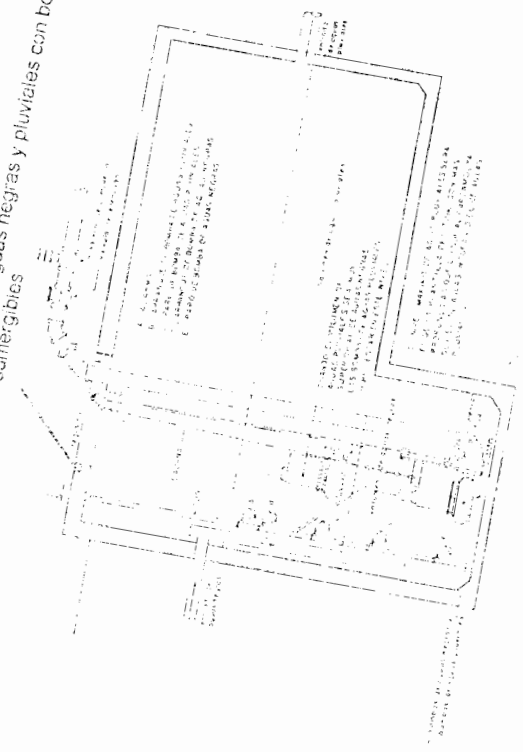


FIGURA 8.8 Corte de carcamo de bombas de aguas negras y pluviales con bombas sumergibles



1º 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.)

2º 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 desagüe 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 Desagües Horizontales

Cuando una ventilación se conecte a una línea horizontal de desagüe, deberá empezar arriba del eje de la tubería de desagüe, 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 conecte. 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.

Pendiente 1.0%					
PRECIPITACION DE DISEÑO mm/hr	AREA TRIBUTARIA EN PROYECCION HORIZONTAL m ² SEGUN DIAMETRO DE LA TUBERIA				
	75	100	150	200	250
50	152	348	990	2 128	3 828
60	127	290	825	1 773	3 190
70	109	249	707	1 520	2 734
80	95	217	619	1 330	2 392
90	84	193	550	1 182	2 127
100	76	174	495	1 064	1 914
110	69	158	450	967	1 740
120	63	145	412	887	1 595
130	58	134	381	818	1 472
140	54	124	364	760	1 367
150	51	116	330	709	1 276
160	47	109	309	665	1 196
170	45	102	291	626	1 126
180	42	97	275	591	1 063
190	40	92	261	560	1 007
200	38	87	247	532	957

Drenajes pluviales horizontales

Pendiente 2%					
PRECIPITACION DE DISEÑO mm/hr	AREA TRIBUTARIA EN PROYECCION HORIZONTAL m ² SEGUN DIAMETRO DE LA TUBERIA				
	75	100	150	200	250
50	214	492	1 376	3 008	5 414
60	178	410	1 163	2 507	4 512
70	153	351	997	2 149	3 867
80	134	307	872	1 880	3 384
90	119	273	776	1 671	3 008
100	107	246	698	1 504	2 707
110	97	224	636	1 367	2 461
120	89	205	582	1 253	2 256
130	82	189	537	1 157	2 082
140	76	176	499	1 074	1 934
150	71	164	465	1 003	1 805
160	67	154	436	940	1 692
170	62	145	411	885	1 592
180	59	137	388	836	1 504
190	56	129	367	792	1 425
200	53	123	349	752	1 353

TABLA 8.7 Drenajes pluviales horizontales

Pendiente 1.5%					
PRECIPITACION DE DISEÑO mm/hr	AREA TRIBUTARIA EN PROYECCION HORIZONTAL m ² SEGUN DIAMETRO DE LA TUBERIA				
	75	100	150	200	250
50	186	426	1 212	2 604	4 688
60	155	355	1 010	2 170	3 907
70	133	304	866	1 860	3 349
80	116	266	757	1 627	2 930
90	103	237	673	1 447	2 604
100	93	213	606	1 302	2 344
110	85	194	551	1 184	2 137
120	77	177	505	1 085	1 953
130	72	164	466	1 002	1 803
140	66	152	427	930	1 674
150	62	142	404	888	1 563
160	58	133	374	814	1 465
170	55	125	350	766	1 378
180	52	118	332	725	1 302
190	49	112	318	685	1 234
200	46	106	303	651	1 172

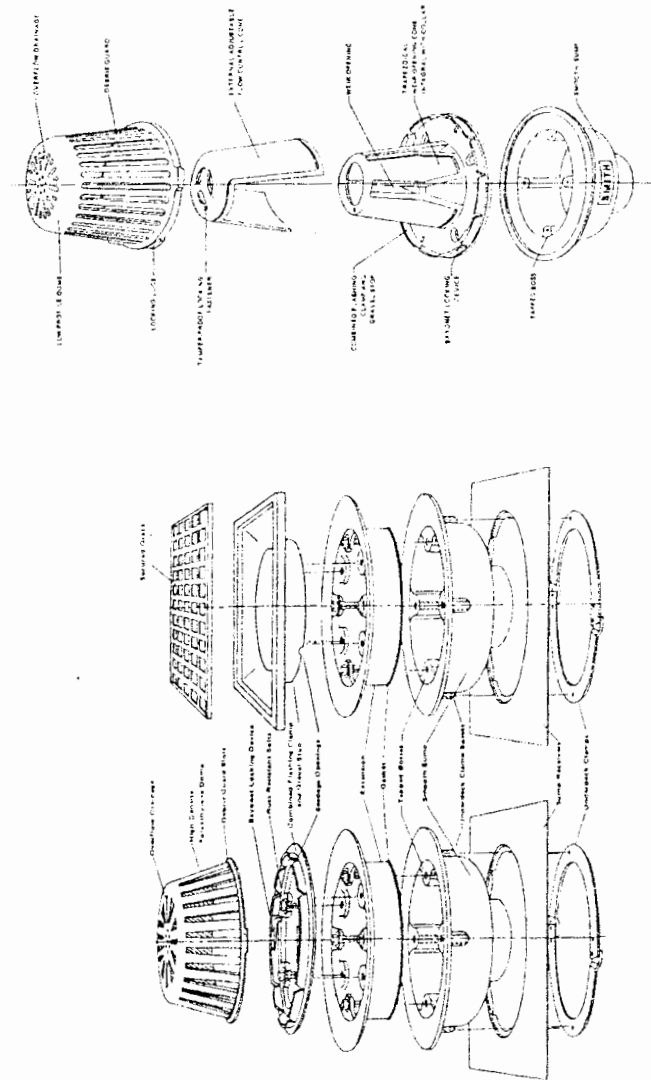
Drenajes pluviales horizontales

PRECIPITACION mm/hr	MAXIMA AREA TRIBUTARIA (m ²) SEGUN DIAMETRO DE LA BAJADA (mm)				
	50	64	75	100	125 150 200
50	136	246	416	668	1 632
60	113	205	347	523	1 300
70	97	176	297	462	1 166 1 820
80	85	154	260	442	1 020 1 592
90	76	137	231	402	907 1 476
100	68	123	208	414	816 1 274 2 737
110	62	112	189	395	742 1 158 2 498
120	57	102	173	365	680 1 062 2 281
130	52	95	160	334	628 980 2 105
140	49	88	149	310	583 910 1 955
150	45	82	137	289	544 841 1 825
160	42	77	130	271	510 795 1 721
170	40	72	122	255	460 749 1 610
180	38	68	116	241	423 709 1 521
190	36	65	109	225	420 671 1 441
200	34	61	104	217	408 637 1 368

TABLA 8.8 Bajadas pluviales

CAPITULO 8

INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES



DRENAJE DE AZOTEA CON CONTROL DE FLUJO

DRENAJE DE AZOTEA

FIGURA 8.4

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 cemento, 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 hierro 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.

Tapones Registros (figura 7.6)

Se pondrán tapones registro en las líneas de desagüe. En las líneas horizontales se proyectarán con una separación máxima de 10 metros y los tapones 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 tapones 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

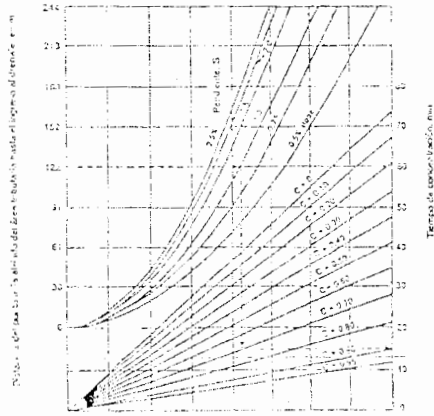
Cada salida de agua claras o negras del edificio deberá desfogar en un registro cuyas dimensiones mínimas serán las siguientes:

- ♦ 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.

GRAFICA 8 5

Gráfica para determinar el tiempo de concentración para escurrimiento superficial



Mano M. (1961) "Manual of sanitary and plumbing for buildings, planning, design and construction", 2da. edición, McGraw-Hill, 1960, Fig. 12-6, "Graph for determining the time of concentration for runoff traveling across the surface of the ground", p. 1-175.

TABLA 6 1

FRACCIÓN MENOR DE MAXIMO EN UN AÑO
 KNIFE POINT DE MAXIMO DEBIDO A LOS EFECTOS DE LA VELOCIDAD
 CON DATOS DE UNAM, ORDENADOS EN ORDEN DE CORTO A LARGO

1945	174.2	1947	147.00	1948	174.62
1946	171.00	1949	149.50	1950	156.90
1947	162.20	1951	145.75	1952	129.80
1948	122.70	1953	136.00	1954	187.00
1949	147.00	1954	129.00	1955	179.00
1950	250.00	1955	142.00	1956	179.00
1951	124.00	1956	132.00	1957	174.00
1952	406.00	1957	148.00	1958	136.00
1953	228.00	1958	132.00	1959	132.00
1954	132.00	1959	132.00	1960	132.00
1955	122.25	1960	132.00	1961	132.00
1956	100.00	1961	132.00	1962	132.00
1957	120.00	1962	132.00	1963	132.00
1958	120.00	1963	132.00	1964	132.00
1959	120.00	1964	132.00	1965	132.00
1960	120.00	1965	132.00	1966	132.00
1961	120.00	1966	132.00	1967	132.00
1962	120.00	1967	132.00	1968	132.00
1963	120.00	1968	132.00	1969	132.00
1964	120.00	1969	132.00	1970	132.00
1965	120.00	1970	132.00	1971	132.00
1966	120.00	1971	132.00	1972	132.00
1967	120.00	1972	132.00	1973	132.00
1968	120.00	1973	132.00	1974	132.00
1969	120.00	1974	132.00	1975	132.00
1970	120.00	1975	132.00	1976	132.00
1971	120.00	1976	132.00	1977	132.00
1972	120.00	1977	132.00	1978	132.00
1973	120.00	1978	132.00	1979	132.00
1974	120.00	1979	132.00	1980	132.00
1975	120.00	1980	132.00	1981	132.00
1976	120.00	1981	132.00	1982	132.00
1977	120.00	1982	132.00	1983	132.00
1978	120.00	1983	132.00	1984	132.00
1979	120.00	1984	132.00	1985	132.00
1980	120.00	1985	132.00	1986	132.00
1981	120.00	1986	132.00	1987	132.00
1982	120.00	1987	132.00	1988	132.00
1983	120.00	1988	132.00	1989	132.00
1984	120.00	1989	132.00	1990	132.00
1985	120.00	1990	132.00	1991	132.00
1986	120.00	1991	132.00	1992	132.00
1987	120.00	1992	132.00	1993	132.00
1988	120.00	1993	132.00	1994	132.00
1989	120.00	1994	132.00	1995	132.00
1990	120.00	1995	132.00	1996	132.00
1991	120.00	1996	132.00	1997	132.00
1992	120.00	1997	132.00	1998	132.00
1993	120.00	1998	132.00	1999	132.00
1994	120.00	1999	132.00	2000	132.00
1995	120.00	2000	132.00		

Promedio de cada periodo de 10 años
 125.10 145.70 170.62

Mediana total de 72 años = 145.90

Intensidad de escurrimiento superficial en un año de 10 años
 1.89 mm/h

TABLA 8 2

TABLA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS REJAS DE VALDES DE ACUERDO CON LOS ESTÁNDARES REALIZADOS EN 1964, POR EL ING. MANUEL A. DE ANDA FLORES, PARA LA CORRECCIÓN CONSIDERADA DE LAS AGUAS DE VALDES PROVENIENTES DE LOS EFECTOS DE LAS LINDRACIONES CON LOS DIÁMETROS NOMINALES Y LOS COEFICIENTES DE RIGIDEZ DE LOS MATERIALES DE LAS REJAS.

BASES DE CÁLCULO: $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning)

Diámetro nominal en mm	Intensidad de precipitación para los primeros cinco minutos de duración expresada en mm/hora			
	75	100	125	150
50	47	11	34	20
64	92	60	27	46
75	104	173	99	87
100	309	258	203	170
150	984	736	590	492
200	2,105	1,626	1,294	1,077
250	3,849	2,887	2,309	1,924

BASES DE CÁLCULO: $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning)

Diámetro nominal en mm	Intensidad de precipitación para los primeros cinco minutos de duración expresada en mm/hora			
	75	100	125	150
50	93	69	56	46
64	120	112	89	72
75	266	199	159	135
100	528	421	338	290
150	1,509	1,192	954	821
200	3,467	2,660	2,080	1,764
250	6,247	4,943	3,870	3,308

ING. MANUEL A. DE ANDA FLORES

TABLA 8 3

TABLA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS REJAS DE VALDES DE ACUERDO CON LOS ESTÁNDARES REALIZADOS EN 1964, POR EL ING. MANUEL A. DE ANDA FLORES, PARA LA CORRECCIÓN CONSIDERADA DE LAS AGUAS DE VALDES PROVENIENTES DE LOS EFECTOS DE LAS LINDRACIONES CON LOS DIÁMETROS NOMINALES Y LOS COEFICIENTES DE RIGIDEZ DE LOS MATERIALES DE LAS REJAS.

BASES DE CÁLCULO: $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning)

Diámetro nominal en mm	Intensidad de precipitación para los primeros cinco minutos de duración expresada en mm/hora			
	75	100	125	150
50	47	11	34	20
64	92	60	27	46
75	104	173	99	87
100	309	258	203	170
150	984	736	590	492
200	2,105	1,626	1,294	1,077
250	3,849	2,887	2,309	1,924

BASES DE CÁLCULO: $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning)

BASES DE CÁLCULO: $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning)

BASES DE CÁLCULO: $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning)

BASES DE CÁLCULO: $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning)

BASES DE CÁLCULO: $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning)

BASES DE CÁLCULO: $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning)

BASES DE CÁLCULO: $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning)

BASES DE CÁLCULO: $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning) $Q = 1.486 K D^{4.93} S^{0.54}$ (Manning)

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 líquido 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 m² 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 líquido.
- De cárcamo seco - Cuando las bombas se encuentran fuera del cárcamo.
- 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 desfogueen 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 desfogueen 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.

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:

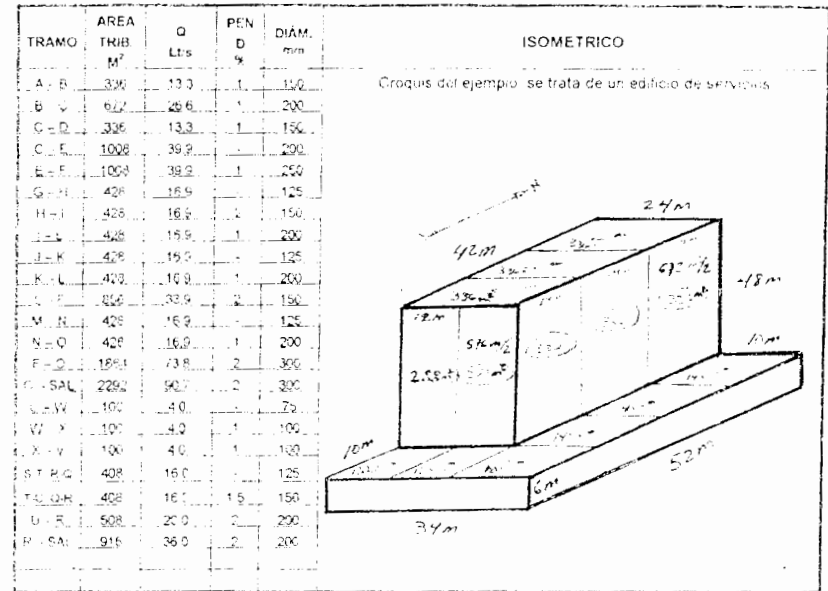
- 1° En los servicios de wc y mingitorios
- 2° En el lavado de vehículos y patios
- 3° En el riego de áreas verdes
- 4° En los procesos industriales que no requieran uso de agua potable

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 _____



DATOS

- Superficies horizontales
 - o Azotea: 42 x 24 = 1,008 m²
Si se divide en tres: 336 m²
 - o Anexo: (42 x 10) + (24 x 10) + (10 x 10) = 760 m²
- Superficies verticales
 - o Tramo oriente: 42 x 48 = 2,016 m²
Si se divide en tres: 672 m²
 - o Tramo sur: 24 x 48 = 1,152 m²
Si se divide en dos: 576 m²

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 está 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

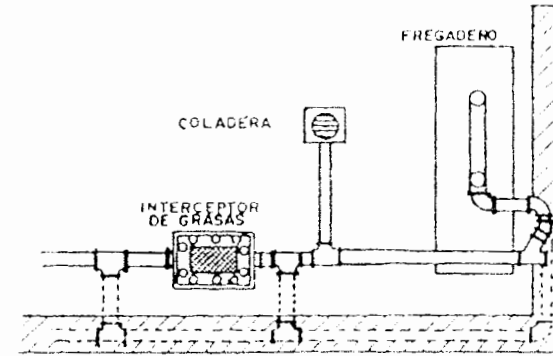


Figura 7.5 Ubicación de la trampa de grasas de cocina

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, son rígidos 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.

- 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, suele 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

CÁRCAMO

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 considerará 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:

$$V_u = 50 \cdot I \cdot C^4$$

en la que

V_u = Volumen útil, en litros

I = 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

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 niples de fierro galvanizado.

Las tuberías horizontales o verticales que forman la red de desagües pluviales serán de fierro 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 fierro fundido utilizar conexiones de fierro fundido con espiga y campana para retacar o conexiones de fierro 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 fierro, roscadas, utilizar cinta de teflón de 13 mm de ancho.

Para unir piezas de fierro 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 99.93%.

Para unir conexiones de fierro fundido con extremos lisos a tuberías de acoplamiento, se usarán coples de neopreno y abrazaderas de acero inoxidable con ajuste a base de tornillo sinfin de cabeza hexagonal y ranura.

COLADERAS PLUVIALES

En terrazas

Serán de cuerpo de fierro 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 pretiles serán de fierro 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 pretiles serán de fierro fundido con pintura especial anticorrosiva, cúpula y canastilla de sedimentos en una sola pieza 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 fierro fundido y se instalarán planas para lugares de tránsito y laterales cuando se instalen en banquetas.

4. BAÑO EN OFICINAS EDIFICIO CON CUATRO PISOS

Datos

Aparatos de uso público	Diámetro de salida [mm]	U.D.
Tarja	38	3
Lavabo	38	2
Coladera piso	50	1
Mingitorio	50	4
WC Caja	100	6

Croquis

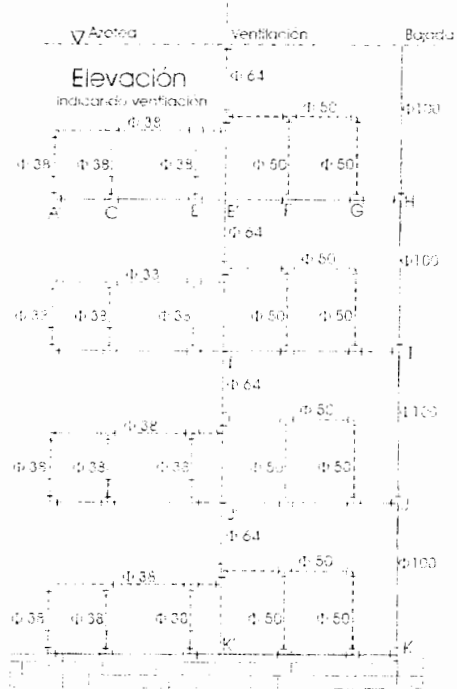


Tabla para calculo de alcantarillado sanitario ejemplo 4

Tramo	Mueble	Cant.	U.D.	Σ U.D.	Drenaje		Ventilación	
					Ramal	Bajada	Columna	Anillo
					%	φ	φ	φ
A - B	Tarja	1	3	3	2	38		38
B - D	Lavabo	2	2	7	2	50		38
D - E	Coladera	1	1	8	2	50		
D - E	Mingitorio	1	4	12	2	50		50
E - F	WC Caja	2	6	24	1	100		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

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
Adocreto	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

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	8	2
50	6	10	24	6
64	12	20	42	9
75	20*	30**	60**	18*
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

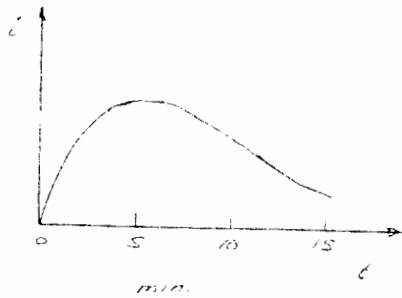
DIAMETRO DE LA BAJADA (mm)	U.D.	DIAMETROS DE LA VENTILACION REQUERIDA								
		32	38	50	64	75	100	125	150	200
32	2	9								
38	8	15	46							
38	10	9	30							
50	12	9	23	61						
50	20	8	15	46						
64	42		9	30	91					
75	10		9	30	61	183				
75	30			18	61	152				
75	60			15	24	122				
100	100			11	36	76	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

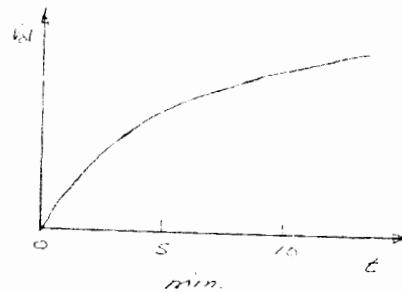
Cuando existe un cespel en la parte inferior de una bajada pluvial, no debe conectarse otra descarga pluvial intermedia ya que en caso de precipitación, ésta no podrá descargar al tratar de salir por ella el aire comprimido en la bajada

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

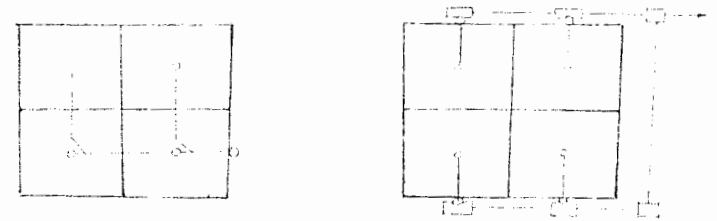


FIGURA 8.1 Solución en techos

8.2 DATOS DE DISEÑO

Existen varios métodos para determinar el gasto consecuencia de una precipitación, entre otros el de Burly-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 = Coeficiente de escurrimiento = $\frac{\text{agua que escurre}}{\text{agua llorada}}$

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

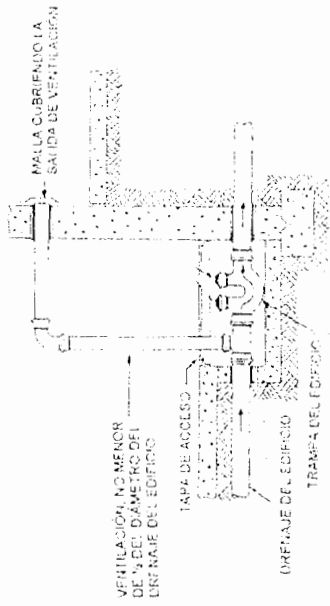


Figura 7-28 TRAMPA DE EDIFICIO

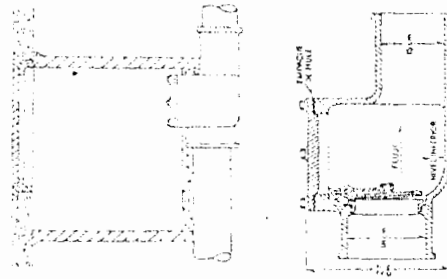
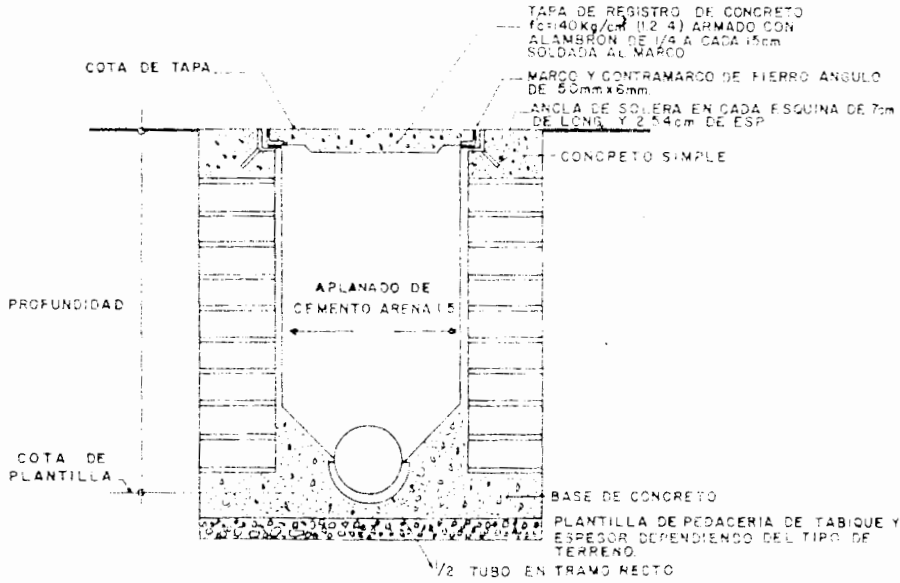


Figura 7-29 VALVULA DE NO RETORNO PARA DRENAJE

Figura 7.10 REGISTRO TIPICO DE MAMPOSTERIA

PROFUNDIDAD DEL REGISTRO (m)	TAMAÑO DEL REGISTRO (m)
Hasta 1.00	0.40 x 0.60
1.00 - 1.50	0.50 x 0.70
1.51 - 1.80	0.60 x 0.80
TAPA DEL REGISTRO DE 0.40 A 0.60 m	



FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL - NORMA IMSS 1593

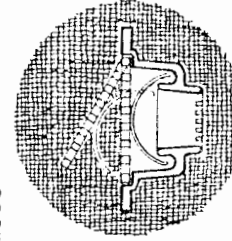


Figura 7.11 OBTURADORES HIDRÁULICOS

Los obturadores hidráulicos y los sifones son dispositivos que sirven para cerrar el paso al flujo de los líquidos de los encañonamientos interiores, de los alambros y conductos especiales.

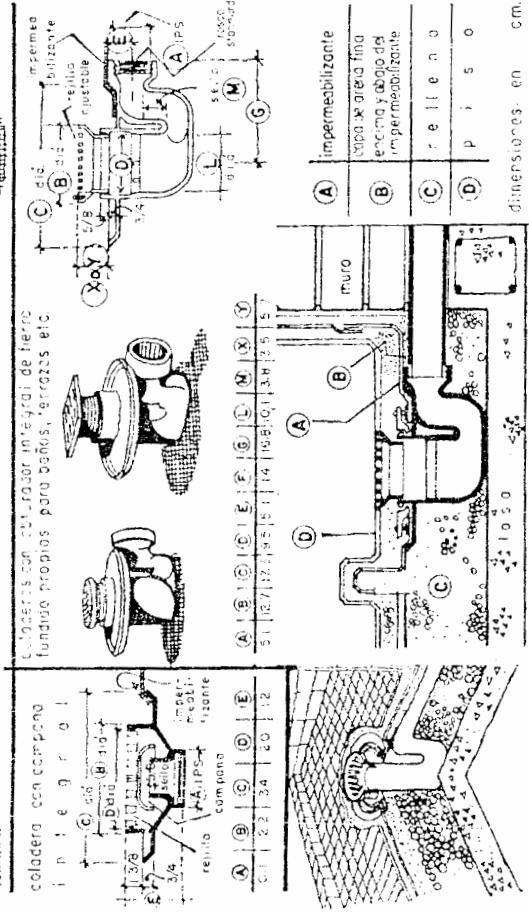
El hecho de los obturadores y de los sifones permite tener un sistema drenado de agua que está siempre hidráulicamente conectado al sistema de los aguas que se vierten sobre ellos, o bien la energía de los muelles hidráulicos de agua para mover la salida de malos olores.

En todos los casos, se debe verificar el estado de agua para asegurar la salida de malos olores, asegurando que se debe mantener en estado adecuado para el sello de agua de cierre por evaporación.

En el momento existen varios tipos de obturadores y de sifones, clasificados por su uso general. Los señalados:

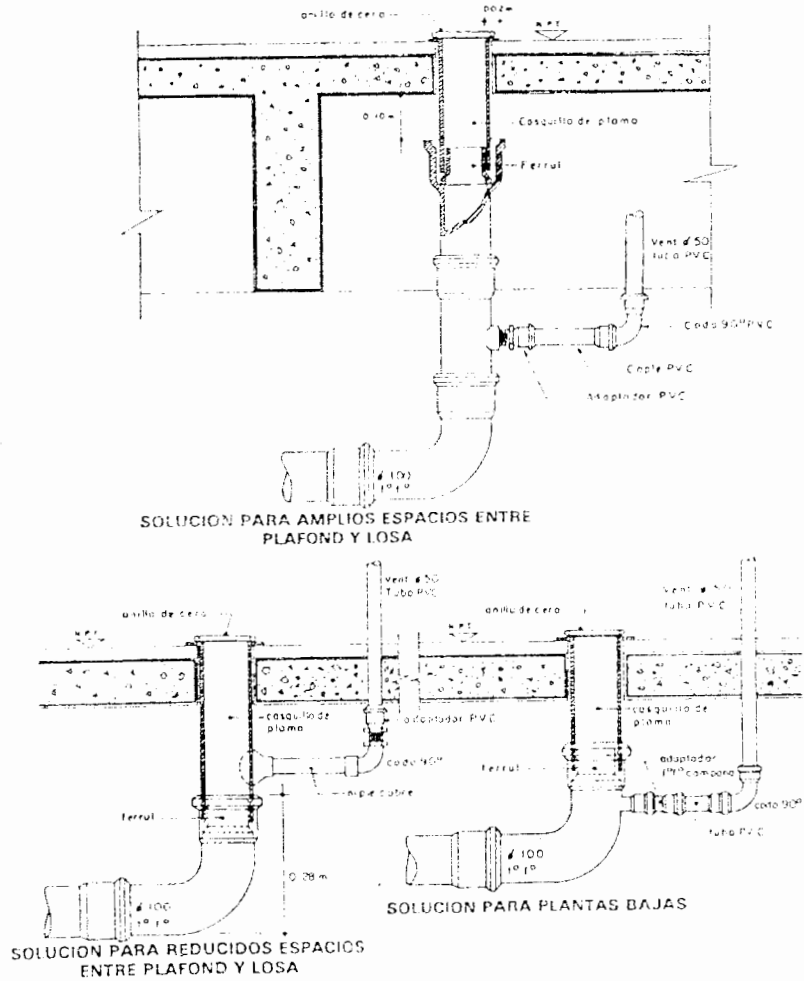
OBTURADORES:

A - Obturador o sumidero para aguas de lluvia e aguas servidas directamente sobre el pavimento.



dimensiones en cm.

Figura 7.18 POSIBILIDADES DE DESCARGA EN INODOROS



FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL NORMA IMSS 1953

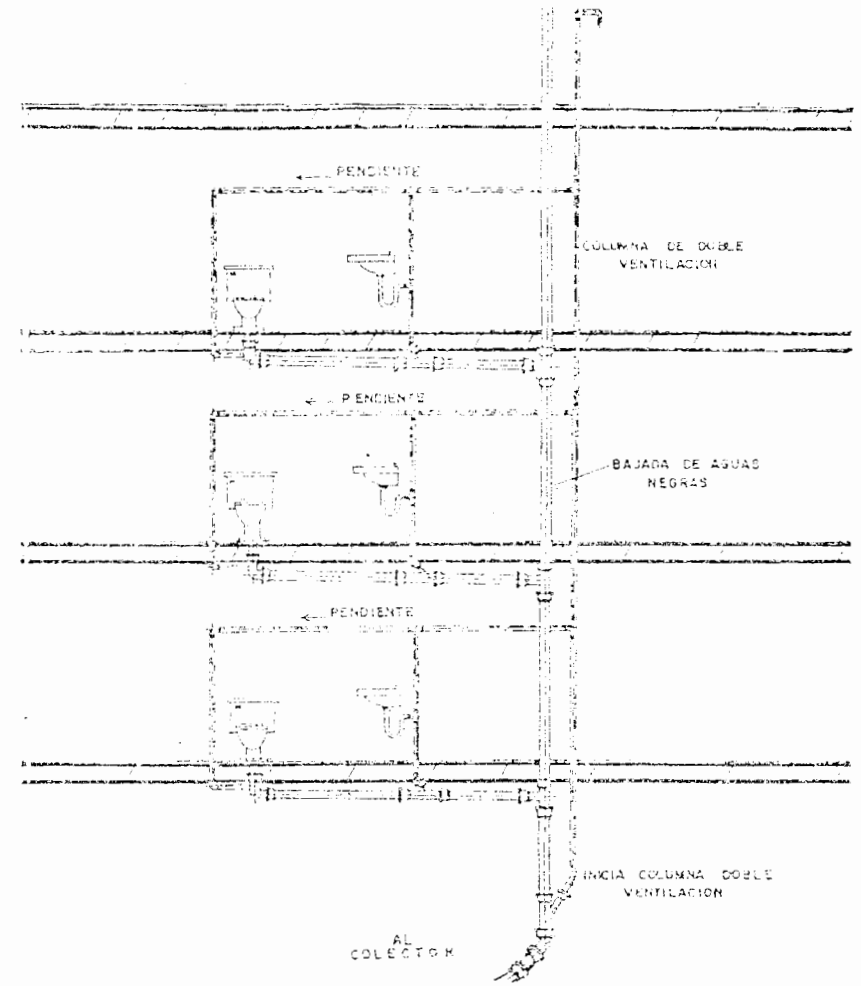
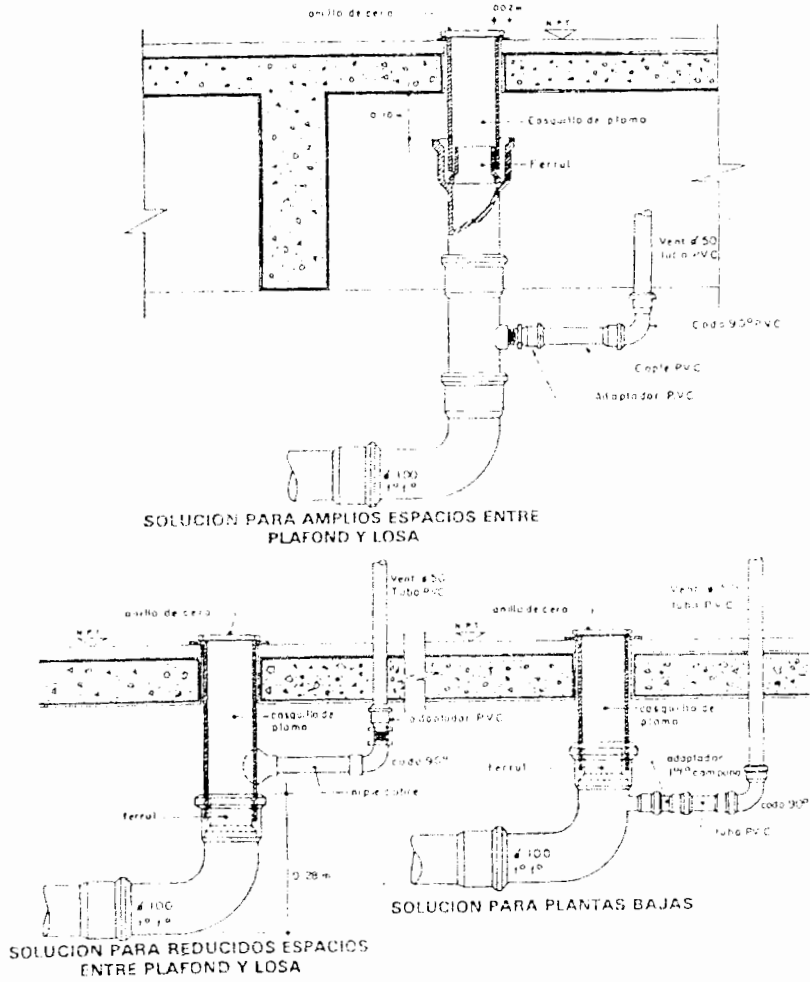


Figura 7.19 SISTEMA DE DOBLE VENTILACION

Figura 7.18 POSIBILIDADES DE DESCARGA EN INODOROS



FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL - NORMA IMSS 1993

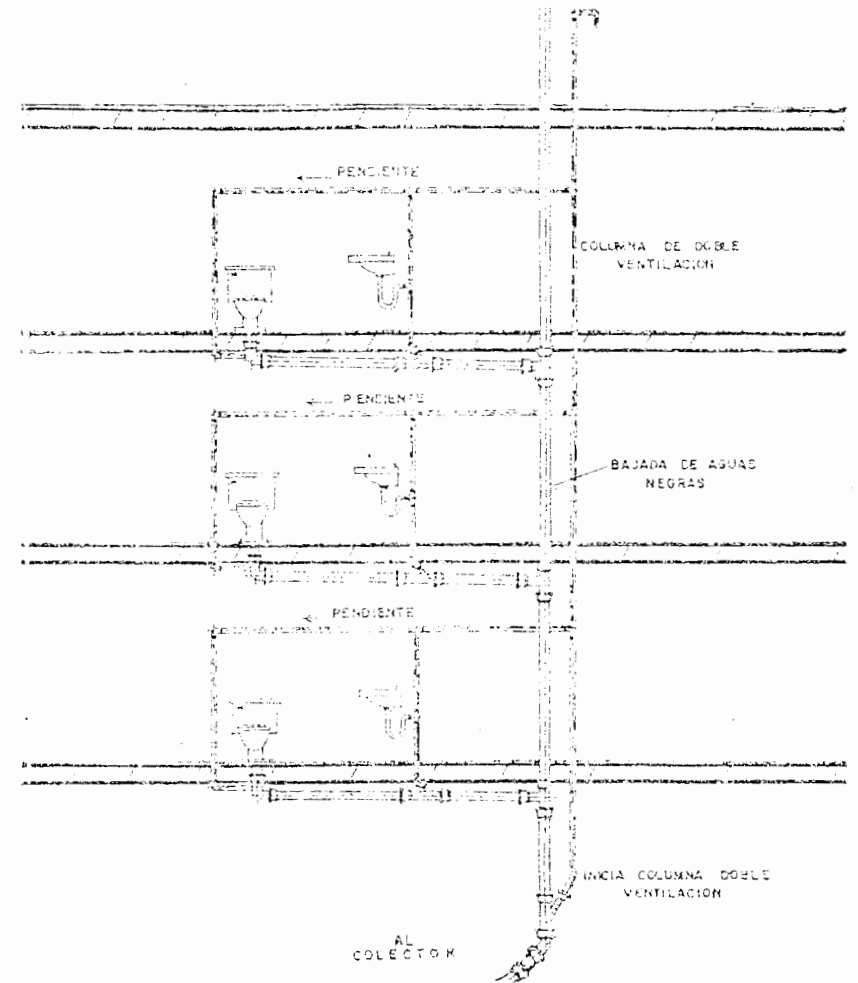


Figura 7.19 SISTEMA DE DOBLE VENTILACION

Figura 7 14 PERDIDA DE SELLO DE AGUA EN SIFONES

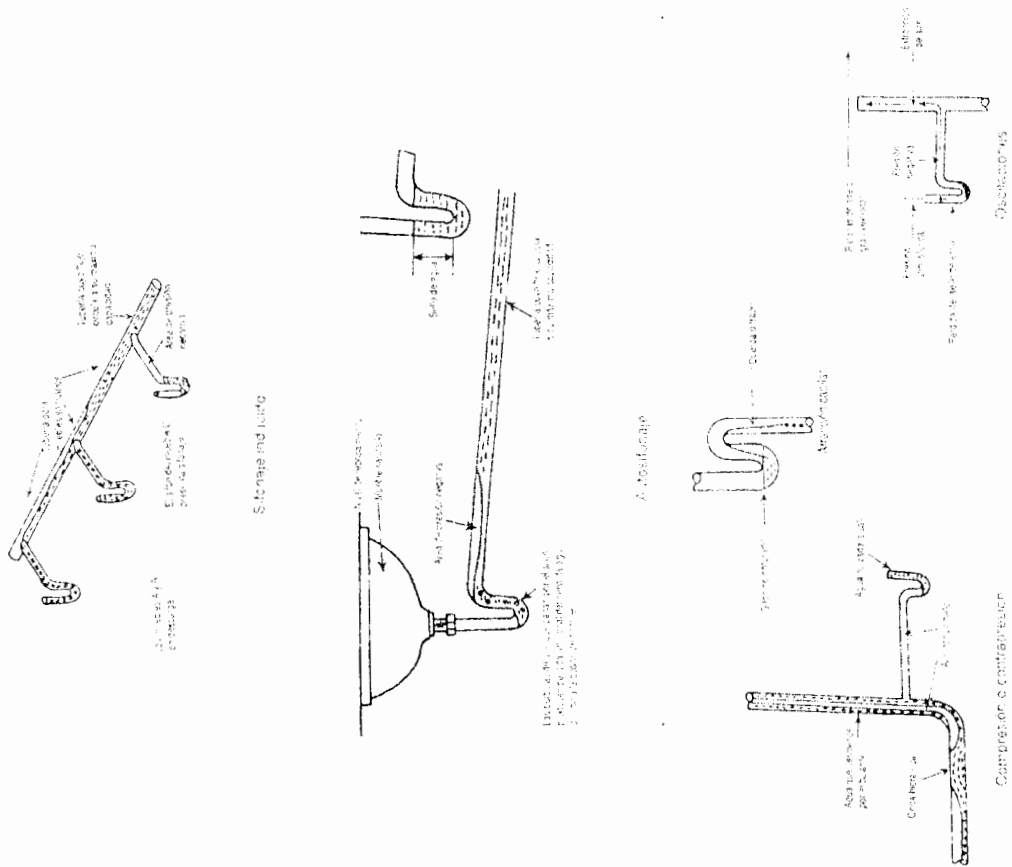
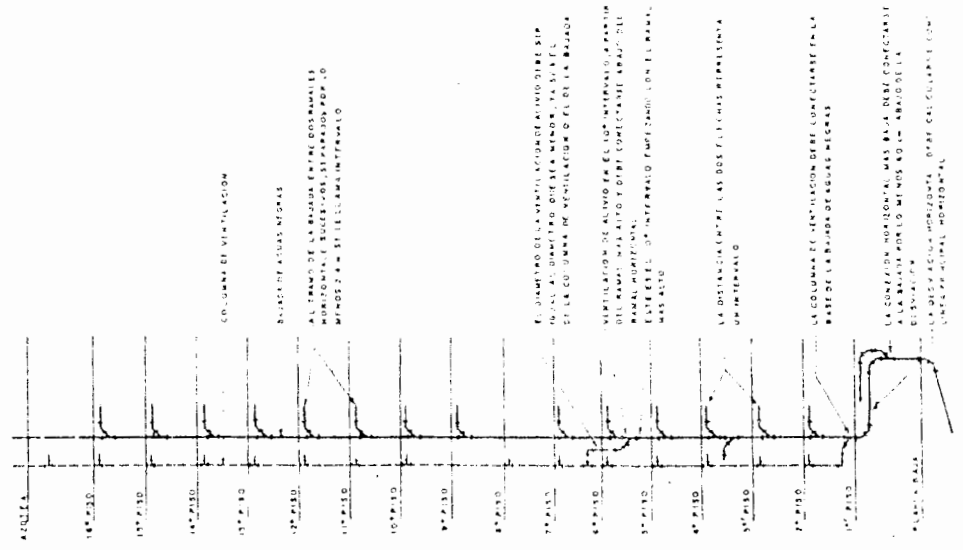


Figura 7.15 VENTILACIONES DE ALIVIO EN BAJADAS DE AGUAS NEGRAS CON MAS DE 10 ENTREPISOS



FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCAL, NORMA IMSS 1993

Figura 7.22 VENTILACION DEL W.C.



INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

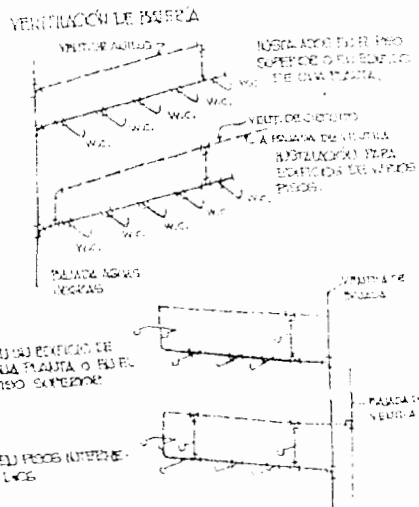


Figura 7.23 VENTILACION DE CIRCUITOS Y ANILLOS

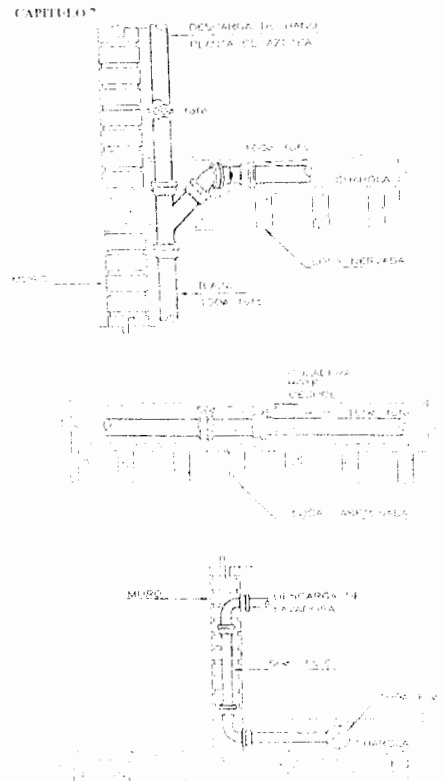
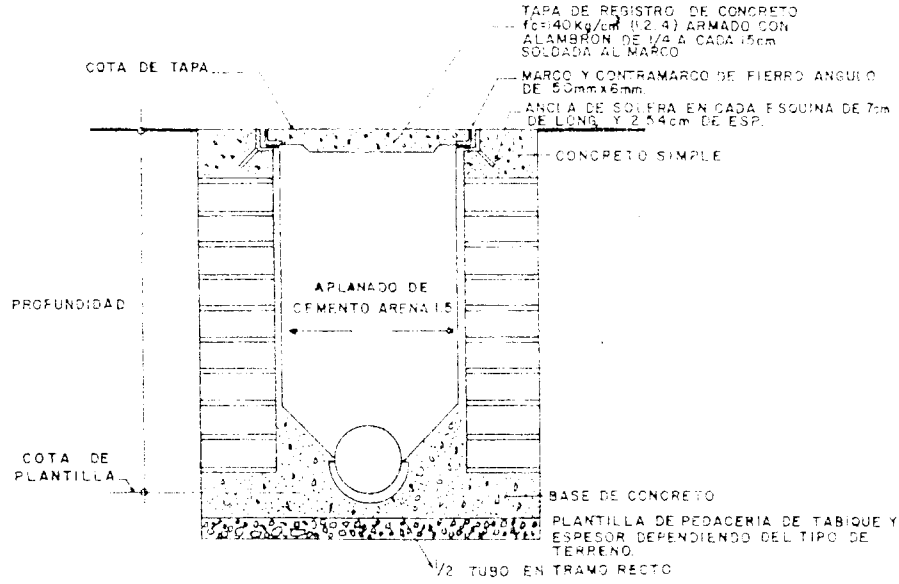


Figura 7.24 CONEXIONES DIVERSAS

Figura 7.10 REGISTRO TIPICO DE MAMPOSTERIA

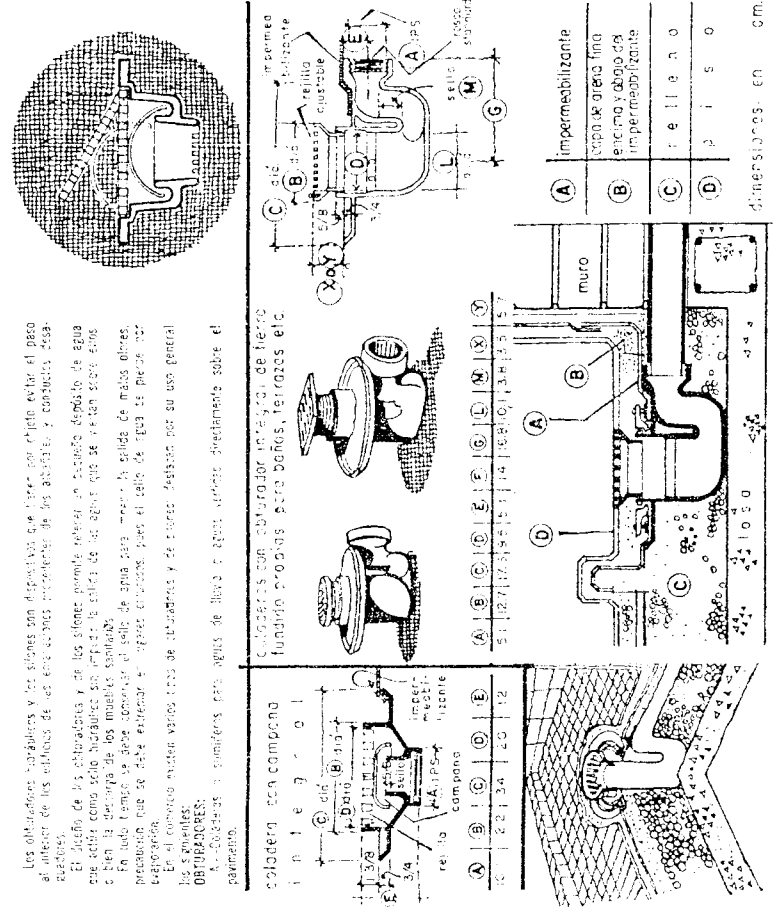
PROFUNDIDAD DEL REGISTRO (m)	TAMAÑO DEL REGISTRO (m)
Hasta 1.00	0.40 x 0.60
1.00 - 1.50	0.50 x 0.70
1.51 - 1.80	0.60 x 0.80

TAPA DEL REGISTRO DE 0.40 A 0.60 m



FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL, NORMA IMS 5 1963

Figura 7.11 OBTURADORES HIDRAULICOS



Dimensiones en cm.

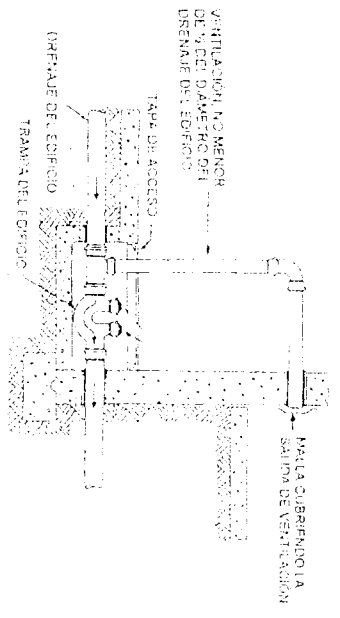


Figura 7.28 TRAMPA DE EDIFICIO

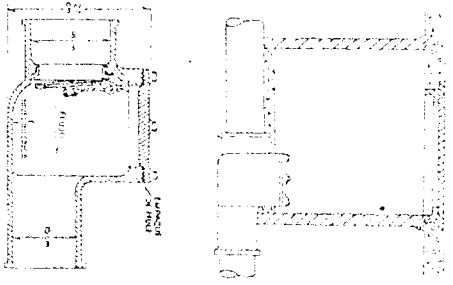
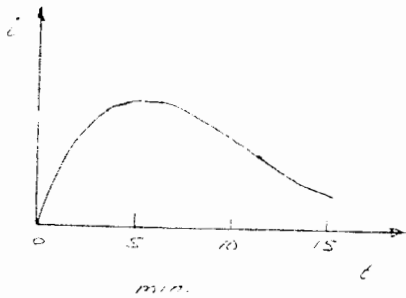


Figura 7.29 VALVULA DE NO RETORNO PARA DRENAJE

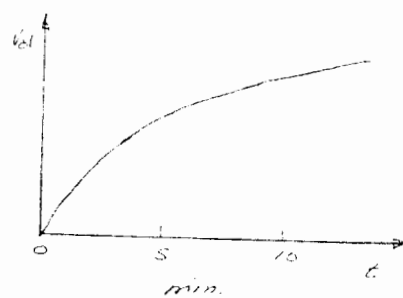
Cuando existe un cespeli en la parte inferior de una bajada pluvial, no debe conectarse otra descarga pluvial intermedia ya que en caso de precipitación, ésta no podrá descargar al tratar de salir por ella el aire comprimido en la bajada

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

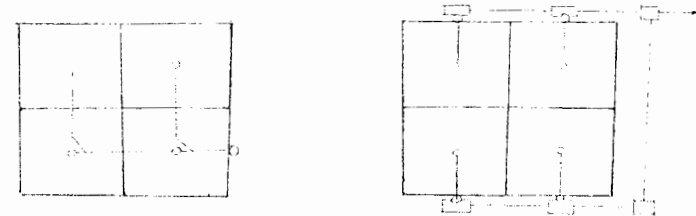


FIGURA 8.1 Solución en techos

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 mas 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 = Coeficiente de escurrimiento *agua que escurre*
agua lluvia

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

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	4500	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	70	305	
150	1900						6	21	61	213	
200	600							15	45	152	396
200	1400							12	30	122	356
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

SUPERFICIES VERTICALES

Quando 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
Adoqueto	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 RGDF, 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

4 BAÑO EN OFICINAS EDIFICIO CON CUATRO PISOS

Datos:

Aparatos de uso público	Díametro de salida (mm)	U.D
Tarja	38	3
Lavabo	38	2
Coladera piso	50	1
Mingitorio	50	4
WC Caja	100	6

Croquis

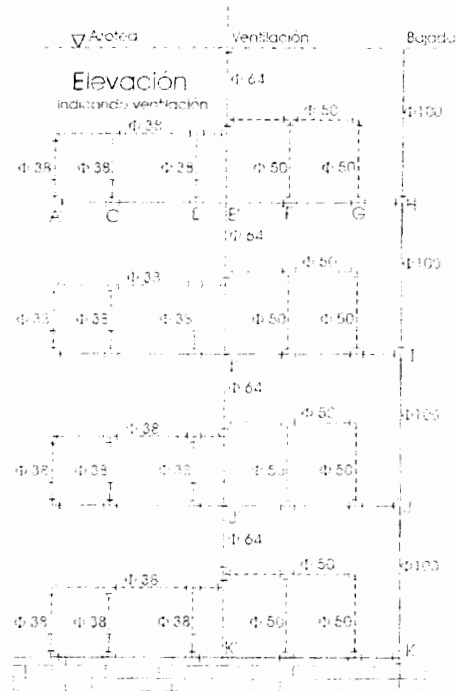


Tabla para calculo de alcantarillado sanitario ejemplo 4

Tramo	Mueble	Cant.	U.D	Σ U.D	Drenaje		Ventilación		
					Ramal	Bajada	Columna	Anillo	
					‰	φ	φ	φ	
A - B	Tarja	1	3	3	2	38		38	38
B - D	Lavabo	2	2	7	2	50		38	
D - E	Coladera	1	1	8	2	50			
D - E	Mingitorio	1	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	
P - J				48				64	
Q - K				24				64	

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 nipples de fierro galvanizado.

Las tuberías horizontales o verticales que forman la red de desagües pluviales serán de fierro 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 cojchón 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 fierro fundido utilizar conexiones de fierro fundido con espiga y campana para retacar o conexiones de fierro 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 fierro, roscadas, utilizar cinta de teflón de 13 mm de ancho.

Para unir piezas de fierro 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 99.93%

Para unir conexiones de fierro fundido con extremos lisos a tuberías de acoplamiento, se usarán coples de neopreno y abrazaderas de acero inoxidable con ajuste a base de tornillo sinfin de cabeza hexagonal y ranura.

COLADERAS PLUVIALES

En terrazas

Serán de cuerpo de fierro 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 fierro 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 fierro fundido con pintura especial anticorrosiva, cúpula y canastilla de sedimentos en una sola pieza 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 fierro fundido y se instalarán planas para lugares de tránsito y laterales cuando se instalen en banquetas.

- 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, suele 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 considerará 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:

$$V_u = 50 \cdot I_h \cdot CA$$

en la que

V_u = Volumen útil, en litros

I_h = 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

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 está 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 obstruirla totalmente. El principio de operación de la trampa de grasas consiste en enfriarla 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 colectar 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 desague de los fregaderos, lavadoras de trastos, coladeras de zonas de marmitas y otros muebles con drenaje grasoso

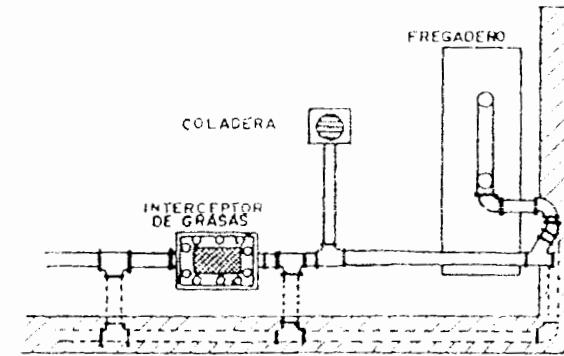


Figura 7.5 Ubicación de la trampa de grasas de cocina

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 serpentín 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 breá, 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.

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 ²	Q Lt/s	PEN D %	DIAM. mm	ISOMETRICO
A - B	336	13.3	1	150	<p>Croquis del ejemplo: se trata de un edificio de servicios.</p>
B - C	672	26.6	1	200	
C - D	336	13.3	1	150	
C - F	1008	39.9	1	200	
E - F	1008	39.9	1	200	
G - H	428	16.9	1	125	
H - I	428	16.9	2	150	
I - J	428	16.9	1	200	
J - K	428	16.9	1	125	
K - L	428	16.9	1	200	
L - F	856	33.8	2	150	
M - N	428	16.9	1	125	
N - O	428	16.9	1	200	
P - Q	1591	73.8	2	300	
O - SAL	2294	90.7	2	300	
S - W	180	4.0	1	75	
W - X	100	4.0	1	100	
X - Y	120	4.0	1	100	
Y - Z	408	16.0	1	125	
T - Q - R	408	16.0	1.5	150	
U - R	508	20.0	2	200	
R - SAL	915	36.0	2	200	

DATOS

- Superficies horizontales
 - Azotea: 42 x 24 = 1,008 m²
Si se divide en tres: 336 m²
 - Anexo: (42 x 10) + (24 x 10) + (10 x 10) = 760 m²
- Superficies verticales
 - Tramo oriente: 42 x 48 = 2,016 m²
Si se divide en tres: 672 m²
 - Tramo sur: 24 x 48 = 1,152 m²
Si se divide en dos: 576 m²

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 líquido 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 m² de área del predio y edificio que servirá de captación.

Los 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 líquido.
- De cárcamo seco - Cuando las bombas se encuentran fuera del cárcamo.
- 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.

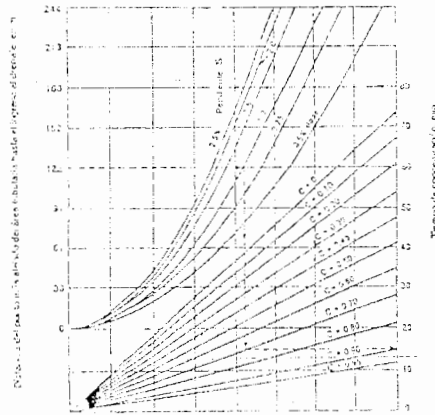
7.8 TRAMPAS DE ARENA, ACEITE, GASOLINA Y GRASAS

Trampas de arena, aceites y gasolina

La presencia de gasolina y otros combustibles han causado explosiones en las tuberías del alcantarillado municipal, las arenas azoñan el drenaje disminuyendo su capacidad.

GRAFICA 8 5

Gráfica para determinar el tiempo de concentración para escurrimientos superficial



Harris M. (1963). "Handbook of storm water drainage for buildings, plumbing, design and installation". McGraw Hill, 1963, Fig. 12.0. "Graph for determining the time of concentration for runoff traveling across the surface of the ground". p. 11-15.

TABLA 8 1

PROMEDIOS MENSUALES DE NEVOS EN EL CLIMA DE LOS CLIMAS 7, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125	2126	2127	2128	2129	2130	2131	2132	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142	2143	2144	2145	2146	2147	2148	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156	2157	2158	2159	2160	2161	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	2174	2175	2176	2177	2178	2179	2180	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188	2189	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252	2253	2254	2255	2256	2257	2258	2259	2260	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284	2285	2286	2287	2288	2289	2290	2291	2292	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300	2301	2302	2303	2304	2305	2306	2307	2308	2309	2310	2311	2312	2313	2314	2315	2316	2317	2318	2319	2320	2321	2322	2323	2324	2325	2326	2327	2328	2329	2330	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2341	2342	2343	2344	2345	2346	2347	2348	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	2361	2362	2363	2364	2365	2366	2367	2368	2369	2370	2371	2372	2373	2374	2375	2376	2377	2378	2379	2380	2381	2382	2383	2384	2385	2386	2387	2388	2389	2390	2391	2392	2393	2394	2395	2396	2397	2398	2399	2400	2401	2402	2403	2404	2405	2406	2407	2408	2409	2410	2411	2412	2413	2414	2415	2416	2417	2418	2419	2420	2421	2422	2423	2424	2425	2426	2427	2428	2429	2430	2431	2432	2433	2434	2435	2436	2437	2438	2439	2440	2441	2442	2443	2444	2445	2446	2447	2448	2449	2450	2451	2452	2453	2454	2455	2456	2457	2458	2459	2460	2461	2462	2463	2464	2465	2466	2467	2468	2469	2470	2471	2472	2473	2474	2475	2476	2477	2478	2479	2480	2481	2482	2483	2484	2485	2486	2487	2488	2489	2490	2491	2492	2493	2494	2495	2496	2497	2498	2499	2500	2501	2502	2503	2504	2505	2506	2507	2508	2509	2510	2511	2512	2513	2514	2515	2516	2517	2518	2519	2520	2521	2522	2523	2524	2525	2526	2527	2528	2529	2530	2531	2532	2533	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	2581	2582	2583	2584	2585	2586	2587	2588	2589	2590	2591	2592	2593	2594	2595	2596	2597	2598	2599	2600	2601	2602	2603	2604	2605	2606	2607	2608	2609	2610	2611	2612	2613	2614	2615	2616	2617	2618	2619	2620	2621	2622	2623	2624	2625	2626	2627	2628	2629	2630	2631	2632	2633	2634	2635	2636	2637	2638	2639	2640	2641	2642	2643	2644	2645	2646	2647	2648	2649	2650	2651	2652	2653	2654	2655	2656	2657	2658	2659	2660	2661	2662	2663	2664	2665	2666	2667	2668	2669	2670	2671	2672	2673	2674	2675	2676	2677	2678	2679	2680	2681	2682	2683	2684	2685	2686	2687	2688	2689	2690	2691	2692	2693	2694	2695	2696	2697	2698	2699	2700	2701	2702	2703	2704	2705	2706	2707	2708	2709	2710	2711	2712	2713	2714	2715	2716	2717	2718	2719	2720	2721	2722	2723	2724	2725	2726	2727	2728	2729	2730	2731	2732	2733	2734	2735	2736	2737	2738	2739	2740	2741	2742	2743	2744	2745	2746	2747	2748	2749	2750	2751	2752	2753	2754	2755	2756	2757	2758	2759	2760	2761	2762	2763	2764	2765	2766	2767	2768	2769	2770	2771	2772	2773	2774	2775	2776	2777	2778	2779	2780	2781	2782	2783	2784	2785	2786	2787	2788	2789	2790	2791	2792	2793	2794	2795	2796	2797	2798	2799	2800	2801	2802	2803	2804	2805	2806	2807	2808	2809	2810	2811	2812	2813	2814	2815	2816	2817	2818	2819	2820	2821	2822	2823	2824	2825	2826	2827	2828	2829	2830	2831	2832	2833	2834	2835	2836	2837	2838	2839	2840	2841	2842	2843	2844	2845	2846	2847	2848	2849	2850	2851	2852	2853	2854	2855	2856	2857	2858	2859	2860	2861	2862	2863	2864	2865	2866	2867	2868	2869	2870	2871	2872	2873	2874	2875	2876	2877	2878	2879	2880	2881	2882	2883	2884	2885	2886	2887	2888	2889	2890	2891	2892	2893	2894	2895	2896	2897	2898	2899	2900	2901	2902	2903	2904	2905	2906	2907	2908	2909	2910	2911	2912	2913	2914	2915	2916	2917	2918	2919	2920	2921	2922	2923	2924	2925	2926	2927	2928	2929	2930	2931	2932	2933	2934	2935	2936	2937	2938	2939	2940	2941	2942	2943	2944	2945	2946	2947	2948	2949	2950	2951	2952	2953	2954	2955	2956	2957	2958	2959	2960	2961	2962	2963	2964	2965	2966	2967	2968	2969	2970	2971	2972	2973	2974	2975	2976	2977	2978	2979	2980	2981	2982	2983	2984	2985	2986	2987	2988	2989	2990	2991	2992	2993	2994	2995	2996	2997	2998	2999	3000
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Promedio de cada periodo de 25 años: 178.30, 179.50, 180.70, 181.90, 183.10, 184.30, 185.50, 186.70, 187.90, 189.10, 190.30, 191.50, 192.70, 193.90, 195.10, 196.30, 197.50, 198.70, 199.90, 201.10, 202.30, 203.50, 204.70, 205.90, 207.10, 208.30, 209.50, 210.70, 211.90, 213.10, 214.30, 215.50, 216.70, 217.90, 219.10, 220.30, 221.50, 222.70, 223.90, 225.10, 226.30, 227.50, 228.70, 229.90, 231.10, 232.30, 233.50, 234.70, 235.90, 237.10, 238.30, 239.50, 240.70, 241.90, 243.10, 244.30, 245.50, 246.70, 247.90, 249.10, 250.30, 251.50, 252.70, 253.90, 255.10, 256.30, 257.50, 258.70, 259.90, 261.10, 262.30, 263.50, 264.70, 265.90, 267.10, 268.30, 269.50, 270.70, 271.90, 273.10, 274.30, 275.50, 276.70, 277.90, 279.10, 280.30, 281.50, 282.70, 283.90, 285.10, 286.30, 287.50, 288.70, 289.90, 291.10, 292.30, 293.50, 294.70, 295.90, 297.10, 298.30, 299.50, 300.70, 301.90, 303.10, 304.30, 305.50, 306.70, 307.90, 309.10, 310.30, 311.50, 312.70, 313.90, 315.10, 316.30, 317.50, 318.70, 319.90, 321.10, 322.30, 323.50, 324.70, 325.90, 327.10, 328.30, 329.50, 330.70, 331.90, 333.10, 334.30, 335.50, 336.70, 337.90, 339.10, 340.30, 341.50, 342.70, 343.90, 345.10, 346.30, 347.50, 348.70, 349.90, 351.10, 352.30, 353.50, 354.70, 355.90, 357.10, 358.30, 359.50, 360.70, 361.90, 363.10, 364.30, 365.50, 366.70, 367.90, 369.10, 370.30, 371.50, 372.70, 373.90, 375.10, 376.30, 377.50, 378.70, 379.90, 381.10, 382.30, 383.50, 384.70, 385.90, 387.10, 388.30, 389.50, 390.70, 391.90, 393.10, 394.30, 395.50, 396.70, 397.90, 399.10, 400.30, 401.50, 402.70, 403.90, 405.10, 406.30, 407.50, 408.70, 409.90, 411.10, 412.30, 413.50, 414.70, 415.90, 417.10, 418.30, 419.50, 420.70, 421.90, 423.10, 424.30, 425.50, 426.70, 427.90,

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.

Tapones Registros (figura 7.6)

Se pondrán tapones registro en las líneas de desagüe. En las líneas horizontales se proyectarán con una separación máxima de 10 metros y los tapones 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 tapones 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 6" cm o menos, los cambios de dirección podrán hacerse en un registro o pozo de visita. Si el diámetro es mayor de 6" 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

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 desagüe 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 Desagües Horizontales

Cuando una ventilación se conecte a una línea horizontal de desagüe, deberá empezar arriba del eje de la tubería de desagüe, 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 conecte. 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 Ángulo 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.

FIGURA 8 7 DESAGUE EN JARDINES

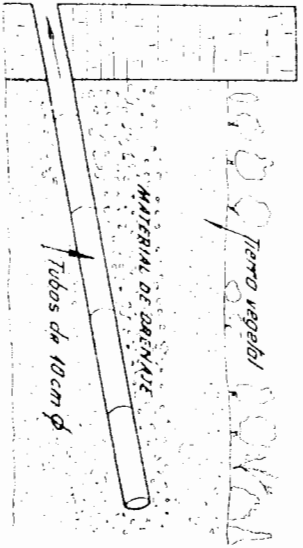
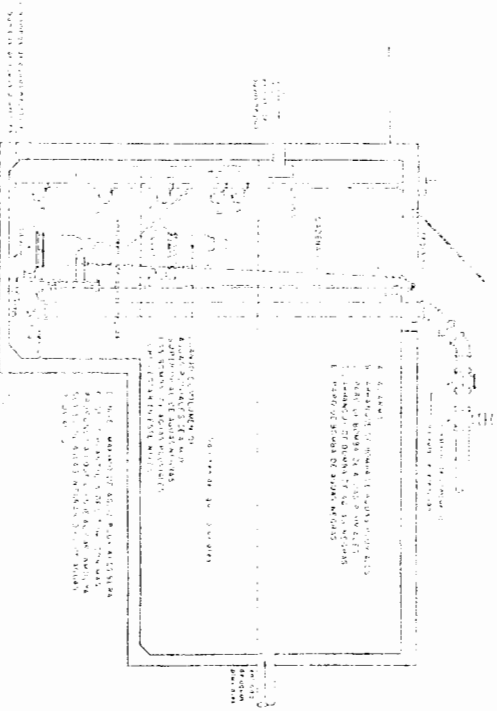


FIGURA 8 8 Corte de cárcamo de bombeo de aguas negras y pluviales con bombas sumergibles



Pérdida de sello de agua en sifones

Un problema muy común con los obturadores es la evaporación, después de un corto período 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 desagüe 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 desciende 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 el 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:

- Equilibran las presiones en ambos lados de los obturadores o trampas hidráulicas, evitando la anulación de su efecto.
- 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.
- Al evitar la anulación del efecto de los obturadores o trampas hidráulicas, impiden la entrada de los gases a las habitaciones.
- 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.
- Remueve del sistema los olores y los gases peligrosos.

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.

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 desagüe (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.- Relocalizar 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 **especia 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).

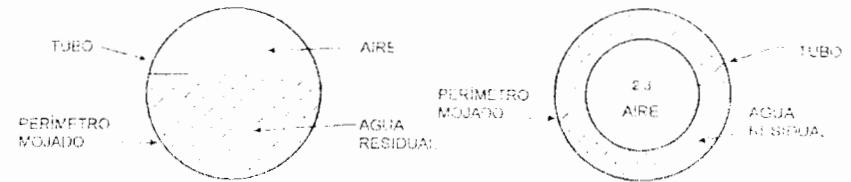


Figura 7.1 Condiciones de diseño para flujo de agua residual en tuberías

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.

ocasione 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 tambien carente de color.

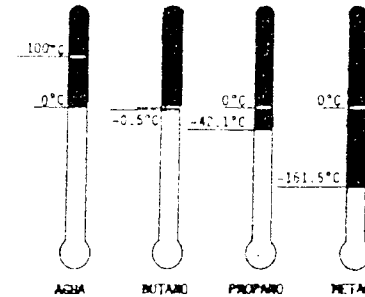
Esta sustancia se mezcla total y libremente con el gas y no es venenosa, no reacciona con los metales comunes y es inofensiva a los diafragmas de los reguladores.

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.

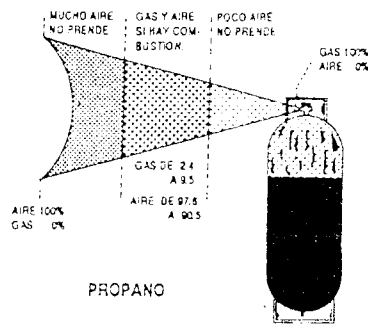
Esa propiedad es la que nos permite almacenar el gas L.P. en estado líquido y aprovecharlo en estado gaseoso.

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.

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 tornará 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.

COMBUSTIBLE	PODER CALORIFICO	PRECIO
Petróleo crudo	10.800 Kcal/kg	
Petróleo diáfano	11.100 "	
Aceite 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·Chm², 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

$$C = US \frac{\Delta tg - \Delta tp}{\ln \Delta tg - \ln \Delta tp} \text{ (kcal/h)}$$

estando U en Kcal/h·Chm² 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/cm² en Acapulco y 0.5 kp/cm² en Toluca), tendremos:

$$\Delta tg = 105 - 15 = 90^\circ C$$

$$\Delta tp = 105 - 60 = 45^\circ C$$

$$U = 1200 \text{ Kcal/h·Chm}^2$$

$$C = 3000 (60 - 15) = 135.000 \text{ Kcal/h}$$

despejando:

$$S = \frac{C}{U} \times \frac{\ln (\Delta tg / \Delta tp)}{\Delta tg - \Delta tp} = \frac{135.000}{1.200} \times \frac{0.693147}{90 - 45}$$

$$S = 1.73 \text{ m}^2 = 18.65 \text{ ft}^2$$

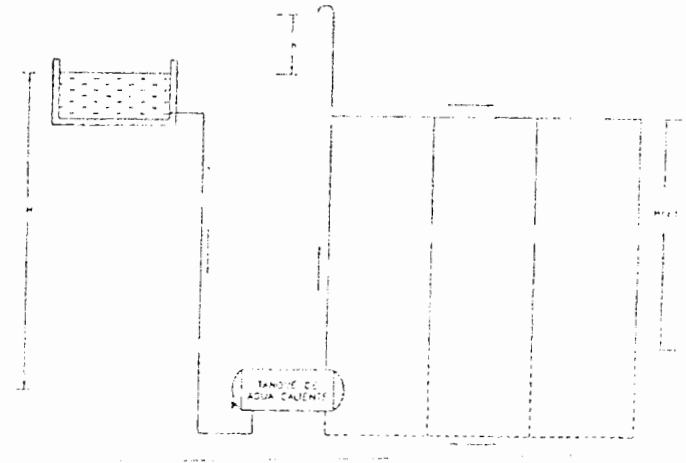


Fig. 6.16 Red de agua caliente con distribución por gravedad.

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 métrico gravitacional es la siguiente:

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

- h = Caída de presión en kp/m²
- H = Porcentaje de caída de presión: $\frac{h}{100} p$
- p = Presión de trabajo en mm H₂O - kp/m²
- 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 = 9.8 m/sag²
- y = Peso específico del gas en kp/m³
- kp = Kiliopondio = kilogramo fuerza

$$\frac{V^2}{2g} y = \text{Energía cinética en kp-m/m}^3 = \text{presión dinámica en kp/m}^2$$

= mm H₂O (milímetros de columna de agua)

Gasto en volumen:

$$Q(\text{m}^3/\text{h}) = 3600 \frac{\text{seg}}{\text{h}} \times \frac{V \text{m}}{\text{seg}} \times \frac{\pi D^2}{4} \text{m}^2$$

FORMULAS DE POLE, DE COX Y DE WEYMOUTH.

La fórmula del Dr. Pole se utiliza para tuberías a baja presión (27.94 gr/cm³.)

La fórmula de Cox se utiliza para alta presión (1.5 kg/cm²) y gastos hasta 283 m³/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

$$Q = \frac{d^2 h}{1.25 l}$$

En la Dirección General de Normas la fórmula de Pole se usa con la caída de presión (H) en kp/cm², de manera que H = 1000 h, y entonces, llamando C al gasto Q en m³/h medido a 15° C y al nivel del mar.

$$C = \frac{1000 d^2 H}{1.25 l} = \frac{500 d^2 H}{0.625 l} = 70.7 \frac{d^2 H}{l}$$

El porcentaje de caída de presión, siempre que no sea mayor de 5%, será entonces, para una presión de trabajo p=279.4 mm H₂O (o sea 0.028 kp/cm²) y una presión de gas en las tuberías de distribución para los aparatos de consumo de 26.36 gr/cm³ (263.6 mm H₂O) (Artículo 79 del Reglamento de la Distribución de Gas, Publicado en el "Diario Oficial" de 29 de marzo de 1960)

$$H\% = \frac{100 h}{p} = \frac{100 h}{263.6} = \frac{h}{2.636 d^2} = \frac{2 sl C^2}{2.636 d^4} = \frac{sl C^2}{1.318 d^4}$$

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:

$$F = \frac{S}{1.318 d^4}, \text{ resultar que}$$

m) Calderas para calentamiento de una alberca con 120 m³ de capacidad.

$$120 \times 555 = 66,600 \text{ Kcal/hora. de salida}$$

Ejemplos utilizando calderas para agua caliente con número de modelo en millones 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 m³

Capacidad caldera = 380 x 555 = 210,900 Kcal/hora:

Recordando que 1BTU= 0.252 Kcal, tenemos:

$$210,900(1/0.252) = 20,900 \times 3.968 = 836,851 \text{ BTU/hora a la salida}$$

CALDERA NECESARIA PARA CALENTAMIENTO DE ALBERCAS

$$\text{Modelo} = m^3 \times 3.5$$

o).- Caldera para calentamiento de una alberca de la misma capacidad que la anterior.

$$\text{Modelo} = 120 \times 3.5 = 420$$

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 = 336,000Btu/h al nivel del mar, o sea 336,000 x 555 / 760 = 258,631 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

$$\text{CALENT. INICIAL} = \frac{T_2 - T_1}{\Delta T}$$

T₁ = Temperatura inicial del agua

T₂ = Temperatura final del agua

$$\Delta T = \text{Incremento de temperatura por hora de servicio} = \frac{\text{Capacidad de calentamiento caldera}}{\text{volumen alberca}}$$

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

$$T_1 = 15^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 27^\circ\text{C}$$

Entrega calor de la caldera = 200,000 Kcal/h

Volumen alberca = 380,000 lts

$$\Delta T = \frac{200,000}{380,000} = 0.52^\circ\text{C/hora de serv.}$$

$$\Delta \text{calent inicial} = \frac{27^\circ - 15^\circ}{0.52} = 23 \text{ horas}$$

Las pérdidas de temperatura durante las noches del 90% del periodo 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 Metereológico local) = 13°C
2. Temperatura deseada en la Aiberca = 27°C
3. Superficie de la Aiberca = 6 x 12 m = 72.00 m²

Solución:

$$\text{Aumento de temperatura} = 27^\circ - 13^\circ = 14^\circ\text{C}$$

Al sustituir en la ecuación anterior, queda:

$$P_1 - P_2 = \frac{f l y_g \times 10332 \times C^2}{3^2 \times 10^4 \text{ g } \pi^2 (P_1 - P_2) D^5}$$

de donde resulta

$$C = \frac{3^2 \times 10^4 \text{ g } \pi^2 (P_1 - P_2) D^5}{10332 f l y_g}$$

Pero el gas pesa (s) veces lo que el aire, y como este pesa 1.225 kp/m a 15° C, nivel del mar

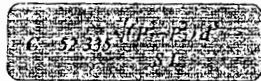
$$y_g = 1.225 \text{ s}$$

y entonces

$$C = \frac{3^2 \times 10^4 \text{ g } \pi^2 (P_1 - P_2) D^5}{10332 \times 1.225 f \text{ s}}$$

$$C = \frac{78.7 (P_1 - P_2) D^5 \text{ en m}^3 \text{ h}}{f S L}$$

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, 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.

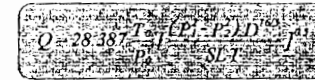
P₁ = presión inicial absoluta en kp/cm²

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.

9.4 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 portátiles
- 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.
 - a) De baja presión
 - b) De alta presión
 - c) De aparato
- 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/cm².

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 m³/hora o menor, la presión de salida es de 17.78 g/cm².
- b) Si el gasto total es mayor de 283 m³/hora, la presión de salida del regulador es de 22.86 g/cm².

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/cm², 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, esté 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 zócalos, 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 ²	MAXIMA PERDIDA PERMISIBLE g/cm ²
GAS L.P. GAS NATURAL Gasto menor de 283 m ³ /hora	27.94	1.397
Gasto mayor de 283 m ³ /hora	17.78	0.889
Gasto mayor de 283 m ³ /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/cm², o sea el 10% de 1.5 kg/cm², 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/cm²).

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 ²)	
	MAXIMA	MINIMA
GAS L.P. GAS NATURAL Gasto menor de 283 m ³ /hora	27.94	26.543
Gasto mayor de 283 m ³ /hora	17.78	16.891
Gasto mayor de 283 m ³ /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 m³ (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/cm² 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/cm². 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/cm² 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 m³/hora estos reguladores entregan el gas a una presión de 17.78 g/cm² y para gastos mayores lo entregan a 22.85 g/cm².

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 pueda 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/cm²**.

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/cm² y se considerará una pérdida máxima permisible de 1.397 gr/cm² (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 =	Caida 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 E4QHCE + 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 = 0.960 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 L.P.
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	C'	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	0.460	0.230	1.560
*h 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	TUBERIA	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	1.567
*%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

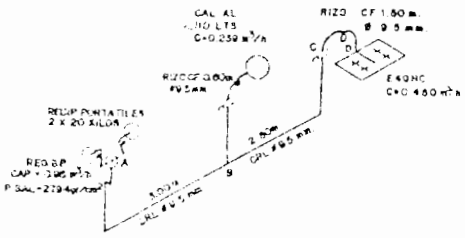
ISOMÉTRICOS DE LOS PROYECTOS EN BAJA PRESION

INSTALACION DE APROVECHAMIENTO MULTIPLE PARA GAS L.P.
CLASE "B" y "D"

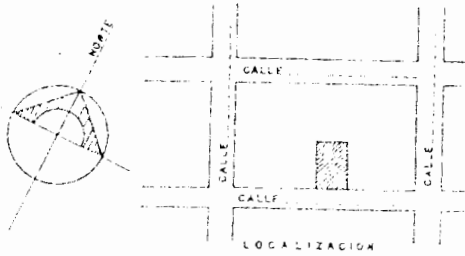
DIAGRAMA ISOMETRICO (SIN ESCALA)
INSTALACION CLASE "A"

CONSUMO TOTAL = 0.710 m³/h
MAXIMA CAIDA DE PRESION

TRAMO	M	%
A-B	1.520	
B-C	0.850	
C-D	1.590	
TOTAL	3.960	

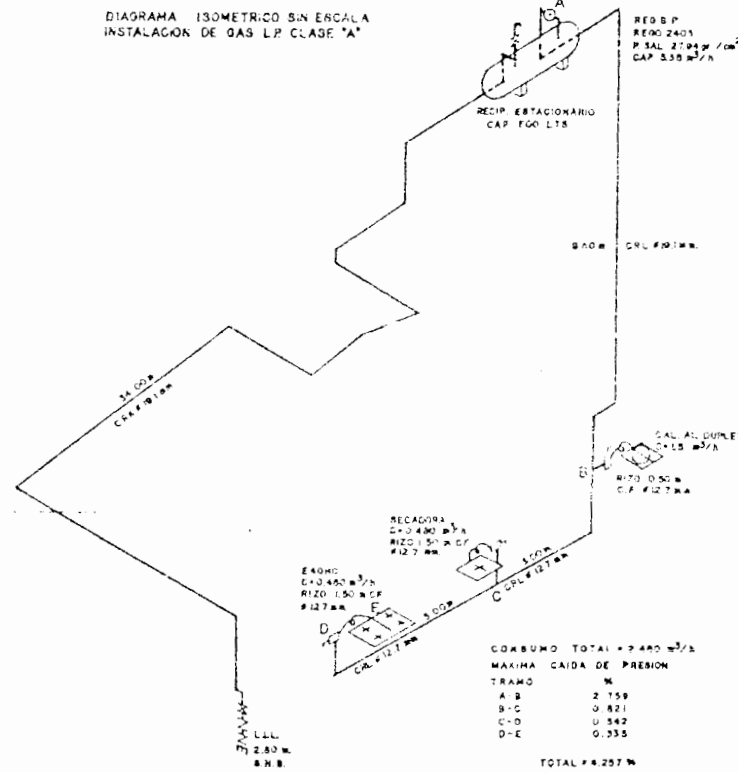


REG. RESPONSABLE EN GAS
ING. DIEGO O. B. CERRIL C-021



PROYECTO 1

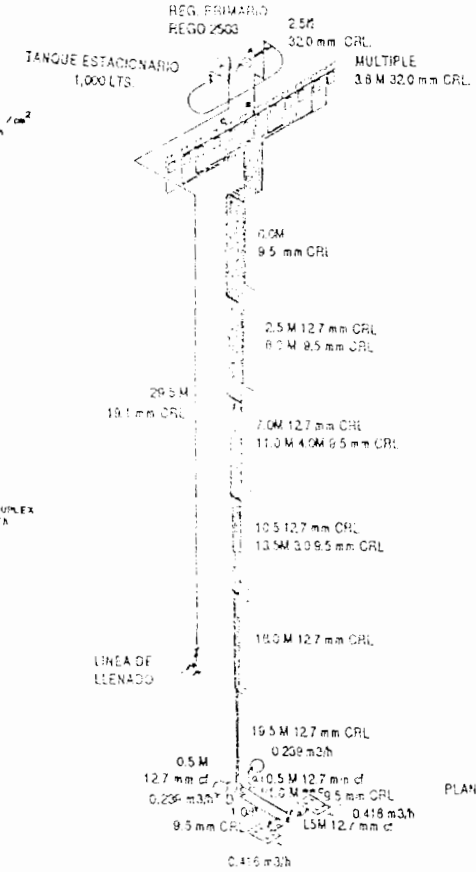
DIAGRAMA ISOMETRICO SIN ESCALA
INSTALACION DE GAS L.P. CLASE "A"



CONSUMO TOTAL = 3.440 m³/h
MAXIMA CAIDA DE PRESION

TRAMO	M	%
A-B	2.159	
B-C	0.821	
C-D	0.542	
D-E	0.335	
TOTAL	3.857	

PROYECTO 2



C TOTAL 7
C PARCIAL 0.657 m³/h

AB	= 0
BC	= 0.481
CD	= 0.363
DE	= 0.172
EF	= 0.266
MCP	= 0.966 %

PLANTA TIPO

PROYECTO Nº3

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	CRI	9.5	¼	19.1	0.0480	6.052	2.759
B - C	0.960	CRI	3.0	¼	19.1	0.0480	0.922	0.133
C - D	0.480	CRI	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 ésta 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 más 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 DÉPTOS = 0.657 X 12 X 0.6 * = 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 (50% 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	CRI	19.5	½	12.7	0.297	0.432	2.502
D - E	0.418	CRI	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	1.297
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 m³/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 m³/hora
 Rego 2403-C-2 con capacidad para 5.38 m³/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 m³/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 m³/h.
 CAL. ALM. < 110 Lts C = 0.239 m³/h/Depto
 SUMA = 0.657 m³/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 m³/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 m³/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 m³/h
 CAL. ALM. < 110 Lts C = 0.239 m³/h/Depto
 SUMA = 0.657 m³/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 m³/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 L.P. en alta presión (1.5 kg/cm²) utilizando la fórmula de Cox (se utiliza para diámetros menores de 8 cm y gasto máximo de 283 m³/hr)

$$\text{Fórmula utilizada } Q = 52.335 \sqrt{\left(\frac{P_1^2 - P_2^2}{S L}\right) d^5}$$

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 m³/hr

Solución

1º Utilizando tubería de ¾" de diámetro = 1.91 cm

$$P_1^2 - P_2^2 = \frac{Q^2 \cdot S}{52.335^2 \cdot d^5} \cdot P_2^2 = P_2^2 \cdot \left(\frac{Q^2 \cdot S}{52.335^2 \cdot d^5} \right)$$

$$P_1 = \left[P_2^2 + \left(\frac{Q}{53.335} \right)^2 \left(\frac{Sl}{d} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$P_2 = \left[2.295^2 + \left(\frac{256}{2638.95} \right)^2 \left(\frac{1.52 \cdot 14}{25.41} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$= \left[5.26 + (0.097 + 0.84) \right]^{1/2}$$

$$= (5.26 + 0.08)^{1/2}$$

$$= 5.16^{1/2} = 2.276$$

$$P_1 - P_2 = 2.295 - 2.276 = 0.019$$

$P_1 - P_2 = 0.019$, 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

2º Utilizando tubería de 1/2" de diámetro = 1.27 cm

$$P_1 = \left[2.295^2 + \left(\frac{256}{2638.95} \right)^2 \left(\frac{1.52 \cdot 14}{3.3} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$= \left[5.26 + (0.097 + 6.45) \right]^{1/2}$$









































$$= (5.26 + 6.255)^{1/2}$$

$$= 4.634^{1/2} = 2.1528$$

$$P_1 - P_2 = 2.295 - 2.1528 = 0.1421$$

$P_1 - P_2 = 0.1421$, 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	 ELECTRICO PORTATIL	 ZIGZAG	 OMEGA	 MELJON PARA VAPOR
 TUBERIA VISIBLE	 TUBERIA OCULTA	 REGULADOR BAJA	 REGULADOR ALTA	 PARRILLA UN QUEMADOR
 PARRILLA DE GAS	 PARRILLA DE GAS	 PARRILLA DE GAS	 ESTUFA DE GAS	 ESTUFA DE GAS
 ESTUFA DE GAS	 ESTUFA DE GAS	 ESTUFA DE GAS	 HORNO	 CALENTADOR A MAQUINAMENTO
 CALENTADOR ALMACENAMIENTO AUTOMATICO	 CALENTADOR ALMACENAMIENTO	 CALENTADOR PARA AGUA CALIENTE	 CALENTADOR DOBLE AL PASO	 CALENTADOR EN PLE AL PASO
 CALENTADOR	 VAPORIZADOR	 CAFETERA	 IRON	 TORNILLO DE SENSIBILIDAD
 TORNILLO DOBLE	 QUEMADOR	 CALOR CON QUEMADOR	 HORNO INDUSTRIAL CON QUEMADOR	 APARATO INDUSTRIAL CON QUEMADOR
 QUEMADOR	 VALVULA DE GASES	 VALVULA DE ANGULO	 VALVULA DE SEGURIDAD O RELIEVO DE PRESION	 RELIEVO AUTOMATICO

SÍMBOLOS

VALVULA DE AGUA	VALVULA DE TRES USOS	VALVULA DE TRES USOS	LLAVE DE PASO	LLAVE DE CUADRO
LLAVE DE CUADRO CON GREASE	VALVULA VAHNO LUBRICADA	VALVULA CON GREASE	VALVULA SOLENOIDE	VALVULA DE CHIRRIANEO
VALVULA DE NO RETORNO DE FLUJO	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO	VALVULA DE CORTE AUTOMATICA Y MANUAL	VALVULA DE NO RETORNO DE FLUJO CON CHECK	UNION SO. DARA
UNION ROSCADA	UNION BRILADA	TUBO UNION	PUNTA TAPONADA	REDUCCION
MEDIDOR VENTURI	MEDIDOR DE ORIFICO	MANOMETRO	FILTRO	VENTURI
BOMBA	COMPRESORA	EXTINTOR	HIDRANTE	LLAMINA CONTRA INCENDIO
				<p>A. Distancia entre B. Distancia entre C. Material D.R. Ombre tipo E. Ombre tipo F. Tipo de G. Tipo de H. Tipo de I. Tipo de</p>
TERRA	CONEXION FLARE	CONEXION ROL		
	S.T.G.	B.T.G.		
CONEXION ADH.	SUBE TUBO DE GAS	B.A. A TUBO DE GAS		

CONSUMOS COMUNES PARA EL CALCULO DE TUBERÍA

PARA FLUJO DE GAS L.P. Y NATURAL
FORMULA DEL DR. POLE ABREVIADA: % P = C² x L x F

S = GRAVEDAD ESPECIFICA DEL PROPANO = 1.53; DEL GAS NATURAL = 0.6,
AIRE = 1.0; P = 27.94 gr/cm³ (11 COL. AGUA) GAS L.P., P = 17.78 gr/cm³
(7" COL. AGUA) GAS NATURAL

AFARATOS	ESPREA GAS LP	K CAL/h	BTU'S/h	GAS LP m ³ /h	NATURAL m ³ /h
ESTUFA DOMESTICA					
Comal o quemador	70	1,379	5,473	0.062	0.163
Horno, asador o rosticero	56	3,782	15,005	0.170	0.447
4QH		9,298	36,896	0.418	1.099
4QHC		10,577	42,369	0.480	1.099
4QHCA o 4QHCR		14,458	57,374	0.650	1.709
ESTUFA RESTAURANTE					
Quemador	66	1,913	7,591	0.086	0.226
Plancha o asador	56	3,782	15,006	0.170	0.447
Horno	50	8,630	34,248	0.388	1.020
PARRILLA o CAFETERA	70	1,379	5,473	0.062	0.163
CONSERVADOR ALIMENTOS CALIENTES/Q	74	890	3,531	0.040	0.105
CALEFACTOR para					
120 m ³	64	2,269	9,003	0.102	0.269
240 m ³	56	3,782	15,006	0.170	0.447
360 m ³	52	7,073	28,069	0.318	0.836
CALENTADOR AGUA, ALMACENAMIENTO					
Hasta 110 lts	54	5,316	21,096	0.239	0.628
Hasta 240 lts	47	10,655	42,280	0.479	1.259
INFRARROJO POR QUEMADOR	59	3,003	11,916	0.133	0.355
REFRIGERADOR DOMESTICO	79	369	1,465	0.0166	0.044
INCINERADOR	56	3,782	15,006	0.170	0.447
CALENTADOR AGUA, AL PASO					
Simple		20,686	82,089	0.930	2.445
Doble		33,365	132,402	1.500	3.944
Triple		46,711	185,363	2.100	5.521
MECHERO BUNSEN		512	2,030	0.023	0.060
MAQUINA TORTILLADORA		43,936	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	0.0002	0.0005		

3 RECIPIENTES

VAPORIZACION 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 ³ /h	VAPORIZACION EN K Cal
300	195,000	7.543	2.193	49,143
50	321,490	12.430	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

VAPORIZACION 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	VAPORIZACION EN m ³ /h	CAL AL < 110	CAL PASO E	CAL PASO E	CAL PASO E
		LTS E 4QH C = 0.657 m ³ /h	4QH C = 1.348 m ³ /h	4QH C = 1.348 m ³ /h	4QH C = 1.410 m ³ /h
300	2.17	3	3	2	2
500	3.57	6	5	4	4
750	4.45	9	9	5	5
1000	5.62	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 m³/h DE GAS NATURAL.
TIPOS Y DIÁMETROS DE TUBERÍAS

APARATOS Y CONSUMOS EN m ³ /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	3.338	0.218 0.705	0.035	0.0094
E4QH C = 1.086	CRL CF		0.165 0.533	0.027	0.0069
E4QHC C = 1.250	CRL CF	3.338	0.218 0.705	0.035	0.0094
E4QHCR C = 1.690	CRL CF		0.396 1.278	0.064	0.0166
CA < 110 LTS + E4QH C = 1.707	CRL CF		0.405	0.066	0.0172
CA < 110 LTS + E4QHC C = 1.871	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 PRESION, GAS LP

MODELO	ENTRADA Mm	SALIDA Mm	ORIFICIO mm	PRESIONES		CAPACIDAD m ³ /h
				ENTRADA kg/cm ²	SALIDA g/cm ²	
912	6.4	9.5	-	7.03	27.94	0.99
922	12.7	12.7	3.6	7.03	27.94	5.38
932	12.7	19.1	6.4	7.03	27.94	14.16
722-V	19.1	19.1	6.4	7.03	27.94	21.95

REGULADORES SECUNDARIOS (SEGUNDA ETAPA) BAJA PRESION, GAS LP

922	12.7	12.7	6.4	1.5	27.94	5.66
722-v	19.1	19.1	12.7	1.5	27.94	21.95
*S-252	19.1	19.1	6.4	1.5	17.78	11.33
*S-102	25.4	25.4	6.4	1.5	17.78	39.65
*S-202	50.8	50.8	19.1	1.75	17.78	283.20
*66	50.8	50.8	-	0.70	22.86	379.49
*66	76.2	76.2	-	0.70	22.86	1314.48
*66	101.5	101.6	-	0.70	22.86	1456.48

REGULADORES PRIMARIOS, ALTA PRESION, GAS LP

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
PRECISION	3005					

REGULADORES DE BAJA PRESION, PRIMARIOS O DE ETAPA ÚNICA DE OTRAS MARCAS

MARCAS	MODELOS	PRESION DE SALIDA	CAPACIDAD EN m ³ /HORA	DIAMETROS DE	
				ENTRADA	SALIDA
CMS	LOBO	27.94 gr/cm ²	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 PRESION, SECUNDARIOS O PARA SEGUNDA ETAPA DE OTRAS MARCAS

MARCAS	MODELOS	PRESION DE SALIDA	CAPACIDAD EN m ³ /HORA	DIAMETROS DE	
				ENTRADA	SALIDA
CMS	LOBO	27.94 gr/cm ²	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

SELECCION DE REGULADORES DE ALTA PRESION, PRIMARIOS O DE PRIMERA ETAPA

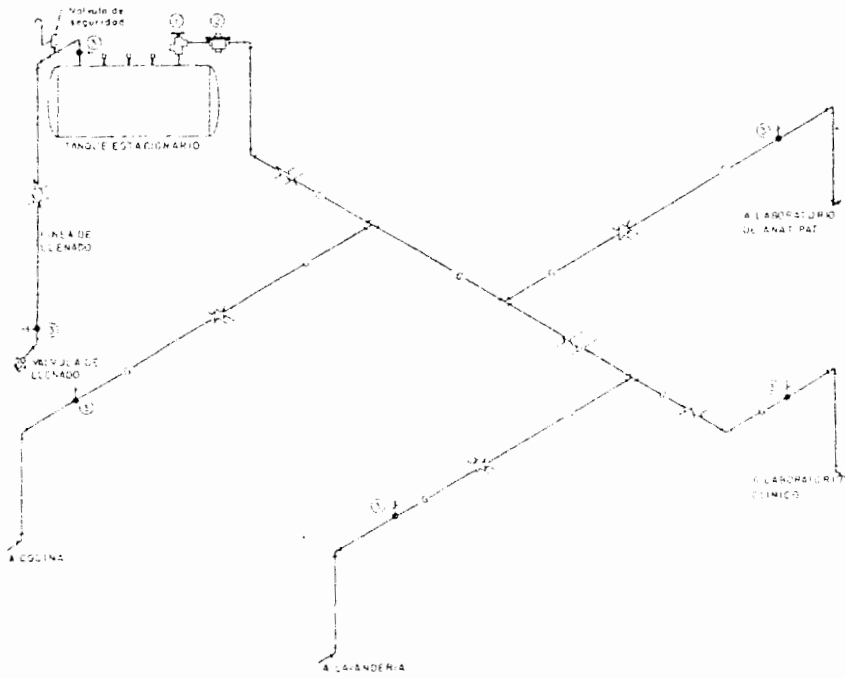
MARCAS	MODELOS	PRESIÓN DE SALIDA	CAPACIDAD EN m ³ /HORA	DIAMETROS DE	
				ENTRADA	SALIDA
CMS	141	1.5 kg/cm ²	104.0	1/2	1 1/4
CMS	141	"	104.0	3/4	1 1/2
CMS	141	"	104.0	1"	2"
CMS	1757	"	70.8	3/4	3/4
FISHER	67	"	14.1	1/4	1/4
FISHER	64	"	70.8	1/4	1/2
FISHER	630	"	104.0	1/2	1 1/4
FISHER	630	"	104.0	1"	1 1/2
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
INGEN. HADSH	CP	0.028	0.029		
	CF	0.133	0.028		
0.173 MPH	GALV		0.028		
	CP	0.056	0.017	0.021	
CAL. ALM. 1000	CP	0.252	0.015		
	GALV		0.019	0.021	
CAL. FACTOR	CP	0.099	0.025	0.021	
	CF	0.465	0.029		
0.018 MPH	GALV		0.025	0.028	
	CP	0.112	0.025	0.028	
ESTER. 400	CP	0.265	0.015		
	GALV		0.017	0.021	
0.018 MPH	CP	0.112	0.017	0.021	
	GALV		0.017	0.021	
E40HC-02A	CP	0.175	0.042	0.011	
	CF	0.088	0.203		
0.485 MPH	GALV		0.015	0.015	
	CP	0.415	0.128	0.020	
0.021 MPH	GALV		0.015	0.018	
	CP	0.546	0.410		
E40HC-02B	CP	0.423	0.129	0.011	0.011
	CF	0.987	0.419		
0.657 MPH	GALV		0.017	0.018	0.020
	CP	1.527	0.154	0.025	0.027
E40HC-02C	CP	0.378	0.031		
	GALV		0.022	0.022	0.024
E40HC-02D	CP	0.374	0.235	0.028	0.010
	CF	0.334	0.166		
0.885 MPH	GALV		0.022	0.021	0.024
	CP	0.798	0.242	0.022	0.010
ERE-STAR-01	CP	0.745	0.174		
	GALV		0.021	0.024	0.024
0.902 MPH	CP	0.888	0.221	0.024	0.010
	GALV		0.021	0.024	0.024
CAL. DE 1.500	CP	0.888	0.221	0.024	0.010
	GALV		0.021	0.024	0.024
0.931 MPH	CP	0.888	0.221	0.024	0.010
	GALV		0.021	0.024	0.024

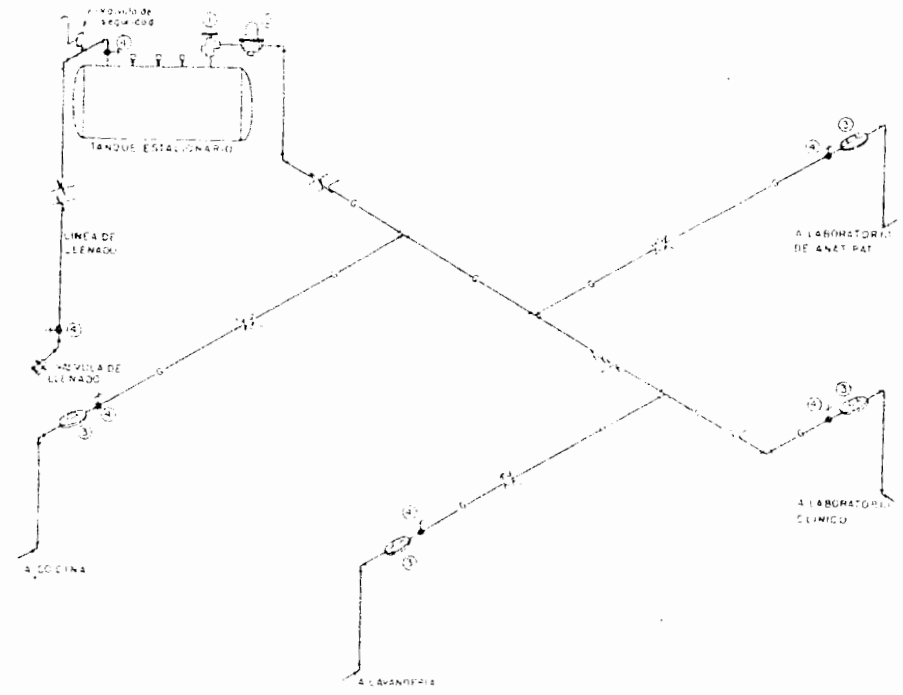
APARATO DE CONSUMO	TUBERIA MATERIAL	% DE LA CAIDA DE PRESION EN CADA METRO LINEAL DE TUBERIA			
		9.5 mm	12.7 mm	15.1 mm	25.4 mm
E40HC-02E	CP	0.940	0.274	0.044	0.012
	CF		0.851		
0.960 MPH	GALV		0.142	0.018	0.011
	CP	1.291	0.379	0.061	0.015
E40HC-02F	CP		1.210		
	GALV		0.131	0.014	0.015
E40HC-02G	CP	1.781	0.540	0.067	0.023
	CF		1.103		
1.338 MPH	GALV		0.209	0.016	0.022
	CP	1.808	0.524	0.062	0.022
E40HC-02H	CP		1.820		
	GALV		0.345	0.013	0.024
E40HC-02I-02J	CP	2.032	0.610	0.065	0.025
	CF		2.011		
1.442 MPH	GALV		0.319	0.017	0.025
	CP	2.224	0.668	0.102	0.029
1.626 MPH	CP		2.163		
	GALV		0.347	0.016	0.027
E40HC-02K	CP	2.665	0.828	0.131	0.035
	CF		2.627		
1.648 MPH	GALV		0.419	0.014	0.035
	CP	2.826	0.878	0.142	0.038
E40HC-02L	CP		2.866		
	GALV		0.421	0.014	0.035
E40HC-02M	CP	3.581	1.110	0.190	0.050
	CF		3.841		
1.960 MPH	GALV		0.610	0.016	0.046
	CP	4.122	1.210	0.212	0.056
CP-THIN-LE	CP		4.278		
	GALV		0.719	0.015	0.053
E40HC-02N	CP	4.742	1.417	0.252	0.061
	CF		4.592		
2.200 MPH	GALV		0.740	0.015	0.058



SIMBOLOGIA

- 1 Valvula de servicio
- 2 Regulador primario de baja presión (27.54 gr/cm²)
- 3 Valvula de globo

RED DE BAJA PRESION CON REGULADOR PRIMARIO



SIMBOLOGIA

- 1 Valvula de servicio
- 2 Regulador primario de alta presión (41.50 kg/cm²)
- 3 Regulador secundario de baja presión (27.54 gr/cm²)
- 4 Valvulas de globo

RED DE ALTA PRESION CON REGULADORES SECUNDARIOS DE BAJA PRESION

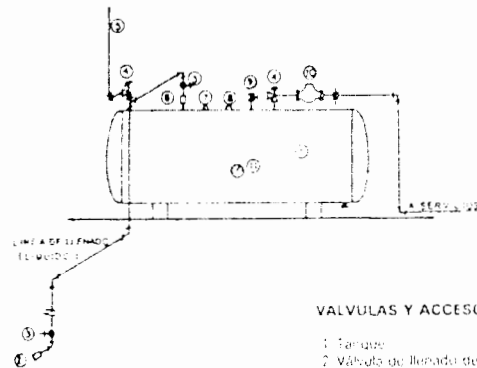
LOCALIZACION DE TANQUES

CAPACIDAD (LITROS) DISTANCIA AL PARED (cm) DISTANCIA AL TUBO DE VENTILACION (cm) DISTANCIA AL TUBO DE VENTILACION (cm)

Máx. de 500	0.50m	15.00m	15.00m
501 - 1000	1.00m	15.00m	15.00m
1001 - 2000	2.00m	15.00m	15.00m
Máx. de 5000	15.00m	15.00m	15.00m

DIMENSIONES Y PESO DE TANQUES COMERCIALES PARA GAS L.P. TIPO INTEMPERIE.

CAPACIDAD		PESO (Kg.)		DIMENSIONES (cm.)	
LITROS	KG.	VACIO	LLENO	DIAMETRO	LAGGO
300	168	108	276	61	110
500	280	164	464	61	182
900	504	224	728	76	231
1000	560	250	810	76	234
1470	823	411	1234	95	244
1600	898	472	1368	101	210
2200	1232	579	1811	101	284
2329	1310	710	2020	95	454
2800	1568	701	2269	101	361
3248	1819	818	2637	104	464
3400	1904	823	2727	101	438
5000	2800	1032	3837	116	484

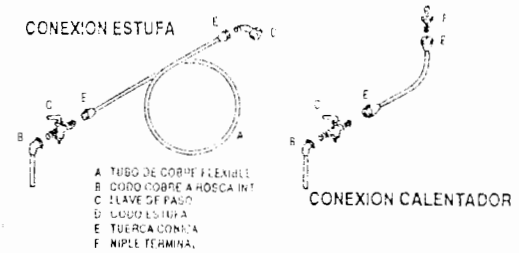


VALVULAS Y ACCESORIOS

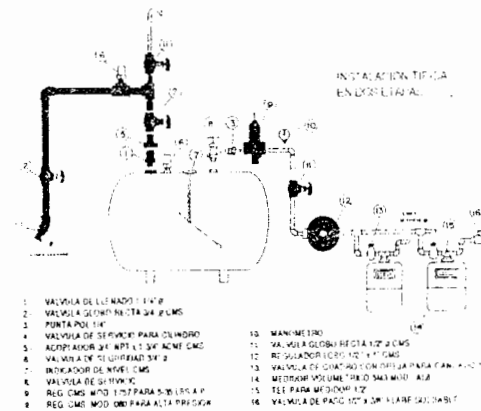
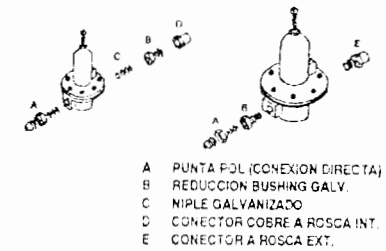
1. Tanque
2. Válvula de llenado de líquido
3. Válvula de gasbo
4. Válvula de seguridad y seguridad
5. Junta de aire
6. Acoplador ACME
7. Válvula de retorno de vapores
8. Frotador y manómetro
9. Válvula de seguridad
10. Regulador de presión
11. Medidor

NOTA: El espacio de la sala debe tener una altura mínima de 2.10 metros desde el nivel del piso hasta el techo. Los puntos medidos son tan solo referenciales para el diseñador.

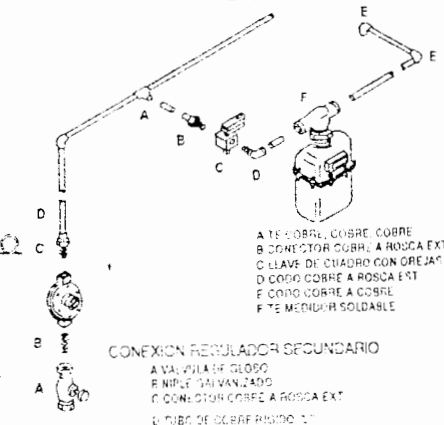
LOCALIZACIÓN, VALVULAS, CONEXIONES, DIMENSIONES Y PESO DE LOS TANQUES ESTACIONARIOS COMERCIALES PARA GAS L.P. TIPO INTEMPERIE



CONEXION REGULADOR PRIMARIO



ENSAMBLE MEDIDOR



PRINCIPALES CONEXIONES EN LAS INSTALACIONES

TUBERIAS

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 TUBERIA	LONGITUD EN M.	DIÁMETROS COMERCIALES												
		1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	2"	2 1/2"	3"	4"			
TUBERIA DE COBRE FLEXIBLE (CF)	18.30	X	X		X									
TUBERIA DE COBRE RIGIDO TIPO L (CRL)	6.10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
TUBERIA DE COBRE RIGIDO TIPO K (CRK)	6.10			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
TUBERIA DE ACERO GALVANIZADO (GALV)	6.40				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
TUBERIA DE FIERRO NEGRO (Fe No.)	6.40				X	X	X	X	X	X	X	X	X	
TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (EXTRUPAK)	5.00													
TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (EXTRUPAK)	10.00													
TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (EXTRUPAK)	150.00				X	X	X	X	X	X	X	X	X	

INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

CAPITULO 10 DISPOSICION INDIVIDUAL DE AGUAS RESIDUALES

- 10.1 ALTERNATIVAS DE SOLUCION
- 10.2 FOSAS SEPTICAS
- 10.3 TANQUE IMHOFF
- 10.4 LETRINAS SANITARIAS
- 10.5 RETRETE QUIMICO

INTRODUCCION

Hay que recordar que el hombre, en su aparato digestivo es el "reservorio" de los organismos patógenos causantes de enfermedades intestinales que se transmiten a través de la excreta (excremento y orina), si esta no se controla puede contaminar agua, suelo, aire y alimentos en forma directa o a través de su transporte por la fauna (moscas, cucarachas, etc.)

Existen personas (sin educación) que todavía defecan al "aire libre" sin ninguna precaución, es decir se ha perdido el instinto natural de protección contra las enfermedades transmisibles a través de la excreta humana que tenían los primeros pobladores del planeta y que aun conserva algunos animales, por ejemplo los perros y los gatos que tienden a enterrar sus excretas con las patas

En el Antiguo Testamento se mencionan reglas sagradas que protegían, mediante ciertas medidas de higiene, a los guerreros que iban a batalla, encontramos en el Capitulo XXIII del Deuteronomio:

"Señalarás un lugar fuera del campamento, a donde vayas a hacer tus necesidades naturales, llevando un palo puntiagudo en el cinto, con el harás un hoyo cubriendo después el excremento con la tierra sacada, porque el Señor Dios tuyo anda en medio del campamento para librarte y entregar en tus manos a los enemigos y así tus reales deben estar limpios y no se deben ver en ellos cosa sucia porque el señor no te abandone"

Por lo mencionado, estamos en un problema de educación y de higiene, debemos siempre procurar construir un lugar adecuado para realizar nuestras necesidades naturales, ya que cuando no se cuenta con los servicios públicos respectivos no es posible cargar con "una estaca puntiaguda al cinto" en nuestros hogares.

10.1 ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Los predios ubicados en comunidades, colonias o barrios que no cuentan con todos los servicios municipales deben considerar la eliminación de los desechos sólidos y líquidos sanitariamente en forma individual aún cuando existiere la promesa de la construcción de los servicios en un futuro próximo.

En el medio rural y en las áreas marginadas que no cuentan con servicio de agua entubada, es necesario proteger la salud de los habitantes evitando el "fecalismo al aire libre" para ello la excreta humana puede eliminarse sanitariamente por un "medio seco", o sea sin arrastre de agua para evitar que contamine suelo, agua, aire, alimentos, insectos y los animales, ya que a través de ellos los organismos patógenos, causantes de enfermedad llegan a las personas.

En ausencia de alcantarillado se puede eliminar la excreta humana por los medios o sistemas mencionados en el cuadro 10.1

CUADRO 10.1 Solución individual para eliminar las excreta cuando el predio no cuenta con servicio de drenaje

CONDICION	SOLUCION
1. Carencia de Alcantarillado, pero existe sistema de agua potable	- Fosa séptica - Tanque Imhoff
2. Carencia de Alcantarillado y no existe sistema de agua potable, pero se cuenta con otra fuente de agua que permite tener instalaciones intradomiciliarias que a su vez permita el arrastre de la excreta dentro de la vivienda (pozo, manantial, pipas, etc)	- Fosa séptica
3. Carencia de Alcantarillado y no existe sistema de agua potable, además no se cuenta con otra fuente de agua que permita el arrastre de la excreta dentro de la vivienda	- Letrina sanitaria - Retrete químico

10.2 FOSAS SEPTICAS

Las fosas sépticas cuentan con tanques subterráneos, herméticos que permiten la sedimentación y fermentación de la materia orgánica, después tienen una zona de oxidación que puede consistir en un campo de oxidación, en un pozo de absorción o ambos, la fosa séptica es un complemento de las instalaciones sanitarias (figura 10.1).

Se construyen en lugares carentes de alcantarillado, en los cuales es difícil alejar los desechos líquidos con la facilidad y la sencillez que permiten aquellas instalaciones municipales, si se les presta la atención debida, resuelven en forma satisfactoria el problema de eliminación de pequeños volúmenes de aguas negras.

Se construyen las fosas sépticas, siempre y cuando en las casas, o construcciones por servir exista provisión suficiente de agua y que como mínimo se disponga de inodoros, como son los comerciales con depósito actualmente de 6 litros o las anteriores de 16 litros, o sin depósito con fluxómetro cuando en el edificio se tenga presión hidráulica suficiente.

Es conveniente que las aguas "jabonosas" o sea las que se originan en el lavadero, en el lavabo y en la regadera no se envíen al tanque séptico, sino que se envíen directamente al campo o al pozo de oxidación.

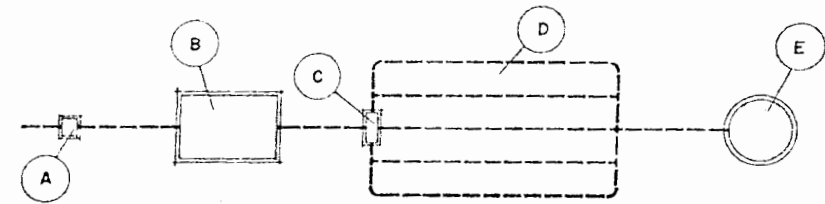


FIG. 10.1 FOSA SÉPTICA, ELEMENTOS QUE LA INTEGRAN

ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA FOSA SÉPTICA

- A. Trampas para grasa. Se colocarán solo cuando se reciban desechos de cocinas colectivas, garages y locales de elaboración de alimentos.
- B. Tanque séptico. Elemento donde se desarrollan los procesos de sedimentación y séptico.
- C. Caja distribuidora. Para mejor funcionamiento del campo de oxidación.
- D. Campo de oxidación. Debe existir siempre que las condiciones locales lo permitan.
- E. Pozo de absorción. Será necesario en determinados casos, en sustitución de D, pero también se pueden construir ambos en caso de que se justifique.

SELECCIÓN

- a. Para zonas rurales y suburbanas con abastecimiento de agua intradomiciliaria, carentes de alcantarillado y con terreno suficiente para el campo de oxidación.
- b. Adecuado para vivienda individual y pequeños grupos de viviendas.
- c. De capacidad y forma adecuadas según las necesidades.

LOCALIZACIÓN

1. Se ubicará en la parte mas baja de acuerdo con la topografía del terreno y en un lugar que no se inunde.
2. El tanque séptico se localizará a una distancia horizontal mínima de 3 m de la vivienda.
3. El campo de oxidación se localizará a una distancia horizontal mínima de 15 m de cualquier fuente de abastecimiento de agua.
4. El fondo del campo de oxidación y en su caso el fondo del pozo de absorción estarán a una distancia vertical mínima de 1.50 m arriba del nivel freático.

FUNCIONAMIENTO DE LA FOSA SEPTICA

La fosa séptica consta fundamentalmente de dos partes:

1) Un depósito impermeable o tanque séptico, generalmente enterrado donde el agua queda en reposo y se efectúa la sedimentación y la formación de natas, el agua intermedia entre el sedimento y la nata se va convirtiendo en un líquido clarificado, lo anterior se debe a que privada del aire y de la luz se favorece la vida y reproducción de microorganismos que proliferan en un ambiente con ausencia de oxígeno y del aire llamados anaerobios. Para su reproducción estos microorganismos toman los elementos necesarios de la materia orgánica, modificando su estado sólido en líquidos y gases, realizan un proceso de descomposición de la materia orgánica contenida en las aguas residuales, llamado "proceso séptico", después de éste cambio, al poner estas aguas en contacto con el suelo rápidamente son oxidadas y se transforman en inofensivos, en esta oxidación intervienen otras bacterias que viven en presencia del aire llamadas aerobias que efectúan el siguiente proceso, **2) Una instalación para oxidar el efluente**: que consiste en una serie de drenes colocados en el subsuelo de un terreno poroso y por los cuales se distribuye el efluente del tanque séptico, que se oxida al estar en contacto con el aire y con los organismos aerobios que se encuentran en el suelo, esto es lo que se llama un "campo de oxidación" y cuando no se tiene espacio para un campo de este tipo puede sustituirse por un "pozo de absorción", aunque en ocasiones se instalan los dos (campo y pozo), donde el pozo recibe el excedente del campo de oxidación.

DATOS BÁSICOS DE DISEÑO

Tanque Séptico

- Gasto que puede recibir de aguas negras
 - Para viviendas o grupo de viviendas, incluyendo espacio para todos 150 lts/persona/día
 - Para escuelas sin internado, incluyendo espacio para todos 50 lts/persona/día
- Período de retención: de 24 a 48 hrs
- Capacidad mínima: 1,500 lts
- Tirante mínimo del líquido de 1.10 mts
- El largo de 2 a 3 veces el ancho
- Diferencia de altura entre las tuberías de entrada y salida de 0.05 mts
- Tubo de ventilación con diámetro mínimo de 1/2 pulgada

Campo de Oxidación

- Se diseñará de acuerdo con el resultado de la prueba de infiltración
- El número mínimo de líneas de tubería será de dos
- La longitud máxima de cualquier línea de tubería será de 30 m
- Separación mínima entre líneas de tubería de 1.80 m
- La profundidad de las zanjas varía de 0.45 a 0.60 m
- La pendiente de las zanjas será de 0.01 a 0.025 m por cada 10 m

- La tubería será perforada y los tramos sin unir (separados max. 0.01 m)

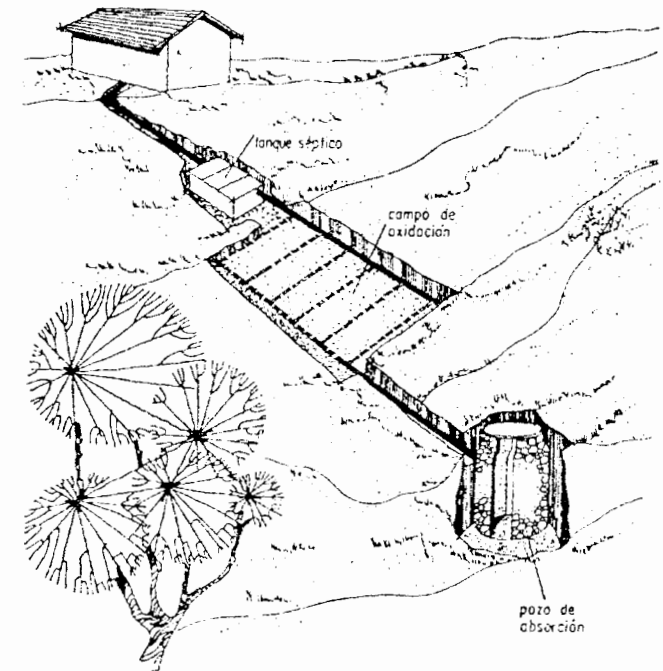


FIG. 10.2 ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN DE FOSA SEPTICA

Pozo de Absorción

- Se diseñará de acuerdo con la naturaleza del terreno y las pruebas de infiltración.
- El fondo deberá estar a una distancia vertical mínima de 1.50 m del manto freático
- En el fondo se deberán colocar piedras sueltas, con diámetros de 5 a 15 cm

CARACTERÍSTICAS DEL TANQUE SEPTICO

En el cuadro 10.2 se presentan datos para diseñar los tanques sépticos, para elaborar éste cuadro se tomaron en cuenta los siguientes factores:

En servicio doméstico

Una dotación de 150 l/persona/día, y un período de retención de 24 hrs.

En servicio escolar:

El número de personas para servicio escolar, se determinó para un período de trabajo escolar diario de 8 horas.

Para diferentes periodos de trabajo escolar, habrá que buscar la relación que existe entre el período de retención y el período de trabajo diario escolar, relacionándolo con la capacidad doméstica

Ejemplo: Se tiene un tanque séptico de uso doméstico para 60 personas ¿A cuantas personas dará servicio escolar, si la permanencia escolar es de 6 horas?

$$\text{Relación} = \frac{\text{Período de retención}}{\text{Período de trabajo}} = \frac{24}{6} = 4$$

Puede dar servicio escolar para: 4 x 60 = 240 personas

Para el Dimensionamiento mínimo de los tanques sépticos, se presenta el cuadro 10.2 y en la figura 10.3 las características para el diseño.

CUADRO 10.2 Datos para el diseño de tanques sépticos

PERSONAS SERVIDAS		CAPACIDAD DEL TANQUE EN LITROS	DIMENSIONES EN METROS							
Servicio doméstico	Servicio escolar externo		L	A	h ₁	h ₂	h ₃	H	E	
									tabique	piedra
Hasta 10	Hasta 30	1,500	1.90	0.70	1.10	1.20	0.45	1.68	0.14	0.30
11 a 15	31 a 45	2,250	2.00	0.90	1.20	1.30	0.50	1.73	0.14	0.30
16 a 20	46 a 60	3,000	2.30	1.00	1.30	1.40	0.55	1.83	0.14	0.30
21 a 30	61 a 90	4,500	2.50	1.20	1.40	1.60	0.60	2.03	0.14	0.30
31 a 40	91 a 120	6,000	2.90	1.30	1.50	1.70	0.65	2.18	0.28	0.30
41 a 50	121 a 150	7,500	3.40	1.40	1.50	1.70	0.65	2.18	0.28	0.30
51 a 60	151 a 180	9,000	3.60	1.50	1.60	1.80	0.70	2.28	0.28	0.30
61 a 80	181 a 240	12,000	3.90	1.70	1.70	1.90	0.70	2.38	0.28	0.30
81 a 100	241 a 300	15,000	4.40	1.80	1.80	2.00	0.75	2.48	0.28	0.30

- L: Largo interior del tanque
- A: Ancho interior del tanque
- h₁: Tirante menor
- h₂: Tirante mayor
- h₃: Nivel de lecho bajo de dala con respecto a la parte de mayor profundidad del tanque
- H: Profundidad máxima
- E: Espesor de muros

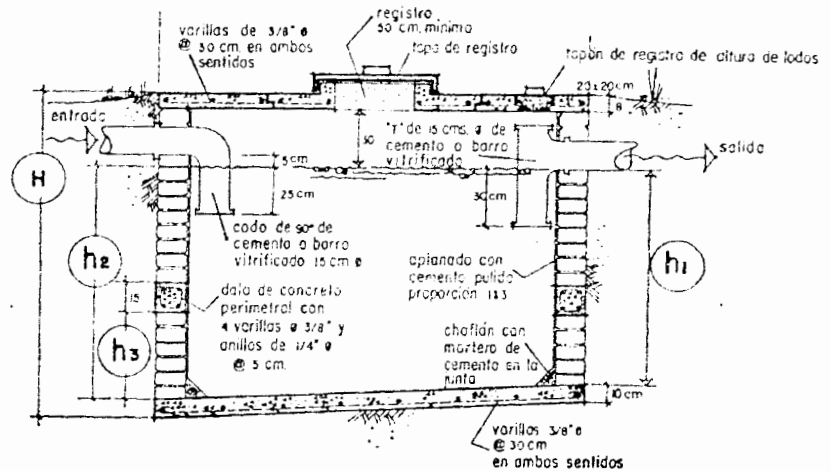
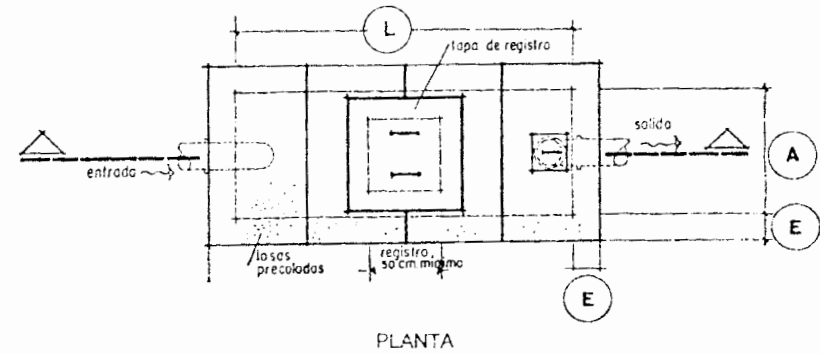


FIG 10.3 TANQUE SÉPTICO TIPO

MODELOS DE TANQUES SÉPTICOS

Aunque existen diferentes modelos, los tanques sépticos tradicionales de un solo compartimiento o cámara son los más baratos y fáciles de construir, también existen en el mercado modelos pre-fabricados de A-C, fibra de vidrio, polietileno, etc.

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (CEPIS), La Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), reportan que un tanque de dos cámaras logra mejor rendimiento en lo que se refiere a reducción de organismos patógenos y sólidos en suspensión y recomiendan que el primer compartimiento tenga sus dimensiones iguales al doble del segundo.

El tanque de dos cámaras tiene un costo mayor, pero tiene la ventaja que se limpia con menor frecuencia que el de una cámara y logra un mejor tratamiento del agua residual.

Los tanques sépticos de tres cámaras se recomiendan para ser utilizadas en lugares públicos y donde la extensión del terreno es la principal limitante para disponer el efluente. En este caso, el agua de inodoros es descargada al primer compartimiento mientras que las aguas grises (jabonosas), se envían al tercero.

PROCESOS INTERNOS DEL TANQUE SÉPTICO

- Separación de sólidos

La densidad de los sólidos y la reducción de la velocidad del flujo hace que estos se depositen en el fondo del tanque séptico, por lo que el efluente se clarifica. Cuando no se lleva a cabo un mantenimiento adecuado, los sólidos pueden salir en el efluente y atascar el campo de absorción.

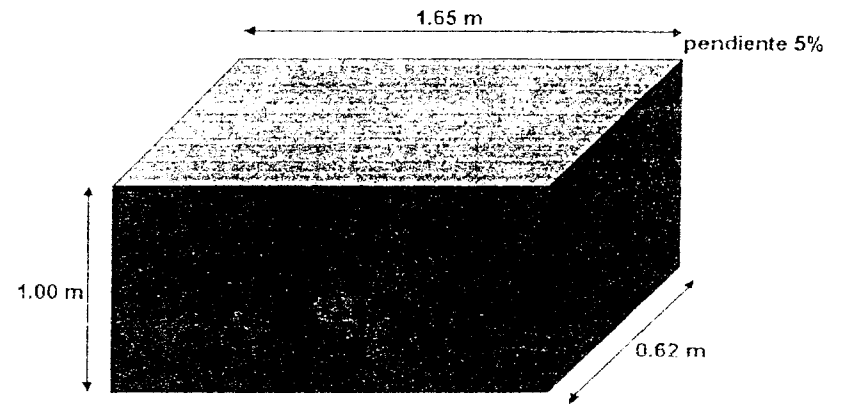
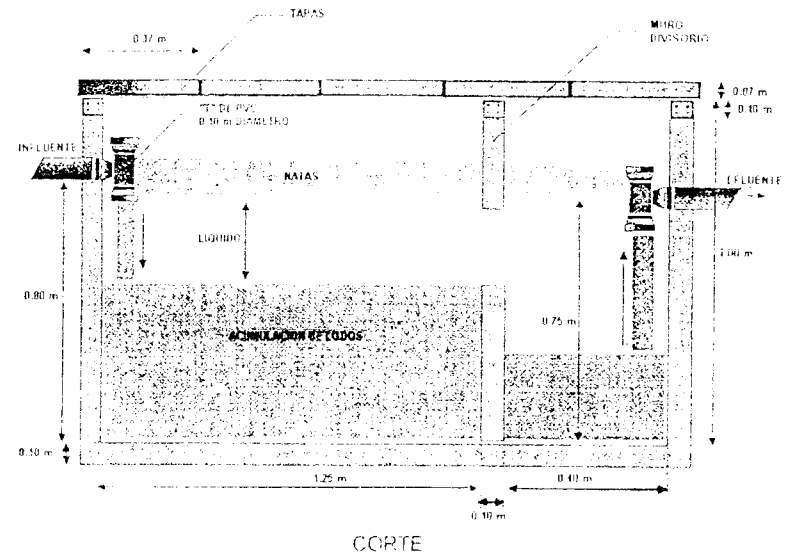
- Digestión de lodos

Los sólidos y líquidos son sometidos a descomposición por la acción de las bacterias anaerobias y por los compuestos que se producen (ácido sulfhídrico, dióxido de carbono y metano). Esta descomposición sin presencia de oxígeno libre, es llamada "séptica".

La velocidad del proceso de digestión se incrementa a temperaturas altas, de 30 a 35° C. El uso de grasas, aceites y desinfectantes disminuyen la rapidez de la digestión de lodos.

- Estabilización del líquido

Los cambios químicos que sufre el líquido en el tanque séptico, no eliminan a los patógenos, en consecuencia el efluente que se envía a la zona de oxidación contiene un alto número de bacterias patógenas, por lo que sin este segundo tratamiento (oxidación) no se debe usar en riego ni descargarse directamente a un cuerpo receptor.



PERSPECTIVA DIMENSIONAL
FIG. 10.4 TANQUE SÉPTICO DE DOS CAMARAS

CARACTERISTICAS DE LOS CAMPOS DE OXIDACIÓN

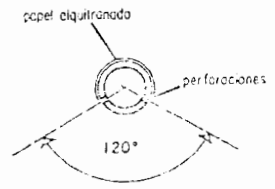
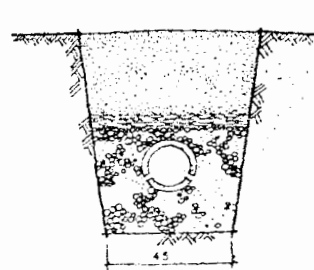
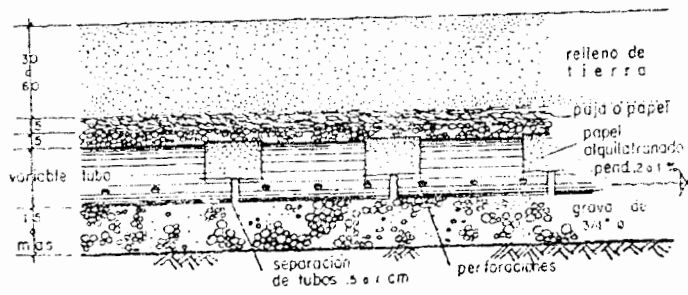
Instalación de tubería

La profundidad de colocación de esta tubería siempre será menor de 90 cm con respecto al nivel superior del terreno. La profundidad media recomendada es de 30 a 60 cm (con altos niveles freáticos puede reducirse a 20 cm). Con esto se logra que el efluente de la fosa sea distribuido a la profundidad mas conveniente y se infiltre en el terreno.

Deberá evitarse la localización de campos de oxidación cerca de árboles, ya que sus raíces pueden llegar a tapan y levantar las tuberías.

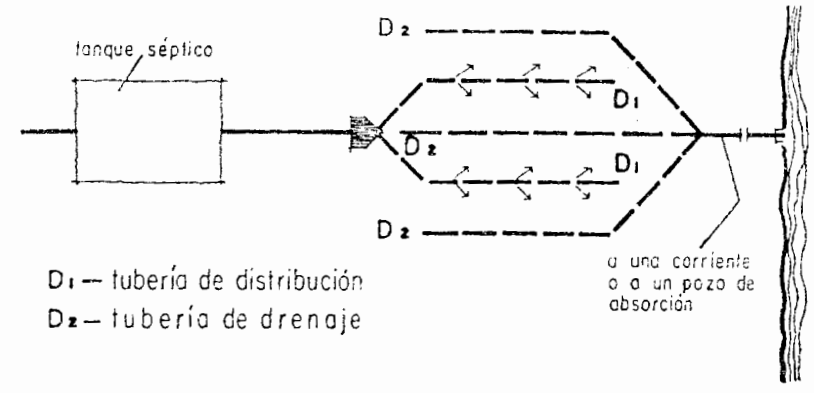
Los tubos pueden ser de PVC, barro vitrificado o de concreto. Para éstos dos últimos, sobre las juntas separadas de 0.5 a 1.0 cm, se colocará hojas de plástico o papel alquitranado con objeto de evitar que el material de relleno de la zanja entre a los tubos y que suba la humedad. Mientras mas poroso sea el suelo, la pendiente de estos será mayor, pero nunca mas del 1%.

El papel o paja que divide la tierra de la grava, evita que esta se tape con tierra. Si se usa papel, en este caso, no será alquitranado.



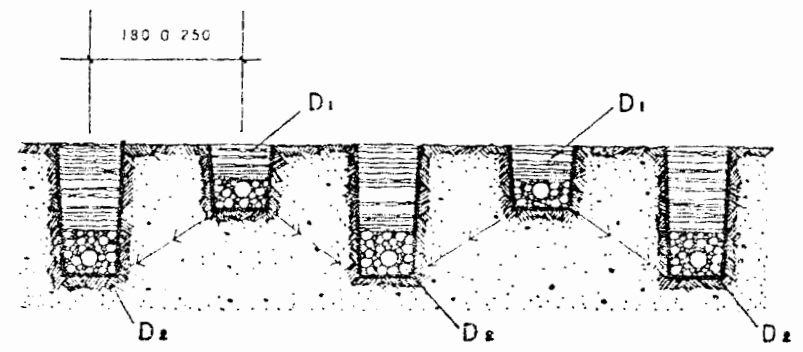
DETALLE DE LA PERFORACION DEL TUBO

FIG. 10.5 DATOS PARA INSTALACIONES DE TUBERÍA EN CAMPOS DE OXIDACION



D₁ -- tubería de distribución
D₂ -- tubería de drenaje

PLANTA



CORTES

Nota: Para terrenos poco permeables (tiempo > 30 min. por cada 2.5 cm) se instalará doble tubería

FIG. 10.6 ZANJAS FILTRANTES

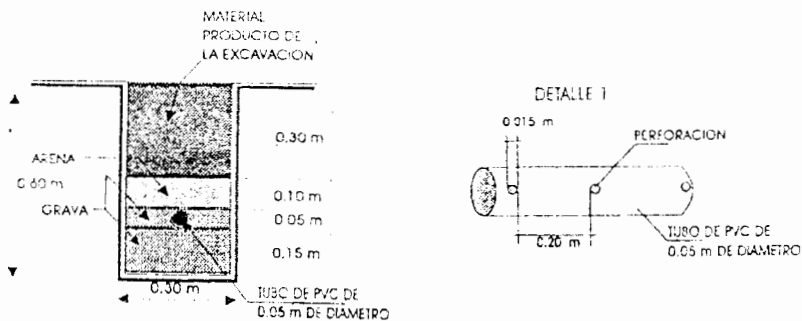
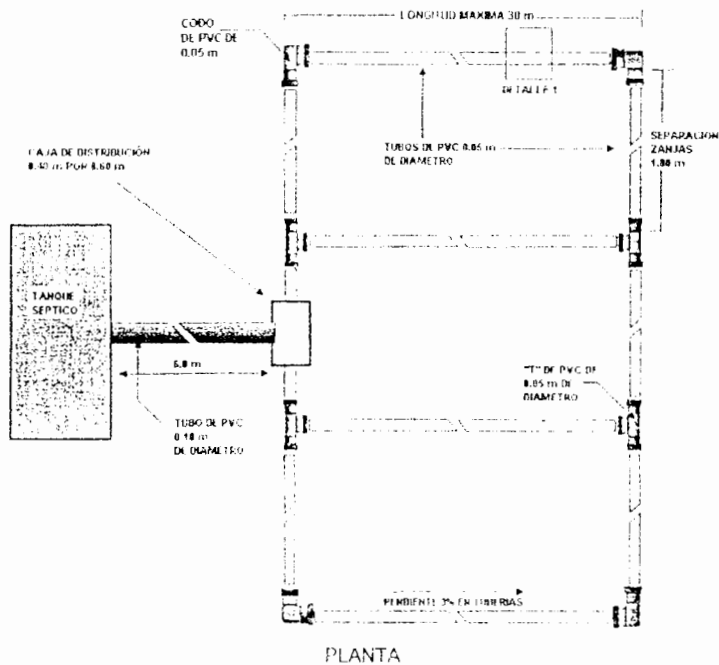


FIG. 10.7 ZANJAS DE FILTRACIÓN EN PARALELO

DISEÑO DE ZANJAS DE FILTRACIÓN.

El campo de absorción se compone por un mínimo de dos zanjas o un pozo. Para construir zanjas, se recomiendan dos tipos de distribución, en serie o en paralelo para la instalación de las tuberías:

- Distribución en serie

Consiste en un grupo de zanjas conectadas en serie mediante tubos, cada zanja funciona hasta su saturación y pueden construirse en cualquier tipo de terreno.

- Distribución en paralelo

Es un conjunto de zanjas interconectadas paralelamente por medio de tubos en un sistema continuo como se observa en la figura 10.7, se recomienda para terrenos planos.

Para un campo de absorción por medio de zanjas se recomienda el siguiente material:

- Tubo de PVC sanitario de 6 m de longitud y 10 cm de diámetro, para conducir el efluente del tanque séptico a las zanjas de absorción. La cantidad de tubos depende de la distancia del tanque al campo de absorción.
- Tubo de PVC de 6 m de longitud y 5 cm de diámetro, los necesarios de acuerdo a la longitud de las zanjas. A los tubos se les hacen agujeros de 1.5 cm de diámetro en la parte que se asienta en la grava, separados por 20 cm en forma de "tres bolillo", y a 120° (Figura 10.5).

- Dimensiones de la zanja

La zanja se excava usualmente con un ancho de 30 a 60 cm y una profundidad efectiva de 60 a 100 cm, con una pendiente de hasta 5%. Se recomienda una longitud máxima de 30 m para las zanjas.

- Relleno de zanjas

Normalmente se usa tezontle o grava, de 2 a 5 centímetros de diámetro y tierra producto de la excavación de la zanja.

La zanja se llena formando camas de grava o tezontle de 15 a 30 cm de espesor en el fondo. Se coloca encima el tubo perforado y otras camas de 10 cm de tezontle y 10 cm de arena. Finalmente se coloca una capa de tierra que se compacta con alguna herramienta pesada (Figura 10.7).

EJEMPLO

Determinar el área de drenaje y la longitud de las zanjas para filtrar un volumen diario, V_d , de aguas residuales de 504 litros si la tasa de filtración, T_f es de 20 l/m²/día y la profundidad efectiva de la zanja, P_e es de 0.60 m.

Datos de diseño

- Tasa de filtración, $T_f = 20$ l/m²/día
- Volumen diario de aguas residuales, $V_d = 504$ l/día
- Lados de infiltración de la zanja = 2
- Profundidad efectiva, $P_e = 0.60$ m

El área requerida se calcula de la siguiente manera

$$Ar = \frac{V_d}{T_f} = \frac{504}{20} = 25.2 \text{ m}^2$$

La longitud de la zanja, l_z , se calcula a partir de la ecuación del área de drenaje.

$$A_z = (2 l_z)(P_e)$$

despejando l_z :

$$l_z = \frac{A_z}{(P_e) \cdot 2} = \frac{25.2}{0.60(2)} = 22 \text{ m}$$

Considerando los parámetros básicos de diseño son:

- Mínimo de zanjas: 2
- Profundidad: de 0.60 a 1.00 m
- Ancho: de .030 a 0.60 m
- Largo: 30 m
- Separación entre zanjas: 1.80 m

Si el terreno es suficientemente largo, el campo de absorción consistiría en una zanja de filtración de 22 m de longitud y 0.60 m de ancho.

* Generalmente no se considera el fondo de la zanja como área de filtración porque se colmata (tapa u obstruye) rápidamente.

CARACTERÍSTICAS DE LOS POZOS DE ABSORCIÓN

Las aguas provenientes de zanjas filtrantes, filtros subterráneos o cámaras de oxidación, operados debidamente, pueden verse a un curso de agua, pero se considera que es conveniente clorarlas como una medida de seguridad

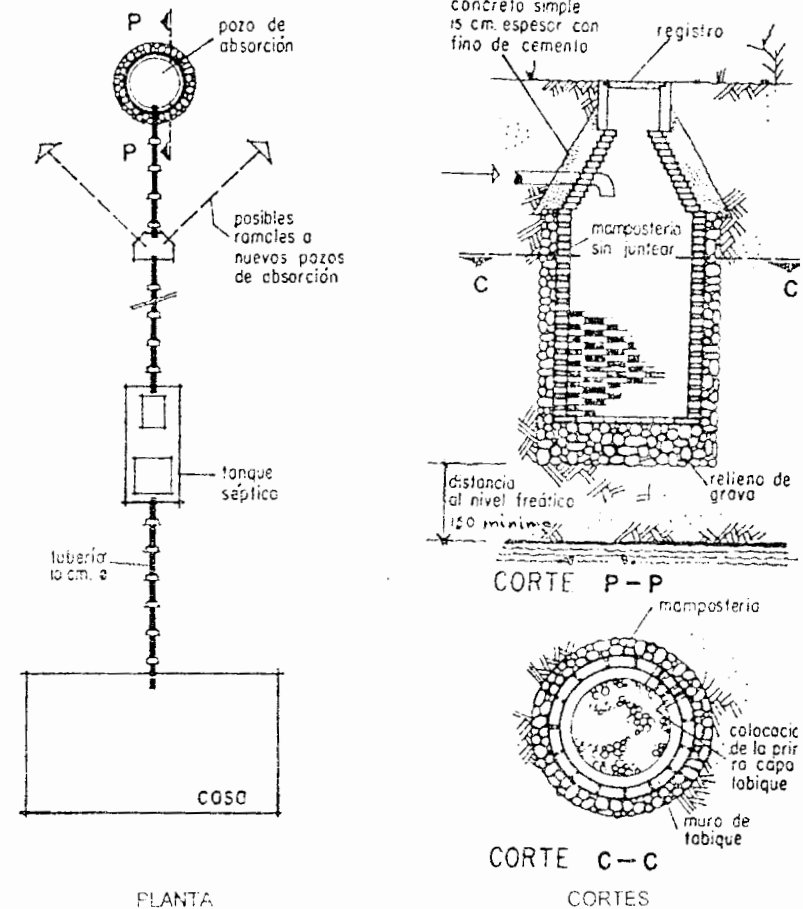


FIG 10.8 DETALLES DE POZO DE ABSORCION

Un medio recomendable para su oxidación es la tierra y un método adecuado es el POZO DE ABSORCIÓN, en donde las aguas se infiltran al subsuelo a través de las paredes y piso permeables, construidos como se indica en la figura 10.8.

Las dimensiones y número de pozos necesarios dependerán de la permeabilidad del terreno y se diseñarán de acuerdo con la experiencia que se tenga en la región donde se construyan, en ocasiones se recomienda introducir piedra de aproximadamente 5 a 15 cm de diámetro, para permitir que el líquido escurra sobre ellas y fomentar el crecimiento de bacterias que adheridas a las piedras degraden la materia orgánica que aún lleve el líquido proveniente del tanque.

DISEÑO DE POZOS DE ABSORCIÓN

Una ventaja de los pozos es que se pueden construir en predios pequeños, donde no existe suficiente espacio para un campo de oxidación por medio de zanjas.

Los pozos pueden ser de forma circular, cuadrada o rectangular y deben localizarse en terreno poroso que no se inunde para que el efluente del tanque se infiltre a través de la pared y del fondo del pozo, aunque éste último se satura (colmata) en poco tiempo (2 a 3 meses).

La pared puede adomarse con ladrillos o piedra en hileras alternadas, de manera que entre ellos queden huecos para la filtración del agua. El CEPIS y Banco Mundial, recomiendan que los pozos tengan de 1.5 a 3.5 m de diámetro, de 3 a 6 m de profundidad y 1.5 m de distancia mínima vertical al nivel freático.

EJEMPLO

Determinar las dimensiones del pozo que se requiere para disponer del efluente proveniente de un tanque séptico que recibe un volumen diario de aguas residuales de 504 l/día. La tasa de filtración (T_f) del suelo se estima en 20 l/m²/día y diámetro es de 1.5 m.

Datos de diseño

- Volumen diario de aguas residuales V₂ = 504l/día
- Tasa de infiltración, T_f = 20 l/m²/día
- Diámetro del pozo = 1.5 metros

Determinar el área de huecos requerida A_h en las paredes del pozo

$$K = \frac{\text{áreas de hueco } (A_h)}{\text{área de ladrillos } (A_l)}$$

Si K = 0.5 A_h = (K) (π) (D)

Donde

π = 3.1416

D = diámetro del pozo

H = altura del pozo

$$A_h = \frac{V_2}{T_f} = \frac{504}{20} = 25.2 \text{ m}^2$$

Determinar la altura del pozo

$$A_h = (K)(\pi)(D)(H)$$

Entonces

$$H = \frac{A_h}{(K)(\pi)(D)}$$

Sustituyendo, se obtiene

$$H = \frac{25.2}{(0.5)(3.1416)(1.5)} = 10.695 \text{ m}$$

Considerando las recomendaciones del CEPIS e IMTA, se necesitarían dos pozos de 5.4 m de altura por 1.5 m de diámetro o tres pozos de 3.5 m de altura por el mismo diámetro.

10.3 TANQUE IMHOFF

Este tratamiento es conveniente cuando se juntan los albañales de varias viviendas ya que su instalación no es conveniente para menos de 10 viviendas, considerándose que cuentan con un mínimo de 50 personas.

TANQUE

Es un tipo especial de tanque de sedimentación muy usado para el tratamiento primario en combinación con lagunas de oxidación u otro tratamiento secundario. Consta de dos cámaras: una superior que es la cámara sedimentadora en forma de canal, por la que pasan las aguas con una velocidad muy reducida permitiendo el asentamiento de la materia en suspensión y otra cámara inferior que es la cámara de digestión, en la cual se desarrolla la descomposición anaerobia de la materia sedimentada. El fondo de la cámara de sedimentación está formado por dos losas inclinadas que en su parte más baja se traslapan dejando un espacio o ranura que comunica con la cámara de digestión, cuyo piso forma una tolva (figura 10.9).

El tanque IMHOFF tiene como propósito separar una elevada porción de las sustancias orgánicas putrescibles que se encuentran suspendidas en las aguas. Al Pasar las aguas negras por la cámara de sedimentación a baja velocidad, se separan los sólidos sedimentables que descienden hacia la tolva y escurren, a través de una ranura, hacia la cámara de digestión, ver figura 10.9.

Como resultado de la sedimentación, el agua residual que se descarga del tanque ha perdido, en promedio, un 55% de los sólidos sedimentables y su demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se reduce en un 35% como promedio.

La digestión de los lodos produce gases combustibles que se desprenden hacia arriba siendo desviados de la ranura hacia las ventillas de gas que flanquean la cámara de paso.

Con esta disposición se permite una sedimentación tranquila que no se altera por el desprendimiento de gases y que es mas eficiente que la obtenida por la fosa séptica.

Las aguas negras sedimentadas se descargan del tanque, ya sea para recibir un tratamiento secundario, para utilizarse en riegos o para verterse a las corrientes fluviales, según lo permita la legislación vigente. Los lodos ya digeridos se extraen por gravedad o por bombeo a través de la línea de lodos, desde el fondo de la cámara de digestión para descargarse en los lechos de secado de lodos.

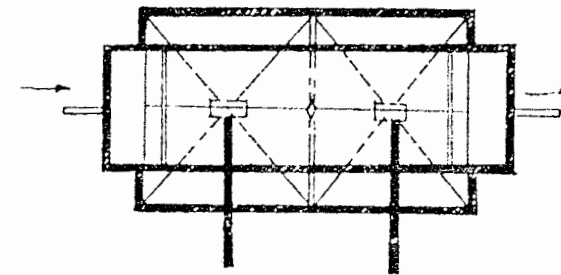
Generalmente los tanques Imhoff permiten una retención de hasta 2 1/2 horas en la cámara de paso (canal), para el gasto promedio y una capacidad en la cámara de lodos que se calcula, a partir de la base de un pie cúbico (0.03 m³) por persona servida.

LODOS

Los lechos de secado de lodos son áreas niveladas, recubiertas de arena, la que se soporta en una capa de grava graduada que descansa sobre un sistema de drenaje. Su propósito es recibir los lodos digeridos para que se deshidraten o sequen, por percolación del agua a través del lecho de arena y por evaporación a la atmósfera. Cuando el sistema de drenaje lo permite, las aguas que filtran a través de la arena y la grava se incorporan a las aguas negras crudas que alimentan al tanque.

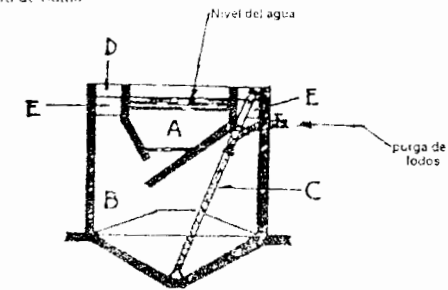
Debe determinarse experimentalmente cuál es el espesor conveniente de la capa de lodos en proceso de secado. En clima seco, es posible que se pueda secar rápidamente una capa de 30 cm. de espesor. No deben vaciarse lodos húmedos sobre secos o parcialmente secos. Antes de recibir los lodos húmedos deben limpiarse los lechos para eliminar los restos de lodos secos, basura, vegetación, etc. Por lo general bastan unas dos semanas de secado. Los lodos digeridos secos constituyen un buen abono o fertilizante que puede utilizarse en prados y jardines municipales o en la agricultura particular con la advertencia al que lo solicite, de que no debe emplearlo en hortalizas o legumbres que se consuman crudas.

Para operar con las menores dificultades un tanque nuevo o recién lavado debe tenerse la precaución de llenar con agua limpia el tanque e inocular este contenido del tanque, con una porción liberal de buen lodo digerido de otro tanque Imhoff, o bien con suficiente estiércol fermentado.

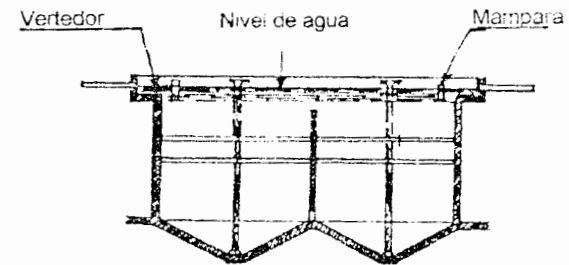


PLANTA

- A. Cámara sedimentadora
- B. Cámara de digestión
- C. Tubería para extracción de lodos
- D. Cámara de gases
- E. Cámara de natas



SECCION TRANSVERSAL



SECCION LONGITUDINAL

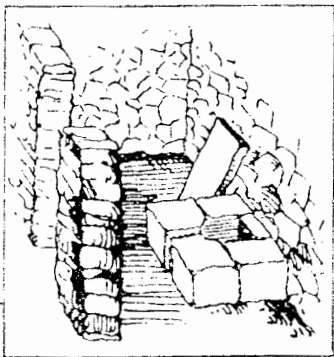
FIG. 10.9 TANQUE INMHOFF

10.4 LETRINAS SANITARIAS

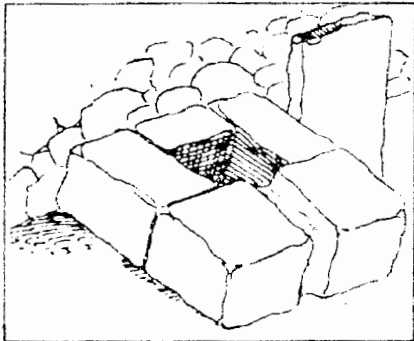
Cuando las poblaciones en zonas rurales, suburbanas o semiurbanas carecen de abastecimiento de agua intradomiciliaria y no se dispone de suficiente agua para alejar los desechos humanos, se recomienda la construcción de letrinas sanitarias para confinarlos y degradarlos debidamente, en forma económica, y sin poner riesgo la salud.

Este sistema de eliminación consiste en depositar y aislar en el suelo los excreta (excremento y orina) para que las bacterias del suelo degraden la materia orgánica y reintegrar los minerales al suelo, y aislar las bacterias patógenas, por ello es muy importante no hacer los fosos o pozos muy profundos, se recomiendan profundidades de 1.5 a 3 metros como máximo.

Una de las soluciones más antiguas para eliminar en forma adecuada el excremento humano ha sido la letrina, de lo cual queda constancia en algunos sitios arqueológicos, en México por ejemplo se han encontrado en Palenque, de donde son los siguientes dibujos.



Letrina construida cerca de habitaciones. Se ve un pequeño canal de drenaje para el aseo del piso



Letrina Observatorio de Palenque

Todo sistema de eliminación de desechos es **SANITARIO** cuando cumple con los siguientes requisitos:

- No permitir la contaminación del suelo
- No permitir la contaminación del agua tanto superficial como subterránea
- No permitir la salida de olores
- No permitir la presencia de insectos y roedores
- No ser ofensiva a la vista y al olfato

Si una letrina no cumple con lo anterior **NO ES UNA LETRINA SANITARIA**, en realidad se trata de un **POZO NEGRO**.

En los programas de letrización por lo general se promueve la instalación de la letrina tradicional que se presenta en la Fig. 10.10, sin embargo a veces es conveniente considerar algunas variantes como son: utilizar material de la región como ejemplo madera para el piso, en ocasiones es conveniente eliminar la tasa y en su lugar poner o marcar en la losa "huellas" como base para apoyar los pies y así defecar correctamente en el onificio, esta se llama "**letrina turca**", se construye cuando la gente no está acostumbrada a la tasa o no la acepta, prefiriendo defecar en "cuclillas" (agullita).

Las letrinas tradicionales, presentan algunos inconvenientes, entre ellos, la generación de moscas y olores por lo que deben estar lejos de la vivienda, estos inconvenientes se pueden eliminar mediante:

- 1º Trampa de insectos para evitar moscas
- 2º Ventilación mediante chimenea para evitar olores

En ocasiones es conveniente utilizar letrinas sanitarias "modificadas" en lugar de la tradicional, más adelante se presentan cinco tipos que pueden ser opciones para los usuarios y que pueden adaptarse mejor al tipo de terreno y de requerimientos individuales o colectivos:

- 1º Elevada
- 2º De fosa impermeable
- 3º Compostadora
- 4º Ventilada
- 5º Desfasada

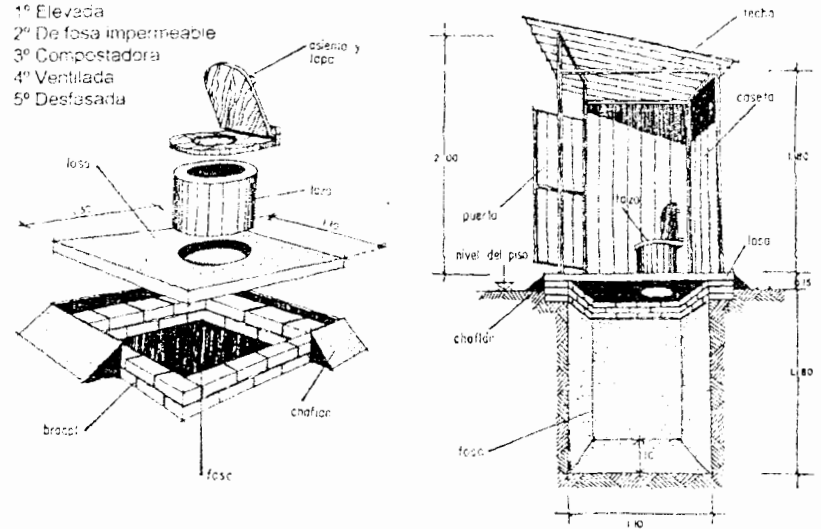


FIG. 10.10 LETRINA SANITARIA TRADICIONAL

CONSIDERACIONES

1. Para la disposición de excretas de manera sencilla y económica.
2. Para viviendas y escuelas ubicadas en zonas rurales o semiurbanas sin abastecimiento de agua intradomiciliario
3. Son recomendables en cualquier tipo de clima.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

1. Foso
 - a) Forma. Cuadrado, rectangular o redondo.
 - b) Dimensiones. La excavación se realizará considerando que tanto el largo como el ancho serán 0.20 m menores que las dimensiones de la losa. La profundidad es variable, pero se recomienda que sea de 1.80 a 3.00 m cuando las condiciones locales lo permitan.
 - c) Tiempo en servicio. Dependerá de la frecuencia de uso y conservación de la misma: cuando el nivel del excremento llegue a 0.50 m de la superficie del suelo, se quitará la losa llenando el foso con tierra, cambiando la losa, taza y caseta a otro foso previamente excavado.
 - d) Ademes. En terrenos flojos, para evitar derrumbes, habrá necesidad de ademar las paredes del foso utilizando materiales existentes en la región (Figura 10.11).

2. Brocal

Se construirá con material existente en la región, sobresaliendo del nivel natural del terreno 0.15 m incluyendo el espesor de la losa, alrededor se construirá un chaflán (Figura 10.12).

3. Losa, taza y tapa

Se construirán de acuerdo con los planos y especificaciones que se requieran en la región que se construirá, pueden ser prefabricadas (Figura 10.12).

4. Caseta

Puede utilizarse prefabricada o se construirá con material existente en la región, procurando que sea lo más económica posible (Figura 10.13).

En regiones de clima cálido, como el sur y sureste del País, no se construirá del piso al techo, sino que se dejarán espacios en la parte baja y en la parte alta para permitir su ventilación y tener un lugar más fresco.

LOCALIZACIÓN

1. Se localizará en terrenos secos y en zonas libres de inundaciones.
2. En terrenos con pendiente, la letrina se localizará en las partes bajas.
3. La distancia mínima horizontal entre la letrina y cualquier fuente de abastecimiento de agua dentro del predio o en predios vecinos, será de 15 m.
4. La distancia mínima vertical entre el fondo del foso de la letrina y el nivel del manto

de aguas freáticas será de 1.50 m.

5. La distancia mínima entre la letrina y la vivienda será de 5 m.

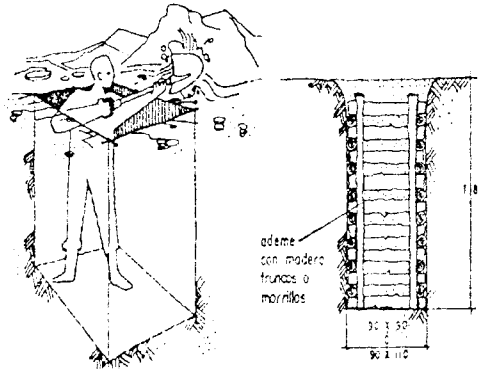
LIMITACIONES

1. No es adecuada su instalación en suelos arenosos o con aguas freáticas altas en cualquier estación del año.
2. El foso deberá desecharse cuando le falten 50 cm para llenarse, cubriéndolo con tierra inclusive más allá del nivel del suelo (Fig. 10.19).
3. No se recomienda instalarlas en zonas donde existan norias para el abastecimiento de agua si no se ha hecho un estudio concienzudo de la filtración de los suelos y de los mantos de agua subterráneas.
4. Para un funcionamiento adecuado deberán observarse estrictamente las recomendaciones para su conservación y mantenimiento (Fig. 10.20).

CONSERVACION Y MANTENIMIENTO

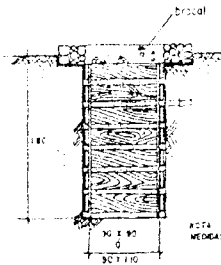
1. Conservarla bien limpia y libre de otros desechos.
2. No utilizarla como granero o bodega, evitar que los animales domésticos entren o duerman dentro de la caseta.
3. Cuando no este en uso, mantenerla tapada.
4. Arrojar dentro del foso los papeles sucios.
5. No arrojar dentro del foso las aguas de lluvia, cocina o de lavado, ni basuras ni cenizas.
6. No poner dentro del foso ningún desinfectante.
7. Si la tapa o el asiento se deterioran o descomponen, arréglese de inmediato para evitar la entrada de moscas al interior del foso.

CON ADEME DE TRONCOS

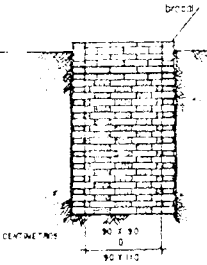


Localizado en sitio para construir la letrina, se excavara un foso con dimensiones menores en 0.20 m que las correspondientes a la losa para colocar (1.10 x 1.30 ó 1.10 x 1.10 m), con una profundidad de 1.80 m, esta se reducirá cuando exista la posibilidad de llegar a una distancia menor de 1.50 m del nivel freático, con objeto de evitar la contaminación del agua que puede servir para bebida. En caso de duda, consúltese la oficina de Salubridad o de SEDESOL mas cercana. En terrenos flojos o blandos, se presenta el problema de constantes derrumbes, como medida de seguridad las paredes del foso deben ademarse utilizando materiales existentes en la región.

CON ADEME DE MADERA

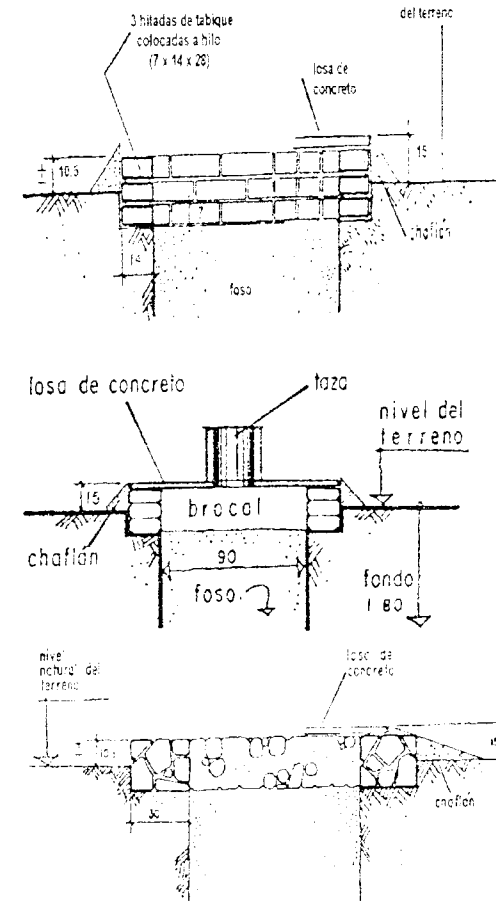


CON ADEME DE TABIQUE



Las figuras representan la forma adecuada de ademar las paredes del foso, utilizando tablas de madera o muro de tabique. Nótese los espacios o huecos que se dejan entre cada elemento para facilitar que la excreta esté en contacto con los agentes que se encuentran en el suelo.

FIG. 10.11 FOSO EXCAVACIÓN Y TIPO DE ADEMES



La cubierta del foso será una losa de concreto (véanse especificaciones en la lamina que deberá asentarse sobre un brocal construido de tabique o piedra, pegado con mortero de cal y arena (1:5). Para el brocal de tabique, se pondrán 3 hiladas "al hilo", asentando una y media hiladas abajo del nivel natural del terreno y una y media arriba, que con el espesor de la losa darán una elevación de 15 cm. En todo el perímetro se colocará un "chafón" con mortero para evitar la entrada del agua de lluvia en el foso.

El brocal de las letrinas puede hacerse, con muchas ventajas, utilizando los recursos de la región: piedra brasa, piedra blanda de río o cualquiera otra lo menos porosa posible que exista en la región. El nivel superior de la losa debe sobresalir 15 cm como en el caso ilustrado en el brocal de tabique.

FIG. 10.12 BROCALES

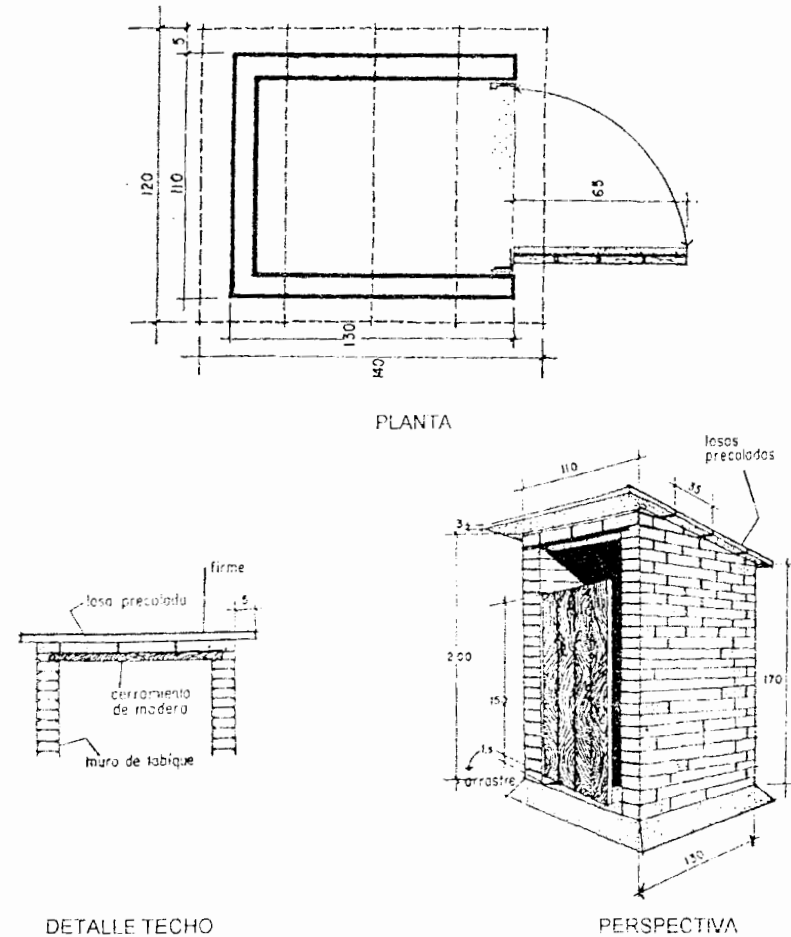
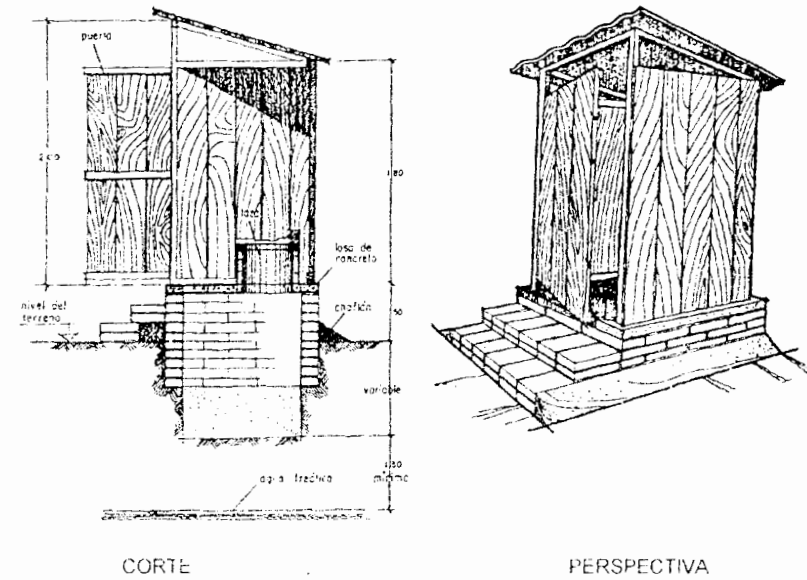


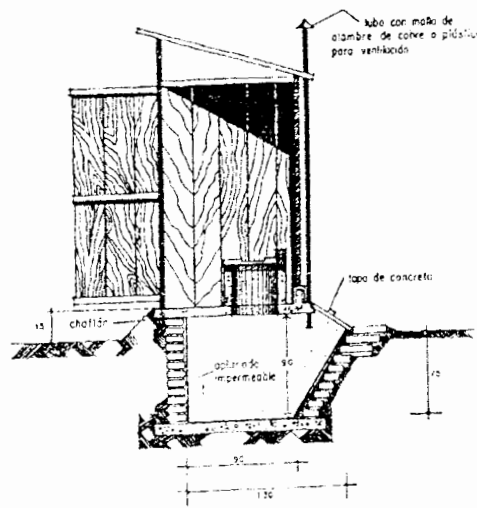
FIG 10.13 CASETA DE TABIQUE

Caseta de construcción sólida, para letrina, hecha de tabiques juntados con mortero de cal y arena; puerta de madera y techo de losas precoladas de concreto armado de 3 cm de espesor. El muro de tabique puede ser "capuchino" o al "hilo", según la fuerza de los vientos dominantes.



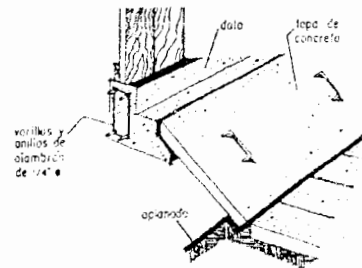
Este tipo de letrina se utilizará en terrenos duros o rocosos o cuando el manto de aguas freáticas se localiza a poca profundidad. La excavación tendrá una distancia mínima de 1.50 m entre el fondo del foso y el nivel de aguas freáticas.

FIG 10.14 LETRINA ELEVADA



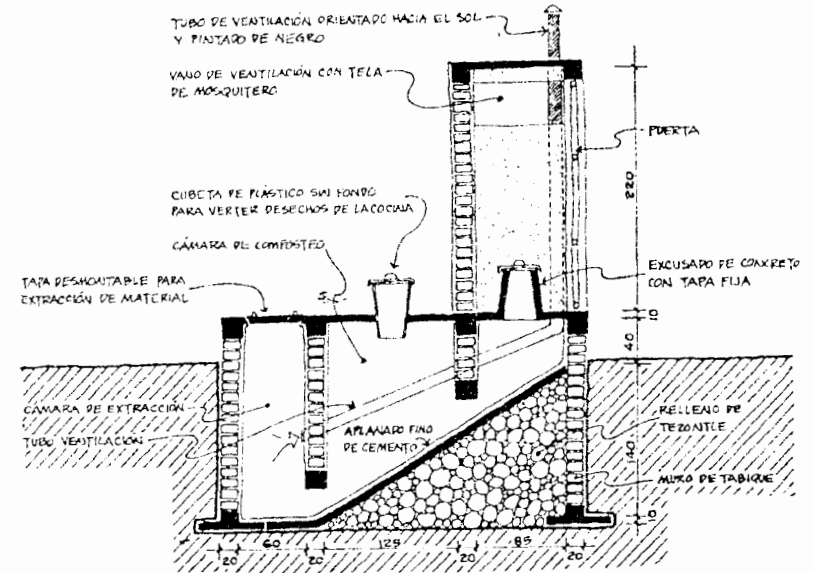
CORTE

La figura muestra el tipo de letrina que deberá construirse en las regiones en donde el manto de aguas freáticas se encuentra casi a flor de tierra. Periódicamente deberán extraerse los desechos, (removiendo la tapa de concreto indicada) estos desechos deberán enterrarse en un lugar adecuado.



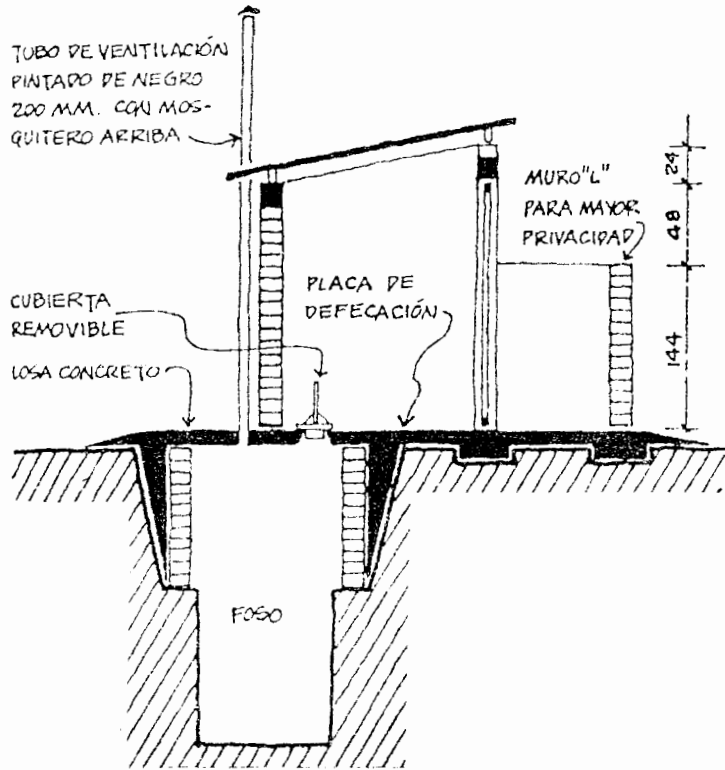
DETALLE

FIG. 10.17 LETRINA DE FOSO IMPERMEABLE



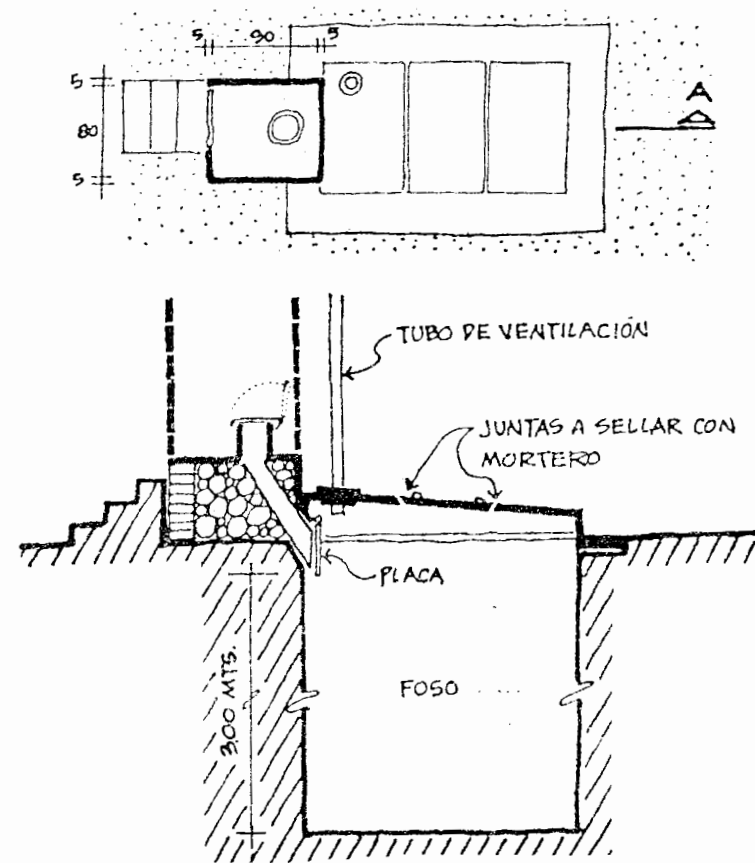
Consiste en una cámara de compostación con piso inclinado, el cual permite que los desechos fisiológicos se vayan resbalando hacia el fondo a medida que se estabilizan, ayudados por la ventilación de tiro forzado provocado por una chimenea pintada de negro y orientada al sol. La ventilación se conduce a través de tubos partidos a la mitad, que atraviesan la cámara de compostación desde la cámara de extracción y hasta la ventilación. Los desechos estabilizados se retiran una vez al año del fondo de la cámara de extracción. Esta letrina requiere para funcionar bien, que además de la excreta, se le arrojen los desechos orgánicos de la cocina, lo cual ayuda también a eliminar el problema de los desechos sólidos. Ya que al disponer de los desechos putrescibles, el resto de la basura se puede reusar, enterrar o guardar para cuando se presente el servicio recolector de basura.

FIG. 10.16 LETRINA COMPOSTADORA



Consiste de un foso de doble cámara con chimenea con trampa para insectos y caseta individual. La doble cámara tiene por objeto dejar estabilizar la excreta por lo menos durante un año después de que se llenó una cámara y mientras tanto usar la otra cámara hasta que se llene, después vaciar la primera cámara y dejar estabilizar la segunda cámara y así alternadamente. La chimenea está pintada de negro y orientada a la zona más soleada (sur en el hemisferio norte), con el fin de provocar un tiro forzado y de esa manera extraer los malos olores lentamente para que se vayan diluyendo en el ambiente. Esta chimenea tiene tela de mosquitero para evitar que los insectos escapen por ella. Aquí se muestra un ejemplo de "defecación a la turca", es decir sin tasa y con solo un hoyo, mismo que tendrá una tapa que siempre se mantendrá cerrada para evitar que entren o salgan insectos por ahí. La caseta individual está montada sobre el techo de una de las cámaras y se cambiará a la otra cámara, cuando se llene la primera.

FIG. 10.17 LETRINA VENTILADA



Es esencialmente igual que la letrina ventilada, excepto que la caseta está desfasada de la cámara y se conecta con ella a través de un tubo de albañal. También consta de un foso de doble cámara, de una chimenea pintada de negro y orientada al sol, con trampas de mosquitero y con asiento con tapa. La ventaja que se ve en esta letrina es que se podrá tener el asiento dentro de la vivienda y el foso estará afuera, facilitando su desalojo cuando se requiera. La posible desventaja es que se tendrá que limpiar constantemente el tubo de conexión para que no se tape con excreta.

FIG. 10.18 LETRINA DESFASADA

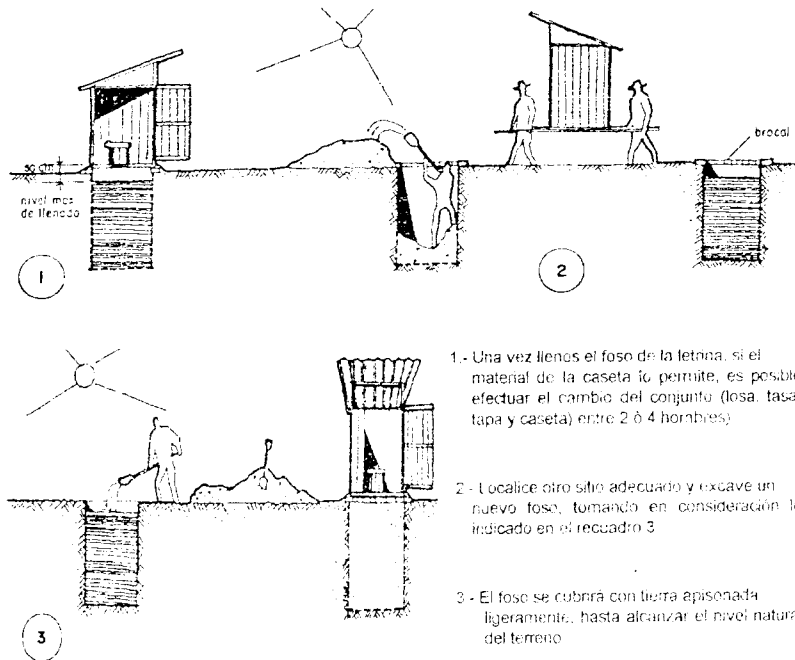


FIG. 10.19 REUTILIZACIÓN

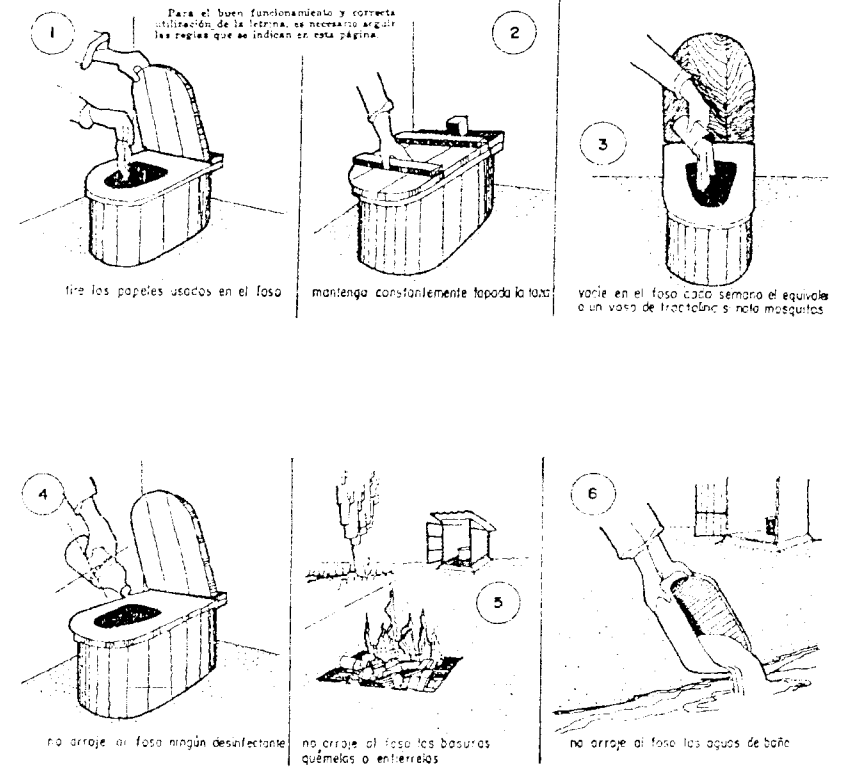


FIG. 10.20 USO Y CONSERVACIÓN DE LA LETRINA

FACTORES PARA SELECCIONAR EL TIPO DE LETRINAS

En cualquier localidad existen siempre condiciones físicas, económicas y culturales, que junto con el nivel de suministro de agua, orientan la selección de la letrina.

Condiciones físicas

- Características físicas del suelo. Para propósitos de diseño de fosos o letrinas, a los suelos se les considera de estructura consistente o no consistente (resistencia al derrumbe) y se puede determinar mediante la experiencia y conocimiento local. Si han ocurrido derrumbes de letrinas de excavaciones similares, el suelo se considerará no consistente y por lo tanto, el foso debe revestirse o construirse superficialmente.

Si el suelo es consistente, se puede excavar el foso, pero si su consistencia se debe a la dureza por tepetate o pedregosidad, el foso puede construirse semienterrado o superficial.

- Profundidad del nivel freático. La profundidad del agua subterránea también limita el tipo de letrina a construir. Para determinar éste factor sin realizar estudios hidrogeológicos, se sugiere hacer un recorrido por la localidad, visitar los predios de las familias que tienen pozos o norias domésticas. La distancia entre el espejo de agua y el nivel del piso del suelo, incidirá de manera aproximada a que profundidad se encuentra el agua subterránea en esa zona.

Para diseñar letrinas de foso profundo, es necesario que el agua subterránea esté por lo menos a 1.5 m de profundidad a partir del fondo de la letrina. Si el agua se localiza a menos de 1.5 m, entonces los fosos se diseñarán para construirse semienterrados o superficiales y serán de tipo seco, de doble cámara.

Condiciones económicas

Generalmente las comunidades cuentan con escasos recursos económicos, pero pueden aportar el terreno, la mano de obra y algunos materiales regionales. Cuando sea necesario, se requerirá el apoyo de instituciones que aporten los materiales industrializados (cemento, varilla, tabique, cal, tubo de ventilación, láminas, etc) y la asesoría técnica.

Considerando estos componentes de costo, se selecciona el tipo de letrina que más se ajuste a las necesidades del usuario. Es básico aprovechar al máximo el material de la región tanto en el ademe como en el piso y la caseta, por ejemplo todo puede ser construido con madera, techos de palma, etc.

Condiciones socioculturales

El diseño de la letrina debe de estar de acuerdo con la preferencia y costumbres de la población. El usuario debe participar en el diseño, indicar si acostumbra defecar sentado o en cuclillas, o si prefiere utilizar los servicios colectivos (varias familias) o individuales (familiar).

Si se consideran las costumbres del usuario, se podrá diseñar un sanitario adecuado y se garantizará su uso y mantenimiento.

10.5 RETRETE QUIMICO

También llamado **sanitario químico**, es utilizado en algunas viviendas y granjas de países del primer mundo, que no cuentan con servicios, pero su uso más común en nuestro país es en los transportes, principalmente aviones, autobuses y trenes, además son utilizados como sanitarios portátiles provisionales en las obras en construcción, zonas de festejos, de vendedores ambulantes, ferias, bases de autobuses, microbuses, taxis, etc.

Está integrado por caseta, piso, tasa y un depósito que puede ser construido con acero inoxidable o de fibra de vidrio u otro material que no sea perjudicado por la alta alcalinidad (pH mayor de 7) ya que se utilizan elementos químicos, por lo general **sosa cáustica** para desactivar a los organismos patógenos y descomponer químicamente la materia orgánica contenida en la excreta humana.

Para su mejor funcionamiento y aceptación por los usuarios se le agregan sustancias odoríferas y colorantes, las primeras para evitar que estas instalaciones sean ofensivas al olfato y las segundas para poder identificar su origen y al responsable de la disposición adecuada de estos desechos peligrosos cuya que es necesario proteger la salud y el ambiente dándole un tratamiento adecuado al producto líquido final, lo que puede hacerse por medio de un sistema de confinamiento o mediante tratamiento y neutralización antes de enviarlo a un cuerpo receptor (drenaje, barrancas, arroyos, etc).

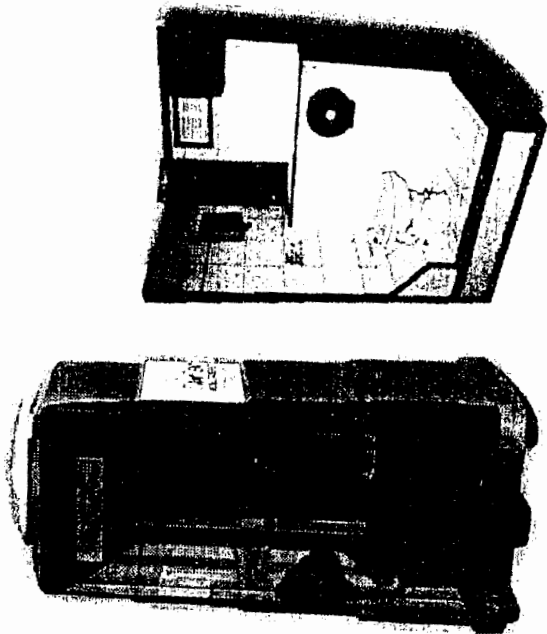


Figura 10.21 - Ejemplos de retretes o sanitarios químicos

INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

CAPITULO 11 ANEXOS

11.1 NORMATIVIDAD

- 11.1.1 REGLAMENTO DE INGENIERÍA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS
- 11.1.2 NOM-026-STPS-1998 COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD, HIGIENE E IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS POR FLUIDOS CONDUCTOS EN TUBERÍAS
- 11.1.3 PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-004-SEDG-1998 INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO PARA GAS L.P. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
- 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 PETROLEO
- 11.2 DIVERSOS MÉTODOS PARA OBTENER LOS GASTOS PARA DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS
- 11.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO
- 11.4 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO
- 11.5 ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE DIESEL
- 11.6 CARACTERÍSTICAS Y UTILIZACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS GASEOSOS

11.1.1 REGLAMENTO DE INGENIERÍA 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 DESAGÜE 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 reunión, así como las bodegas y todo local cualquiera que sea el uso a que se destine.

Art. 2o. Corresponde a la Secretaría de Salubridad y Asistencia, autorizar, desde el punto de vista sanitario, la construcción, reconstrucción o modificación total o parcial, de edificios públicos o particulares, cuando se cumplan los requisitos que establece este Reglamento y los que establecen los Reglamentos específicos, según el giro o uso a que se destine o pretende destinar el edificio.

Art. 3o. Los interesados en la construcción de un edificio, deberán presentar una solicitud por duplicado, en la que se expresarán los datos siguientes:

- a) Números de manzana y lote,
- b) Alineamiento y número oficial,
- c) Nombre de la colonia o fraccionamiento, y de la calle,
- d) Zona Postal,
- e) Nombre del propietario, domicilio y firma,
- f) Nombre del constructor y su domicilio.

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

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

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

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

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

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

- III. Croquis acotado de localización del predio con los datos siguientes

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

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

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

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

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

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

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

Art. 10. Cuando por cualquier circunstancia se suspenda temporalmente la construcción de una obra ya iniciada, el propietario o director de la obra tendrá obligación de comunicarlo a la Secretaría de Salubridad para que ordene en su caso, las medidas de protección sanitarias que se requieran. Asimismo están obligados a comunicar a dicha Secretaría la fecha en que las obras de

construcción se reanuden, para que si se estima pertinente se practique una visita ocular para determinar si 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 tapiales que sean necesarios.
 - II. Que durante la demolición existan instalaciones para riego de agua que eviten molestias de polvo.
 - III. La instalación de pantallas o mamparas que se coloquen delante de la luz cuando haya necesidad de usar sopletes de oxiacetileno o equipos de soldadura eléctrica.
 - IV. Tomar las medidas de seguridad necesarias a fin de evitar accidentes, especialmente los que pongan en peligro la vida de los trabajadores de la demolición, de los transeúntes y de los vecinos de los predios colindantes y daños a las propiedades.
- Art. 12. Previa la construcción de un edificio, cuando los terrenos sean pantanosos, hubieren estado destinados a basureros o cementerios, los interesados deberán comunicar estas circunstancias a la autoridad sanitaria para que dicte las medidas que juzgue pertinentes para evitar peligros a la salubridad pública.
- Art. 13. Antes de iniciarse la construcción, deberá hacerse la conexión correspondiente con los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, instalando al efecto una llave de agua, tanto para uso de los operarios, como para las necesidades de la obra, así como un excusado provisional con servicio de agua conectado al albañal.
- Art. 14. Las autoridades sanitarias practicarán las visitas de inspección que estimen convenientes a los edificios construidos, en construcción, en reconstrucción o en modificación, a fin de vigilar la observancia de las disposiciones relativas del Código Sanitario y de este Reglamento.
- Art. 15. Todo edificio deberá contar con albañales y servicios de agua potable propios y exclusivos, que deberán estar conectados directamente a los servicios públicos. Esta disposición rige 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 atarjeas a los edificios habitados, ya sea que los servicios sean suministrados por las autoridades o empresas particulares.
- Art. 17. En la construcción de edificios en general, para prevenir la infestación de roedores, se satisfarán las normas y procedimientos que la autoridad sanitaria señale.
- Art. 18. No se permitirá la construcción o adaptación de edificios para albergue o explotación de animales dentro de las zonas urbanas, excepción hecha de las construcciones destinadas a parques zoológicos o bien, para actividades transitorias, tales como ferias, circos o exposiciones, las cuales deberán sujetarse a las disposiciones reglamentarias respectivas.
- Art. 19. No se permitirá la existencia de animales en edificios y terrenos sin construir en zonas urbanas, con excepción de pequeñas especies domésticas que cuanten 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, más altos que los patios y éstos a su vez 10 centímetros más altos que el nivel de la acera o banqueta de la vía pública, salvo casos especiales en los que la topografía del terreno lo impida.
- Art. 36. Los pisos bajos de los edificios estarán protegidos contra la humedad, mediante procedimientos de impermeabilización, y en casos especiales se dejará un espacio libre entre el suelo natural y el piso de la planta baja por lo menos de 40 centímetros, comunicándose con la calle, patios o espacios abiertos por ventilas para garantizar la libre circulación del aire. Los pisos y las ventilas tendrán la debida protección contra roedores.
- Art. 37. Las piezas destinadas a habitación, ya sea de día o de noche, tendrán luz y ventilación directas al exterior por medio de puertas o ventanas convenientemente distribuidas, a fin de que la iluminación y ventilación sean uniformes dentro del local. La superficie de iluminación no será menor del 20 % de la superficie del piso de la habitación. Las ventanas y las puertas, en su caso, tendrán una sección movable que permita la renovación del aire. Esta superficie movable tendrá, cuando menos 1/3 de los claros de iluminación.

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

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

Art. 38. Para los locales que por circunstancias especiales se les deba suministrar ventilación artificial, ésta se proporcionará por medio de instalaciones mecánicas que garanticen la renovación eficiente del aire en el interior del local. Las instalaciones para la renovación del aire, se diseñarán considerando los factores de velocidad, movimiento del aire, temperatura y humedad relativa. El movimiento no será superior a 0.25 metros por segundo, velocidad medida a una altura de 0.90 metros sobre el nivel del piso del local. La temperatura (bulbo seco), estará comprendida entre los 17 y 23°C y la humedad relativa comprendida entre el 30 y 60 %. En términos generales, la renovación del aire tendrá seis cambios por hora como mínimo.

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

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

- Piezas Habitación 7.50 metros cuadrados de superficie. Anchura 2.50 metros
- Altura 2.30 metros a 2.80 metros, según clima.
- Cocina 6.00 metros cuadrados de superficie
- Anchura 1.50 metros
- Baño 2.00 metros cuadrados de superficie. Anchura mínima 1.00 metro
- Patio 4.00 metros cuadrados
- Anchura 2.00 metros mínimo

La vivienda mínima contará con las instalaciones sanitarias siguientes:

- a) Excusado
- b) Lavabo
- c) Fregadero
- d) Regadera
- e) Lavadero

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

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

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

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

- Para viviendas de una recámara o dormitorio, 3 habitantes.
- Para viviendas de dos recámaras o dormitorios, 5 habitantes.
- Para viviendas de tres recámaras o dormitorios, 7 habitantes.
- Y para viviendas de más de 3 recámaras o dormitorios, 2 habitantes más por cada recámara o dormitorio adicional.

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

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

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 peldaños no mayores de 18 centímetros, cuando la altura entre niveles sea mayor a la mínima señalada por este Reglamento, las escaleras se interrumpirán por medio de descansos situados a un desnivel no mayor de 2.50 metros, toda escalera tendrá por lo menos un pasamanos con una altura no menor de 90 centímetros, las escaleras que requieran protección lateral, estarán provistas de un barandal con pasamanos. Las escaleras de los edificios de habitación multifamiliar, serán construidas con material incombustible, y los vanos de los barandales no serán de más de 15 centímetros en su dimensión mínima
- Art. 46. Toda ventana de iluminación, así como puertas de acceso, no podrán tener cristales, sino a partir de una altura de 90 centímetros sobre el nivel del piso

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

- Art. 47. Se entenderá por sótano, la parte de un edificio cuyo piso se encuentre bajo el nivel de la acera o de los patios.
- Art. 48. Para que el sótano pueda ser autorizado como habitación, deberá llenar las siguientes condiciones
- I. Que disponga de luz y ventilación, directas en las condiciones señaladas por este Reglamento para las habitaciones en general.
 - II. Que su altura mínima sea de 2.30 metros y la superficie mínima de 7.50 metros cuadrados. El lado menor de 2.50 metros como mínimo.
 - III. Que los cimientos, pisos y muros estén contruidos con materiales impermeables que impidan el paso de la humedad, tanto del subsuelo como de la superficie de la acera o de los patios.
 - IV. Que los pisos y muros, incluyendo la cimentación, estén contruidos con materiales a prueba de roedores.
 - V. Que las puertas de acceso y las ventanas para ventilación e iluminación, estén protegidas con materiales a prueba de roedores.
- Art. 49. Ningún punto de un edificio podrá estar a una altura mayor de 1.75 veces la distancia horizontal entre dicho punto y el lindero más cercano de las manzanas vecinas.
- Se exceptúan de lo dispuesto anteriormente, los motivos arquitectónicos tales como miradores, torrecillas y otros de escasa importancia y de carácter ornamental.
- Art. 50. Para edificios situados en esquina se permitirá que sea la calle más ancha la que norme la altura del edificio de acuerdo con lo dispuesto en el artículo anterior, hasta una profundidad igual a su vez y media al ancho de la calle más angosta.

CAPITULO IV**De la provisión de agua**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Art. 56. Las cisternas se construirán con materiales impermeables, de fácil acceso, esquinas interiores redondeadas y con registro para su acceso al interior. Los registros tendrán cierre hermético con reborde exterior de 10 centímetros para evitar toda contaminación. No se encontrará albañal o conducto de aguas negras a una distancia menor de 3 metros. Para facilitar el lavado de las cisternas se instalará un dispositivo que facilite la salida de las aguas de lavado y evite entrada de aguas negras.

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

Art. 58. Las tuberías, uniones, 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 sustancias extrañas a ellos, estarán dotados con cubiertas de cierre ajustado y fácilmente removible para el aseo interior del depósito y provistos de dispositivos que permitan la aereación del agua.

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

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

Art. 61. Las fuentes que se instalen en patios y jardines, no podrán usarse como depósitos de agua potable, sino únicamente como elementos decorativos o para riego.

CAPITULO V

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

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

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

En los baños en que solamente existan regaderas, sin tener tina, la parte del piso sobre el que descarga 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 desaguara 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 tinajas, regaderas, bidets y lavadoras de ropa, contará con un obturador hidráulico de tipo bote. Los lavabos y vertederos deberán estar provistos de sifón con obturación hidráulica y además sus tubos de descarga tendrán ventilación individual o conectada a otros tubos de ventilación.

- Art. 71. Los fregaderos de cocina en edificios destinados a habitación, desaguarán por medio de un sifón con obturación hidráulica, conectado al mueble, con registro para limpieza y con diámetro no menor de 38 mm.
- Los fregaderos de las cocinas de establecimientos que den servicio colectivo, además del sifón prescrito, estarán dotados de una caja para recolección de grasa.
- Art. 72. Cada departamento o vivienda contará con un lavadero, que puede estar instalado en las azoteas, azotehuelas o pozos de luz. Cada lavadero tendrá un techo que resguarde de la lluvia y del sol.

CAPITULO VI

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

- Art. 73. Se entiende por albañales, los conductos cerrados que con diámetro y pendiente necesarios se construyan en los edificios para dar salida a toda clase de aguas servidas.
- Art. 74. Los albañales podrán construirse.
- I. OCULTOS, en el piso bajo de los edificios, con tubos de barro vitrificado con sal, asbesto cemento, fierro fundido, concreto revestido interiormente de asfalto, que garantice su impermeabilidad. En todos los casos, los tubos serán lisos en su interior.
 - II. VISIBLES, apoyados sobre el piso bajo o suspendidos de los elementos estructurales del edificio, con tubos de fierro fundido, revestidos interiormente con substancias protectoras contra la corrosión, de fierro galvanizado, cobre, asbesto cemento, o de plástico rígido.
- En cualquiera de estos casos, estarán debidamente protegidos.
- Art. 75. Los tubos que se empleen para albañales serán de 15 centímetros de diámetro interior, cuando menos, deberán satisfacer las normas de calidad establecidas por la Secretaría de Industria y Comercio, o en su defecto, las que fije la autoridad sanitaria.
- No podrán emplearse materiales distintos a los señalados en el artículo anterior para la construcción de albañales, sin la autorización de la autoridad sanitaria.

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

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

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

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

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

Art. 79. En los conductos para desagüe se usarán

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Art. 88. Las bajadas de agua pluvial serán de lámina galvanizada, fierro fundido o de otros materiales aprobados por la autoridad sanitaria, y se fijarán de una manera sólida a los muros.
- Art. 89. Las bajadas de agua pluvial no podrán utilizarse como tubos ventiladores.
- Art. 90. Las bajadas pluviales, se conectarán al albañal por medio de un sifón o de una coladera con obturación hidráulica y tapa a prueba de roedores, colocada abajo del tubo de descarga. La parte inferior del tubo de bajada, se encontrará cortada a pluma, cuando descargue sobre coladera. La conexión podrá ser directa sin sifón ni coladera cuando las bocas de entrada del agua o las bajadas, se localicen en azoteas no transitadas y a una distancia no menor de 3 metros de cualquier vano de ventilación.
- Art. 91. Queda prohibido el sistema llamado de gárgolas o canales, que descarguen a chorro desde las azoteas.
- Art. 92. Los desagües pluviales de marquesinas y saladeros, se harán por medio de tuberías de fierro fundido, fierro galvanizado, asbesto cemento, cobre o plástico rígido, empotradas en los muros o adheridas 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 terminos señalados en este Reglamento para la eliminación de aguas pluviales.
- Art. 94. Los tubos de descarga de los excusados, serán de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, asbesto cemento, o de plástico rígido y se colocarán en el paramento exterior de los muros o empotrados en los mismos.
- Art. 95. Los propietarios de edificios situados en calles donde exista alcantarillado tendrán la obligación de solicitar a la Autoridad Municipal, la conexión del albañal de los mismos edificios, con la red de alcantarillado. Al conceder la conexión del albañal con la atarjea correspondiente, la autoridad municipal o la que haga sus veces, decidirá si la conexión de referencia requiere la instalación de algún procedimiento que coadyuve a corregir posibles obturaciones en el albañal. El procedimiento que se requiera lo señalará la autoridad correspondiente, y se lo dará a conocer al interesado, el cual tendrá la obligación de instalarlo en el edificio.
- Art. 96. La comunicación directa o indirecta de todos los conductos desaguadores con los albañales, se hará por medio de obturadores hidráulicos, fijos, provistos de ventilación directa.

- Art. 97. Los tubos ventiladores que sirven para dar salida a los gases procedentes de los albañales y de los conductos desaguadores, serán de fierro fundido, galvanizado, de cobre, de asbesto cemento o de plástico rígido y podrán estar colocados en el paramento exterior de los muros o empotrados en los mismos, y su diámetro mínimo será de 5 centímetros.
- 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 excede a de sesenta centímetros.
- Art. 103. Se procurará que los sifones queden junto de las aberturas superiores de los tubos que comuniquen con el albañal, pero de no ser esto posible, la distancia que los separe de las aberturas no podrá ser mayor de 60 centímetros.
- Art. 104. Los tubos de fierro fundido o de otros materiales metálicos aprobados por las autoridades sanitarias, que por cualquier circunstancia hayan de quedar ocultos en el suelo, deberán protegerse con una capa de asfalto o con preparaciones antioxidantes.

Art. 105. Cuando a juicio de las autoridades respectivas, el sistema de saneamiento de un edificio 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 atarjeas.

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

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

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

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

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

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

CAPITULO VII

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

Art. 110. Todo edificio destinado a habitación, tendrá una cocina para la preparación de alimentos, independiente de los espacios destinados a habitación.

Art. 111. Las cocinas tendrán luz y ventilación directas por medio de ventanas a espacios libres, cuya superficie será de 1/6 del área del piso y, en ningún caso, menor de un metro cuadrado.

Art. 112. Queda prohibido establecer cocinas en el interior de los locales destinados a dormitorio.

Art. 113. Para la instalación de toda clase de equipos permanentes de calefacción, ya sea en edificios destinados a habitación o para cualquier otro uso, se requiere la aprobación del proyecto respectivo por las autoridades sanitarias correspondientes.

Art. 114. La instalación de calderas para calefacción central o para agua caliente, en los edificios para habitación, se hará de manera que no cause molestias ni constituya peligro.

Art. 115. Las estufas, caloríferos, hornos y todo aparato que produzca humo o gas proveniente de la combustión, contarán con dispositivos especiales para su eliminación y estarán contruidos o colocados de manera que eviten el peligro de incendio o de intoxicación.

Art. 116. Las chimeneas para calefacción en el interior de las habitaciones, deberán ser de materiales incombustibles y estarán provistas de un tiro para la salida de gases y humos de combustión.

Art. 117. Los tubos o tiros para la salida de humos o gases de combustión, se prologarán por lo menos hasta dos metros arriba de las azoteas o muros de arrimo que estén a menos de diez metros de distancia de dichos tubos.

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

CAPITULO VIII**Provisión de gas en los edificios**

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

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

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

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

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

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

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

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

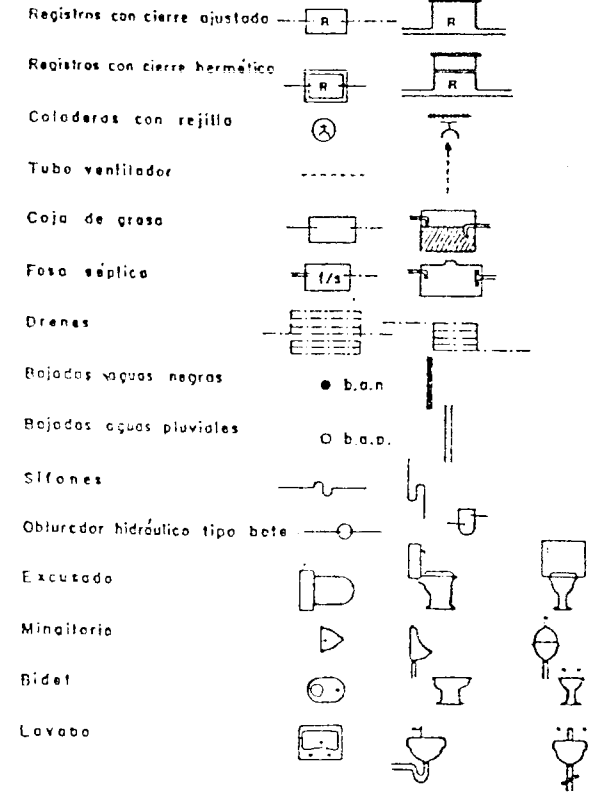
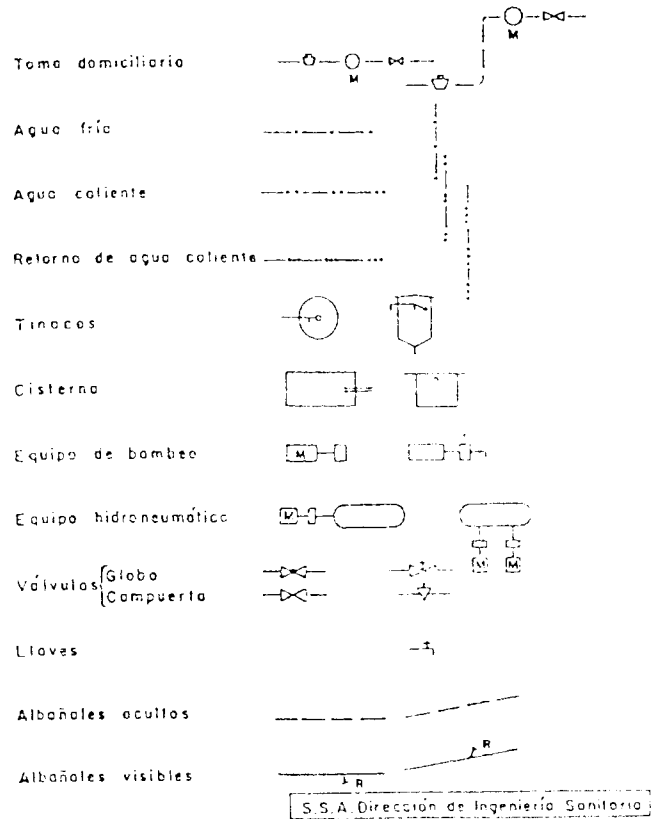
Los fabricantes de los calefactores de gas, que por su diseño no requieran tiro o chimenea, solicitarán de las autoridades sanitarias, previamente a la iniciación de ventas, la autorización de uso correspondiente, misma que les será concedida siempre que demuestren que el aparato diseñado efectúa una

combustión completa. Los calefactores de gas de cualquier tipo, estarán provistos de elementos de seguridad que impidan la salida del gas combustible, cuando no se encuentren funcionando.

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

Tina	
Fregadero	
Regadera	
Veredero	
Lavadora	
Lavadero	
Ebbedero	
Refrigerador	
Calderas	
Equipo de aire acondicionado	
Alberca	
Chimeneas	
Bote de basura	
Puertas	














S.S.A. Dirección de Ingeniería Sanitaria

4

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

S.S.A. Dirección de Ingeniería Sanitaria

INSTALACIONES PARA GAS ⑤

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

S.S.A. Dirección de Ingeniería Sanitaria

11.1.2 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-026-STPS-1998, COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD E HIGIENE, E IDENTIFICACION DE RIESGOS POR FLUIDOS CONDUCIDOS 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; 3ª 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. Consta 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 Símbolos

cm ²	:	centímetro cuadrado
°	:	grados (unidad de ángulo)
°C	:	grados Celsius o centígrados
kg/cm ²	:	kilogramo por centímetro cuadrado
kPa	:	kilopascal
lx	:	lux
m	:	metro
m ²	:	metro cuadrado
mm	:	milímetro
π	:	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
	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.
	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.
	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, lavajos, entre otros.
	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
ROJO	BLANCO
AMARILLO	NEGRO
AMARILLO	MAGENTA
VERDE	BLANCO
AZUL	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 el 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 m²
 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 cm². Para distancias mayores a 50 m, el área de las señales será, al menos 12500 cm².

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 TUBERÍAS 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 685 kPa, equivalente a 7 kg/cm², 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, incrementándose 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 cm²;
- 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 intrarrestables. 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 F-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-025-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 ANTOFOS	
B.5	USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD	UN ZAPATO DE SEGURIDAD	
B.6	USO OBLIGATORIO DE GUANTES DE SEGURIDAD	UN PAR DE GUANTES	

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 PULDE 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 BIOLOGICO	CIRCUNFERENCIA Y TRES MEDIAS LUNAS	

APENDICE D


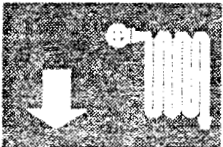
SEÑALES DE INFORMACION

En el presente apéndice se establecen la 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

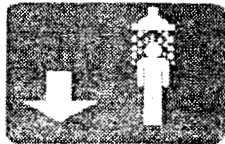
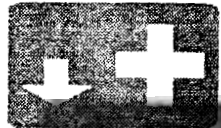
TABLA D1 SEÑALES PARA EQUIPO A UTILIZAR EN CASO DE INCENDIO

	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.

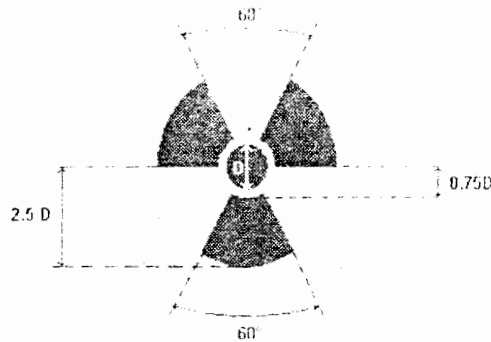


FIGURA E1. SEÑAL PARA INDICAR PRESENCIA DE RADIACIONES IONIZANTES

11.1.3 PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-004-SE DG-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-SE DG-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-SE DG-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-SE DG-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.
NMX-X-004-1967	Calidad y funcionamiento de conexiones utilizadas en las mangueras que se emplean en la conducción de gas natural y Gas L.P.
NMX-X-25-1992	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 sirven 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/cm²).

3.15. Régimen en baja presión regulada.

Es aquel donde la presión de servicio es como máximo de 0.002745 MPa (0.028 kgf/cm²) en tuberías de servicio donde no existe medidor volumétrico, y como máximo de 0.00287 MPa (0.0293 kgf/cm²) 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 autotanque 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 destinan.

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:

- a) En caso de instalar recipiente no portátil, se debe indicar la marca, fecha de fabricación, número de serie y capacidad del mismo.
- b) 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. Instalaciones Tipo "I" clase D y Tipo "II" todas las clases.

6.2.1. Dibujo isométrico de la instalación con los siguientes datos:

- a) En caso de instalar recipiente no portátil, se debe indicar la marca, fecha de fabricación, número de serie y capacidad del mismo.
- b) 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, recamaras, 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 múltiplo 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 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

7.1.7.5. 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 a 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/cm²) 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/cm²), 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/cm²) 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/cm²) 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, tiras de chimenea, conductos de ventilación o detrás de zócalos, lambrines de madera y de recubrimientos aparentes decorativos.

7.4.1.2. En tuberías metálicas no se permiten dobles 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 oniga, 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, sujetos 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/cm²).

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/cm²).

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/cm²) y una válvula de llenado.

7.4.5.9.3. Válvula de relieves 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/cm²). 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/cm²).

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/cm²) 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 no existan 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 ventosa 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/cm²).

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, éste 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/cm²) 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 localizar 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 vicie 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 apearse 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/cm²).

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/cm²).

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/cm²), 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/cm²).

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 cubrir las.

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/cm²) 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/cm²) 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/cm²), 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/cm²), 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 50 000 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 apearse a las especificaciones establecidas en la NOM-001-SEDE-1996 Plantas de almacenamiento para Gas L.P. Diseño y construcción, o la que la sustituya

SIMBOLOGIA


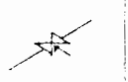

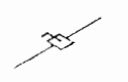
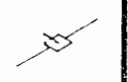

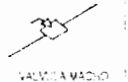
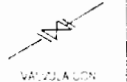



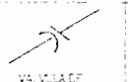
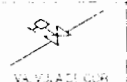
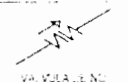
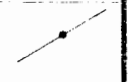






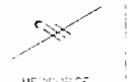






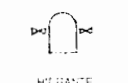
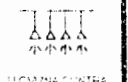

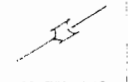

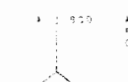

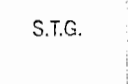
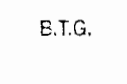

 TANQUE FIJO	 EQUIPO FIJABLE	 VALVULA	 REGULADOR	 VAPORIZADOR
 TUBERIA VISIBLE	 TUBERIA OCULTA	 REGULADOR DE PRESION	 REGULADOR DE PRESION	 PANEL DE CONTROL
 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL
 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL
 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL
 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL
 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL
 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL	 PANEL DE CONTROL

ANEXO No. 1

FLUJO DE PROPANO EN ESPREAS

Valores expresados en m³/h al nivel del mar, considerando Propano puro con una capacidad calorifica de 88.268 BTU/m³ equivalente a 22.244 kcal/m³ y una presión en la esprea de 27.94 gr/cm² (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 AEREA	VALVULA DE TRES VIAS	VALVULA DE TRES VIAS	LLAVE DE PASO	LLAVE DE CUADRO
				
LLAVE DE CUADRO CON TRES VIAS	VALVULA MAGNO LINDA	VALVULA CON FINAL	VALVULA DE SELLO	VALVULA DE CIERRE RAPIDO
				
VALVULA DE NO REFLUJO SIN SUELO	VALVULA DE EXPOSICION DE FLUJO	VALVULA AUTOMATICA Y MANUAL	VALVULA DE NO REFLUJO CON BLEEDING	UNION SOLDADA
				
UNION SOLDADA	UNION BRIDADA	UNION SUelta	PUNTA TAPADA	REGULACION
				
MEJOR VENTURI	MEJOR DE DIFERENCIAL	MANOMETRO	RELLENO	VENTILADOR
				
BOMBA	COMPRESORA	EXTINGUIDOR	CALEFACCION	LOCAVIA CONTRA INCENDIO
				
TIERRA	CONVERSION	CONEXION	CONEXION	
				
CONEXION	S.T.G.	B.T.G.	CONEXION	

Esprea m ³ /h	Esprea m ³ /h	Esprea m ³ /h	Esprea m ³ /h
0,008	0,0050 62	0,114 39	0,781
0,009	0,0065 61	0,120 38	0,811
0,010	0,0079 60	0,126 37	0,851
0,011	0,0095 59	0,133 36	0,895
0,012	0,0113 58	0,139 35	0,954
60	0,0143 57	0,150 34	0,973
79	0,0166 56	0,170 33	1,013
78	0,0200 55	0,213 32	1,060
77	0,0260 54	0,239 31	1,135
76	0,0310 53	0,279 30	1,301
75	0,0350 52	0,318 29	1,462
74	0,0400 51	0,354 28	1,552
73	0,0450 50	0,388 27	1,636
72	0,0490 49	0,420 26	1,716
71	0,0530 48	0,456 25	1,772
70	0,0620 47	0,479 24	1,834
69	0,0670 46	0,517 23	1,885
68	0,0760 45	0,530 22	1,950
67	0,0810 44	0,582 21	2,004
66	0,0860 43	0,624 20	2,055
65	0,0970 42	0,690 19	2,190
64	0,1020 41	0,727 18	2,263
63	0,1080 40	0,755	

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/cm² (11" C.A.)

Capacidad calorífica 1 m³ PROPANO=88 268 BTU=22 244 kcal

Aparatos	Esprea	Kcal/h	BTU/h	m ³ /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
Maq. tortilladora		48 936	194 190	2,200

Aparatos	Esprea	Kcal/h	BTU/h	m ³ /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	50	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
Calentador para				
120 m ³	64	2 269	9 003	0,102
240 m ³	56	3 782	15 006	0,170
360 m ³	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/cm²).

TUBO DE ACERO CEDULA 40			
DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO		
		INTERIOR	
(pulg)	mm	mm	FACTOR "F"
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	0.00056
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		
		INTERIOR	
(pulg)	mm	mm	FACTOR "F"
1/2	12.7	13.84	0.297
3/4	19.1	19.94	0.048
1	25.4	25.03	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	0.000156
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. Martinez 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 LILLI O, 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, 36 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-2156-92 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 (LP) 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 (LP) Gases (Manual Method). (Procedimiento de muestreo para los gases licuados del Petróleo Método manual)

2.9 UOP-791-60 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, gasóleo, 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 butilenos. Es un compuesto no tóxico, inflamable, catalogado como sustancia peligrosa sujeta a control y reporte cuando se manejen 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, Tecamac, Tlalnepantla, Tultitlán y Valle de Chalco Solidaridad

4. Símbolos y abreviaturas

- kPa Presión en kilopascales
- lb/pulg² Presión en libras sobre pulgada cuadrada.
- °F Temperatura en grados Fahrenheit.
- °C Temperatura en grados Centígrados
- cm³ 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 PETRÓLEO PARA

FUENTES FIJAS EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO

PROPIEDAD	UNIDAD	MÉTODO	ESPECIFICACIONES
Presión de vapor en exceso a la atmosférica a 37.8°C (100°F) *	kPa (lb/pulg ²)	ASTM D 1267-89	1379 (200) máximo
	kPa (lb/pulg ²)		896 (130) mínimo
El 95% destila a	°C	ASTM D 1837-92	2 máximo
Residuo de evaporación de 100 cm ³	cm ³	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, 4th Edition. (Manual de Gases Butano y Propano. Cuarta Edición).

8.2 Handbook of Compressed Gases, 2nd 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 05-01, 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 89 to 99, revised July 1991. USA (Código de Reglamentos Federales 40, Partes de la 89 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:

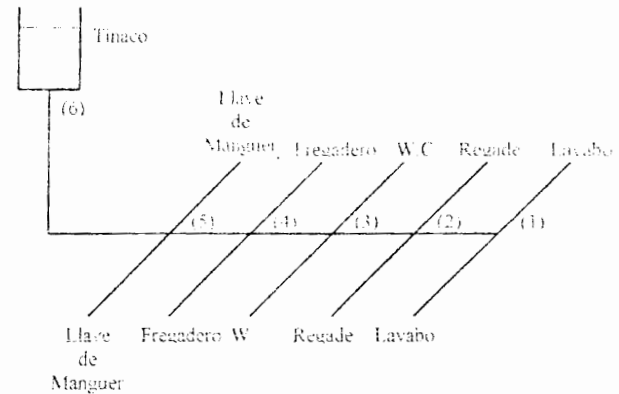
Muebles	L P M
Baño privado	22.73
Baño público	36.37
Fregaderos	18.18
Excusados	9.09
Regadera de 4"	18.18
Regadera de 6"	36.37
Llaves de manguera	9.09

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 (L.P.M.)	GASTO DE DISEÑO (L.P.M.) (L.P.S.)
1-2	2 lavabos	$2 \cdot 18 \cdot 18 = 36 \cdot 36$	$\frac{36 \cdot 36}{60} = 0.61$
2-3	2 lavabos + 2 fregaderas	$36 \cdot 36 + 2 \cdot 18(18) = 72 \cdot 72$	65.92 1.09
3-4	2 lavabos + 2 fregaderas + 2 W.C.	$72 \cdot 72 + 2(9 \cdot 9) = 90 \cdot 90$	79.58 1.33
4-5	2 lavabos + 2 fregaderas + 2 W.C. + 2 regaderas	$90 \cdot 90 + 2(18 \cdot 18) = 127 \cdot 26$	107.29 1.70
5-6	2 W.C. + 2 lavabos + 2 regaderas + 2 freg. + 2 ll. de M.	$127 \cdot 26 + 2(9 \cdot 9) = 146 \cdot 44$	109.10 1.80

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 simultánea.

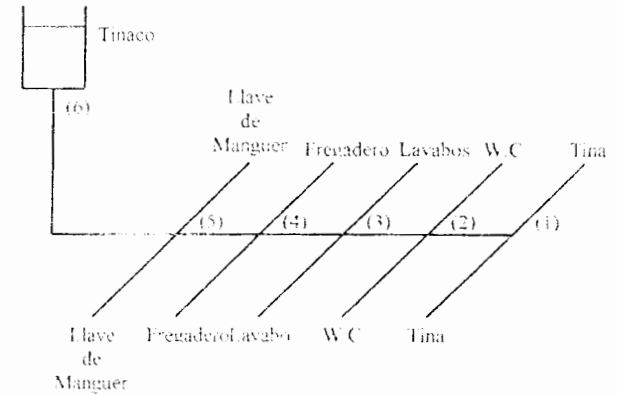
b) Método de Dawson y Bowman.

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	55.78	28.39
2 Lavabos	37.85	18.93
2 Excusados	22.71	11.36
2 Tinis 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 (L.P.M.)	GASTO DE DISEÑO	
			(L.P.M.)	(L.P.S.)
1-2	2 Tinis	75.20	75.20	1.35
2-3	2 Tinis + 2 W.C.	$75 \cdot 20 + 11 \cdot 36 = 96 \cdot 56$	60.56	1.44
3-4	2 Tinis + 2 W.C. + 2 lavabos	$96 \cdot 56 + 18 \cdot 53 = 105 \cdot 49$	105.49	1.76
4-5	2 Tinis + 2 W.C. + 2 lavabos + 2 fregaderos	$105 \cdot 49 + 28 \cdot 39 = 133 \cdot 88$	133.88	2.23
5-6	2 Tinis + 2 W.C. + 2 lavabos + 2 fregaderos + 2 llaves de manguera	$133 \cdot 88 + 18 \cdot 93 = 152 \cdot 61$	152.61	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
100.25	0.50	0.80
204.95	0.40	0.70
379.50	0.35	0.60
557.75	0.30	0.50
757.30	0.25	0.40
1116.50	0.21	0.30
1802.50	0.17	0.25
3028.00	0.14	0.20
4590.00	0.12	0.17

CLASIFICACION

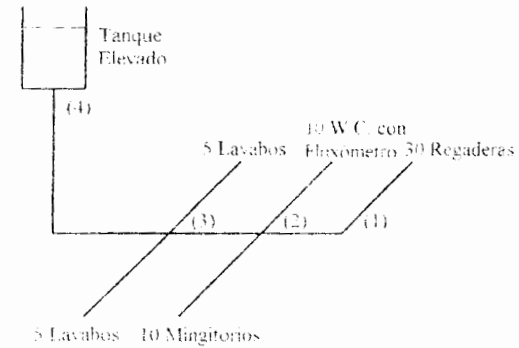
- Grupo A: Edificios Residenciales
- Grupo B: Cualquier otro tipo de edificios

TABLA 3

GASTO MINIMO PARA MUEBLES SANITARIOS	
MUEBL	GASTO (P.M)
Lavabo	6
Baño	12
Regadera	6
Excusado (tanque)	9
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	NÚMERO DE MUEBLES	NÚMERO DE MUEBLES EN USO SIMULTANEO	GASTO P.P.P. MUEBLES (L.P.S.)	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 1, tenemos que de 30 son 8.	5x8=48	De la tabla 2, como el gasto 48<189.25 tomamos como factor =1.	48 (1) (180) (6)
2-3	30 regaderas 10 WC 10 Miradores 10 Mangiferos	Tabla 1 30 8 10 4 10 4	De tabla 1 8 179 9	5x8 = 48 170x4=680 5x4=20 5x4=20 5x4=20	De tabla 2 550<567.75 550<378.50 tomamos el promedio superior 720.50	(550)(0.6)=331.20 331.20 = 5.52 (6)
3-4	30 regaderas 10 WC 10 Mangiferos 10 Lavabos	De tabla 1 30 8 10 4 10 4 10 4	8 179 9 5	6x8= 48 170x4=680 5x4= 20 5x4= 20	De tabla 2 575<567.75 575<378.50 tomamos este valor. F=6.50	575x0.5=288 288 (1) (180) (6) Para este tramo sea Q _d =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.

MÉTODOS PROBABILÍSTICOS

A) Método Alemán de la Raíz Cuadrada

- Si $Q_{Llave}=3/8"$ (10mm) $\rightarrow Q = 4$ Gal/min. 0.25L/S
- Si $Q_{Llave}=1/2"$ (13mm) $\rightarrow Q = 8$ Gal/min.
- $Q_{Llave}=3/4"$ (19mm) $\rightarrow Q = 12$ Gal/min.
- $Q_{Llave}=1"$ (25mm) $\rightarrow Q = 16$ Gal/min.

Un galón = 3.785 litros 1 pulgada = 2.54 cm

El gasto de diseño se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{diseño} = 4 \text{ Gal/min} \cdot F_1 n_1 + F_2 n_2 + F_3 n_3 + \dots + F_n n_n + \Delta n q$$

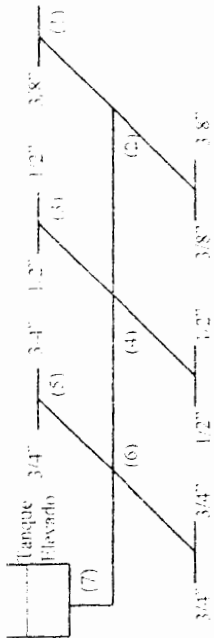
Donde

- 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 = 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 (F n ²) ^{1/2}	F n ²	F n ³	GASTO DISEÑO (L/S)
1-2	$\frac{4}{4} = (1)^2 = 1$	2	Q = 4 Gal/min (1)(2) ² = 4	2 = 5.66 Gal/min		0.36
3-4	$\frac{8}{4} = 2(2)^2 = 4$	2	Q = 4 Gal/min (4)(2) ² = 8	8 = 11.31 Gal/min		0.74
5-6	$\frac{12}{4} = 3(3)^2 = 9$	2	Q = 4 Gal/min (9)(2) ² = 18	18 = 16.07 Gal/min		1.07
2-4	$\frac{4}{4} = (1)^2 = 1$	4	Q = 4 Gal/min (1)(4) ² = 4	4 = 8 Gal/min		0.50
4-6			Q = 4 Gal/min (1)(4) ² = 4	4 = 20 Gal/min		1.13
6-7			Q = 4 Gal/min (1)(4) ² = 4	4 = 29.93 Gal/min		1.89

b) Método Francés

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

$$K = \frac{1}{X-1}$$

Donde:

- X = es el número de llaves instaladas.
- K = es el coeficiente de simultaneidad siempre que $2 < X < 26$

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)	t (seg)	ni	(1) x (3) q · si	(2) x (3) $\frac{n}{10k}$
1 Fregadero con agua fría	0.20	0.5	1	(0.20)(1)=0.20	(0.5)(1)=0.50
2 Lavabos con agua fría	0.10	1.0	4	(0.10)(4)=0.40	(1.0)(4)=4.00
1 Tina con agua fría	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)=1.14
1 Llave de Jardín	0.70	0.14	1	(0.70)(1)=0.70	(0.14)(1)=0.14
SUMAS	1.45		9	2.10	

ni = Número de llaves por mueble.

Calculando el número total de llaves es de 9.1, el coeficiente de simultaneidad

$$K = \frac{1}{9.1} = 0.35$$

$$\therefore K = (0.35)(q) = (0.35)(2.10) = 0.735 \text{ L/S}$$

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:

$$K = \frac{1}{6.22-1} = 0.44$$

$$K = (0.44)(2.10) = 0.92 \text{ L/S}$$

$$Q_{\text{Diseño}} = 0.92 \text{ L/S}$$

C) Método de Hunter

Se determina $P = \frac{t}{T}$, 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

$$C_n^m = \frac{n!}{(n-m)!m!} \quad (\text{combinaciones})$$

El número total de combinaciones de m objetos seleccionados de n o bien: es la ecuación que nos permite calcular al número de muebles que van a estar utilizándose simultáneamente

Si tuviéramos 10 W.C. con fluxómetro, la combinación sería

$$m = 2, \quad n = 10$$

$$C_{10}^2 = \frac{10!}{(10-2)!2!} = 45$$

La probabilidad de no encontrar los muebles funcionando será P^n , la combinación será $P = (1-P)^n p^n$

La probabilidad de que todos los muebles estén funcionando será $(1-P)^{m^n}$

La probabilidad de que si están funcionando será P^{m^n} , la combinación será $P = (1-P)^{m^n} p^{m^n}$

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.

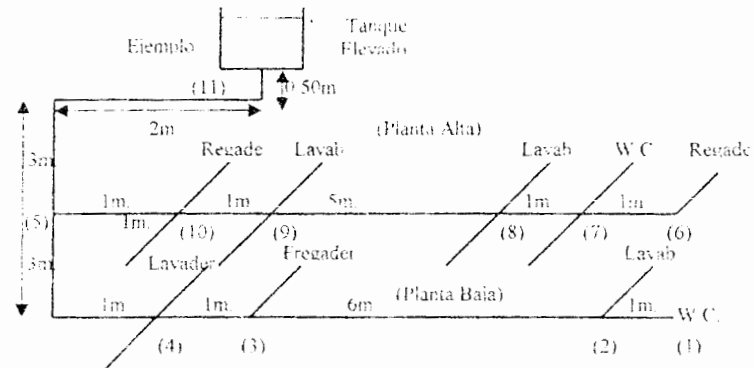
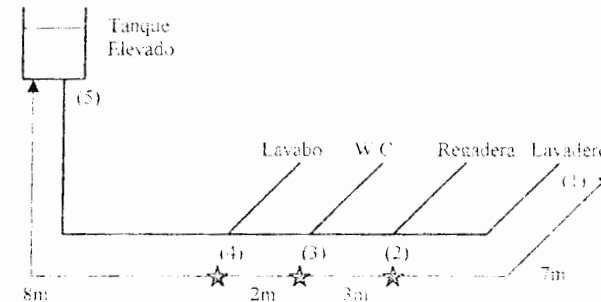
El proyecto de los mismos se basa en hacer los trazos que permiten los recorridos más cortos para evitar excesos de pérdidas de presión y reducir costos de instalación.

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 (%)	CARGA ESTÁTICA (m)	PRESIÓN
1-2	Lavadero	3	0.20	13	35	7	Codo 90° de 13 mm=0.60	7+0.6=0.60	(7.6)(0.35)=2.66	8	8-5.47=2.53
2-3	Lavadero + Regadera	3+2=5	0.28	19	14	3	11 de 19 mm=1.21	3+1.20=4.20	(4.2)(0.28)=1.18	8	8-2.66=5.47-5.99
3-4	Lavadero + Regadera + W.C. (Tanq)	3+2+3=8	0.46	19	40	2	1.20	2+1.20=3.20	(3.2)(0.46)=1.47	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	Codo 90° y una T de 25 mm=1.50+2.40=3.90	8+3.90=11.90	(11.90)(0.53)=6.31	8	8-2.66=5.47-1.28=5.47-7.27

NOTAS: El procedimiento para encontrar el diámetro en cada tramo se hizo de la siguiente manera: En el tramo 1-2 encontramos primero en la Tabla 3-III el 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 más favorable es de 5.47 M.C.A

TABLA DE CALCULO PARA LA PLANTA BAJA

TRAMO	UNIDAD MUEBLE	Q (L/S)	d (mm)	Hf (%)	LONGITUD TRAMO (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	LONGITUD TOTAL	Hf TOTAL (%)	CARGA ESTÁTICA (m)	PRESIÓN
1-2	3	0.20	13	35	7	0	1.00	0.25	6.5	3.29
2-3	4	0.26	19	3	8	1.85	2.85	0.72	6.5	4.24
3-4	6	0.42	19	23	7	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	0.90	32	6	0.5	4.20	9.70	0.58	6.5	5.92

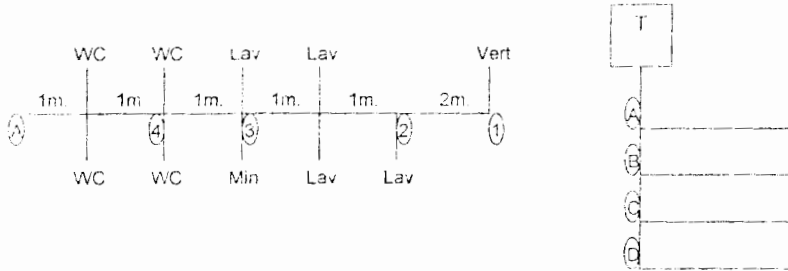
En la planta baja la presión disponible cumple con la presión mínima en todos sus tramos

TRAMO	UNIDAD MUEBLE	Q (L/S)	d (mm)	Hf (%)	LONGITUD TRAMO (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	LONGITUD TOTAL	Hf TOTAL (%)	CARGA ESTÁTICA (m)	PRESIÓN
6-7	2	0.15	13	20	1	0.50	1.50	0.30	3.50	0.19
7-8	5	0.26	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	2.29
10-5	12	0.63	25	12	1	2.90	4.60	0.48	3.50	2.24
5-11	21	0.90	32	6	0.50	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	Σ 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

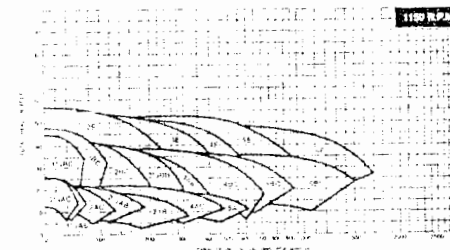
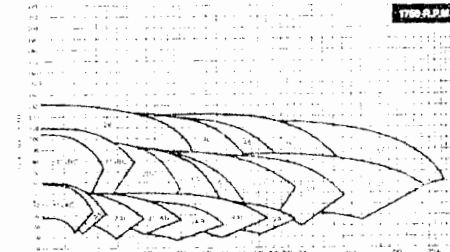
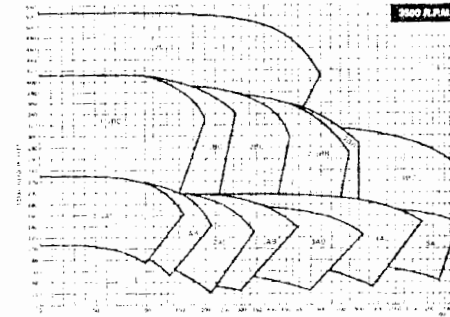
2. COLUMNAS

PUNTO	GRUPOS SERVIDOS	GASTOS DEL GRUPO	% DE SIMULTANEIDAD	Ql _k
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

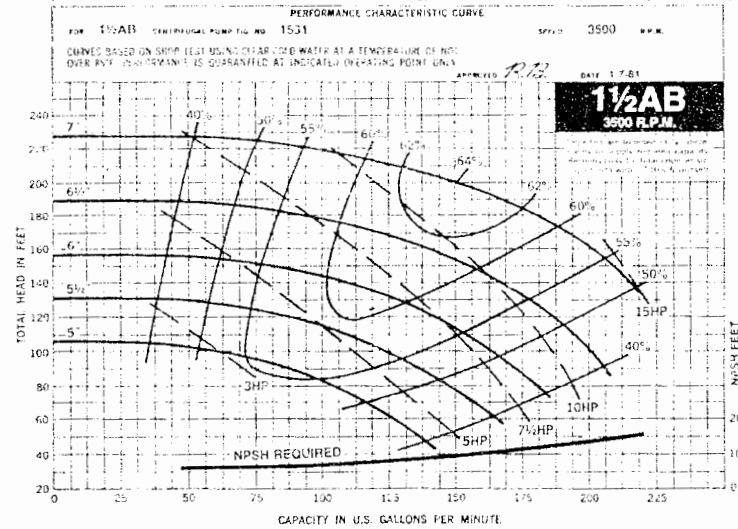
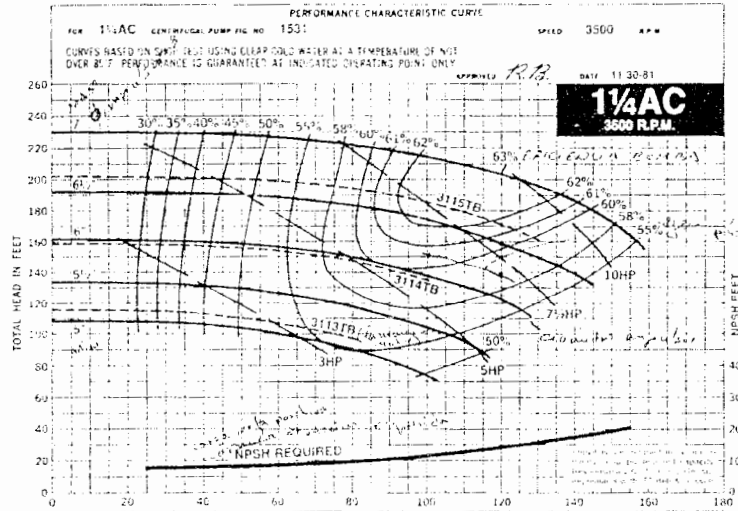
CURVE BOOKLET
B-350A



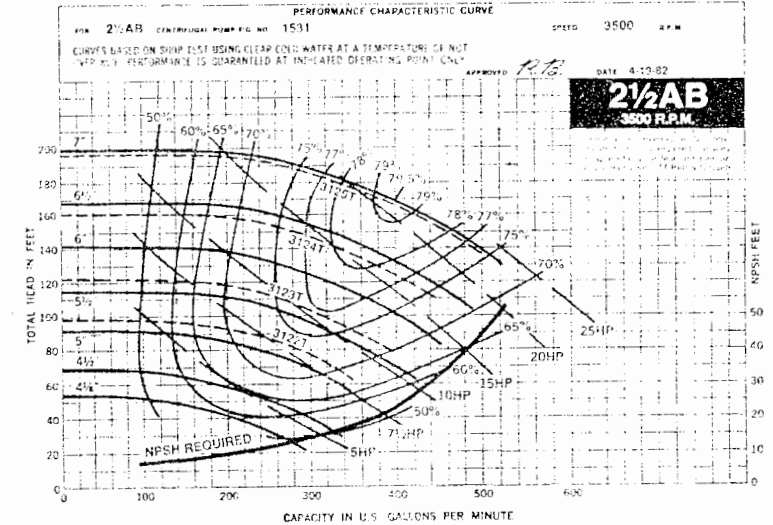
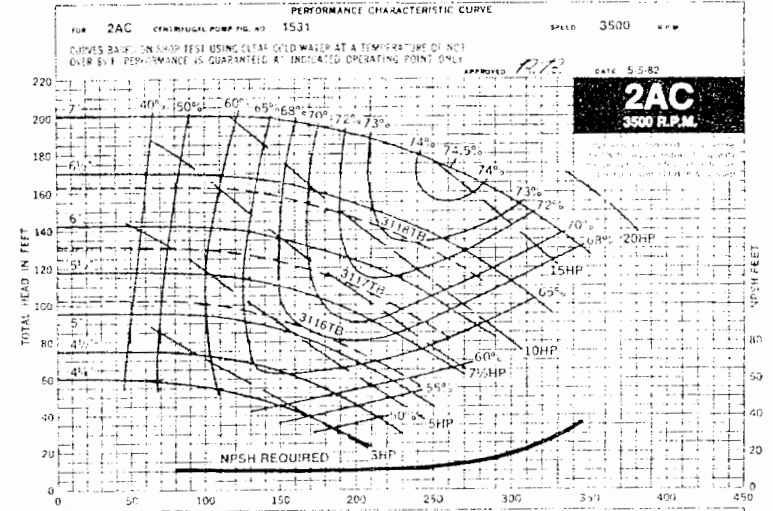
SERIES 1531 PUMP

60 HERTZ PERFORMANCE CURVES

3500 RPM PUMP CURVES

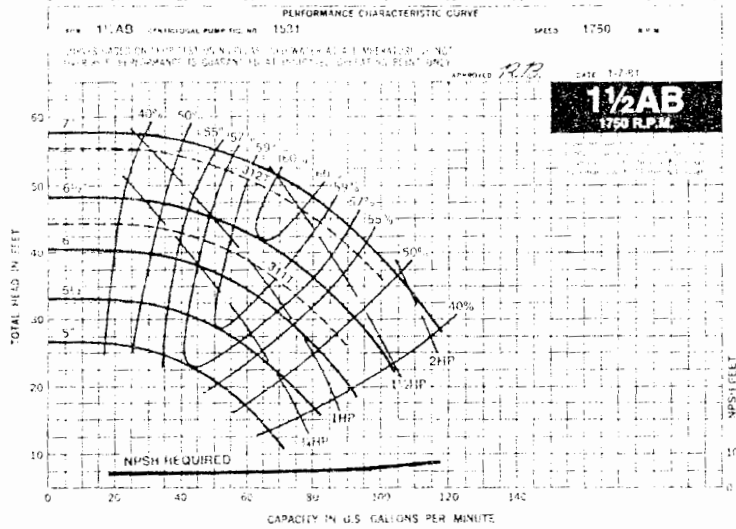
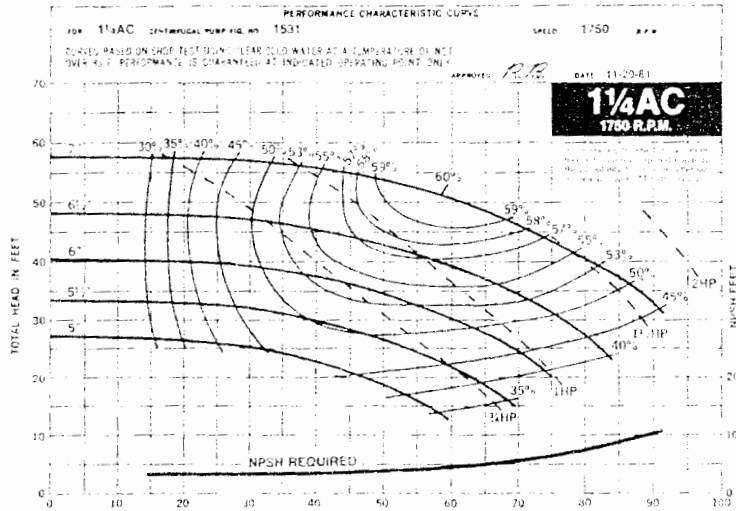


3500 RPM PUMP CURVES

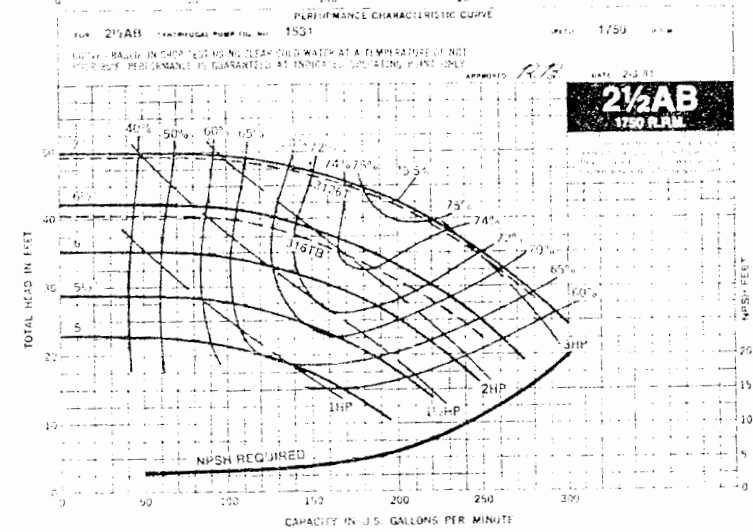
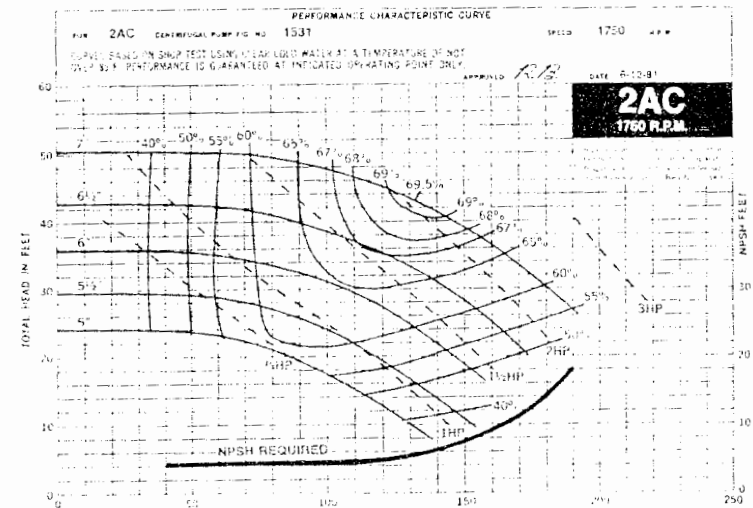


1750 RPM PUMP CURVES

B-360A

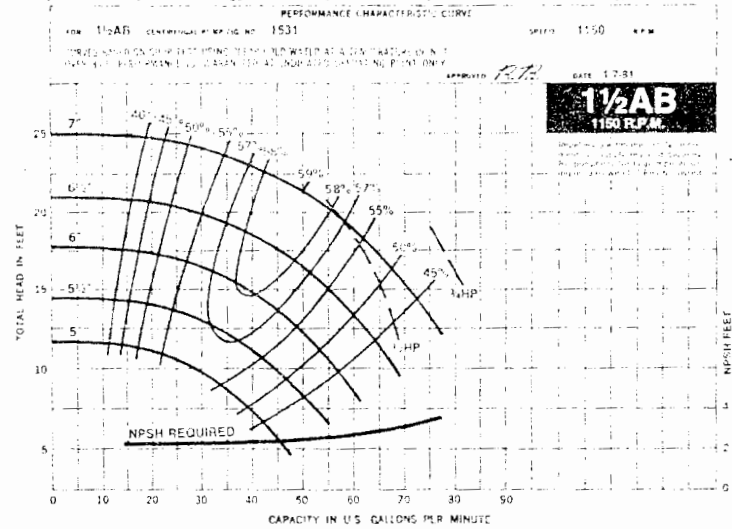
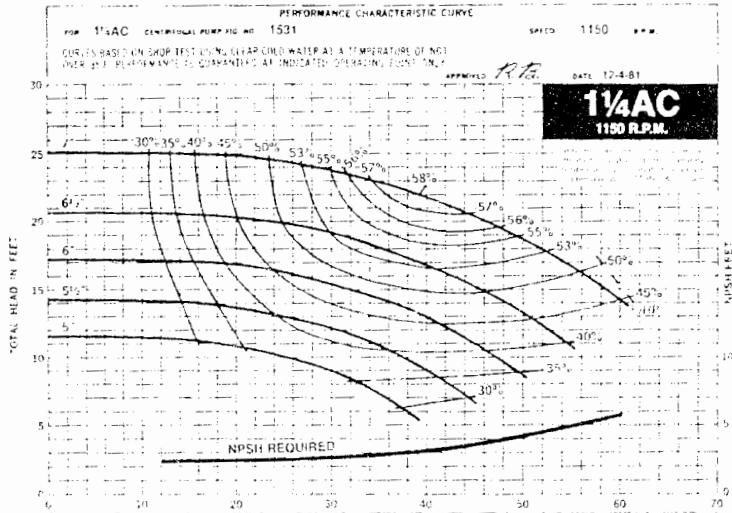


1750 RPM PUMP CURVES

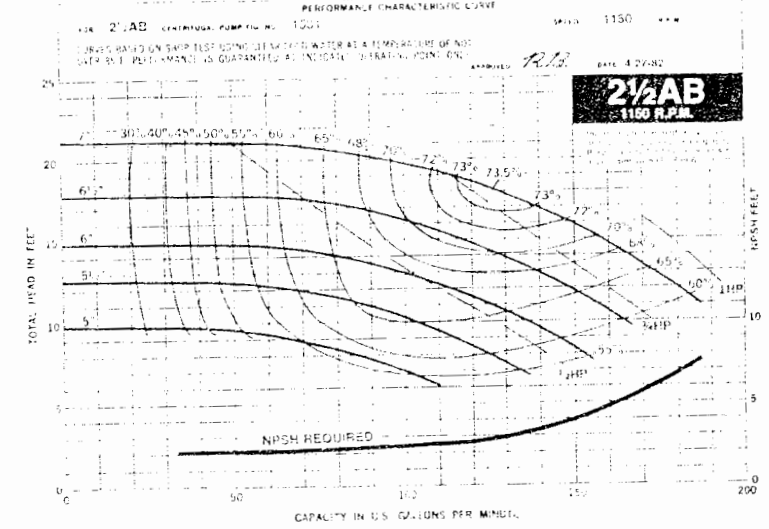
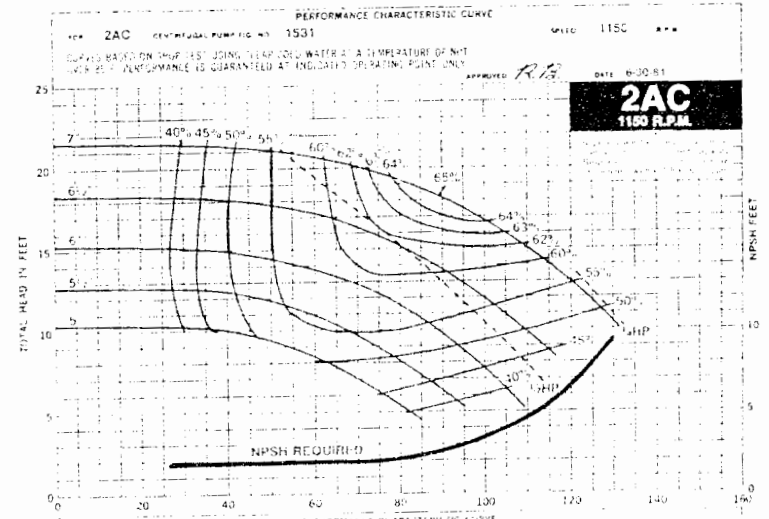


1150 RPM PUMP CURVES

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 silicizado)

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 m² o fracción de superficie)

En general, en todas las instituciones deberán usarse extintores de 9.5 L y deberá haber uno por cada 250 m².

4.3 No. de Extintores:

Se colocarán siguiendo la siguiente recomendación.

- Por los primeros 50 m² de piso 1 unidad
- Por los primeros 100 m² de piso (si el área es mayor de 50 m²) 2 unidades
- Por cada de los siguientes 250 m² de piso 1 unidad

Superficie del piso en m ²	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 mas 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 usarán para los riesgos de peligro ordinario y en los que el personal no esté suficientemente entrenado para usar mangueras de bomberos; éstos solo 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 ø 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 ϕ para incendios clase "A" en zonas en donde el chorro no perjudique al mobiliario. De regadera ajustable de 38 mm ϕ 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 ϕ
Para dos hidrantes	64 mm ϕ

Tubería troncal y conexión a bombas y toma SIAMESA (o de bomberos) 75 mm ϕ 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^2 (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^2 = 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^3) 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^3).

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^2 o fracción
Para riesgos ordinarios	10 m^2 o fracción
Para riesgos peligrosos	9 m^2 o fracción

La cantidad de agua por metro cuadrado (densidad) será de:

2 litros/ m^2 /min para riesgos ligeros
4 litros/ m^2 /min para riesgos ordinarios
6 litros/ m^2 /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 m².

La presión de descarga en el último rociador (el más alejado será de 11 metros de columna de agua 1.1 kp/cm² = 15 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 CO₂ 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/cm² 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 31 cm y se recubrirán con capa protectora de lámina 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:

PESEO ESPECIFICO A 20/4°C	0.837
COLO R ASTM	1.5
TEMPERATURA DE INFLAMACION (°C)	70.0
TEMPERATURA DE CONGELACION (°C)	-2.0
VISCOSIDAD SSU A 37.8°C	38.0
INDICE DE CETANO	59.0
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 X 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 X 10 X 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 4.44°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 conducir 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 CONDUCEN 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*

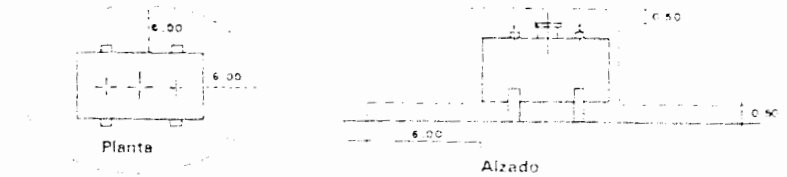
DIAM. mm	CODO 90° ROSCADA	CODO 45° ROSCADA	TE RECTA	TE SALIDA LATERAL	VALVULA GLOBO	VALVULA COMPUERTA	VALVULA CHECK	COPLÉ O TUERCA UNION
13	1.10	0.22	0.52	1.28	6.70	0.17	2.44	0.06
19	1.34	0.28	0.73	1.62	7.32	0.20	2.68	0.07
25	1.58	0.40	0.96	2.01	8.84	0.26	3.35	0.09
32	2.01	0.52	1.40	2.65	11.28	0.34	3.96	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	3.56	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 Goo. D. clase I, Div. 2.



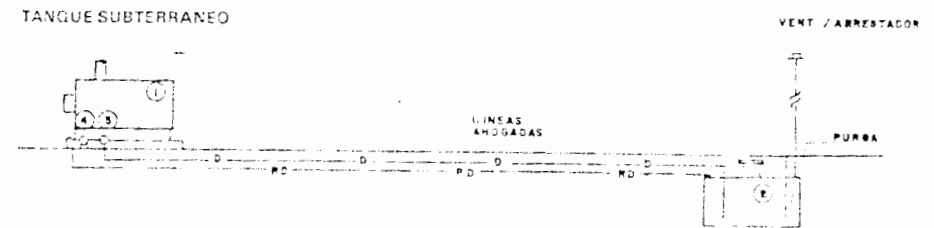
Dentro de los límites indicados en planta y alzado, no se admitirá flama y las instalaciones eléctricas serán a prueba de explosión.

Material: 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

CURVA DE PERDIDAS POR FRICTION EN TUBERIAS DE FIERRO GALVANIZADO QUE CONDUCCEN ACEITE DIESEL

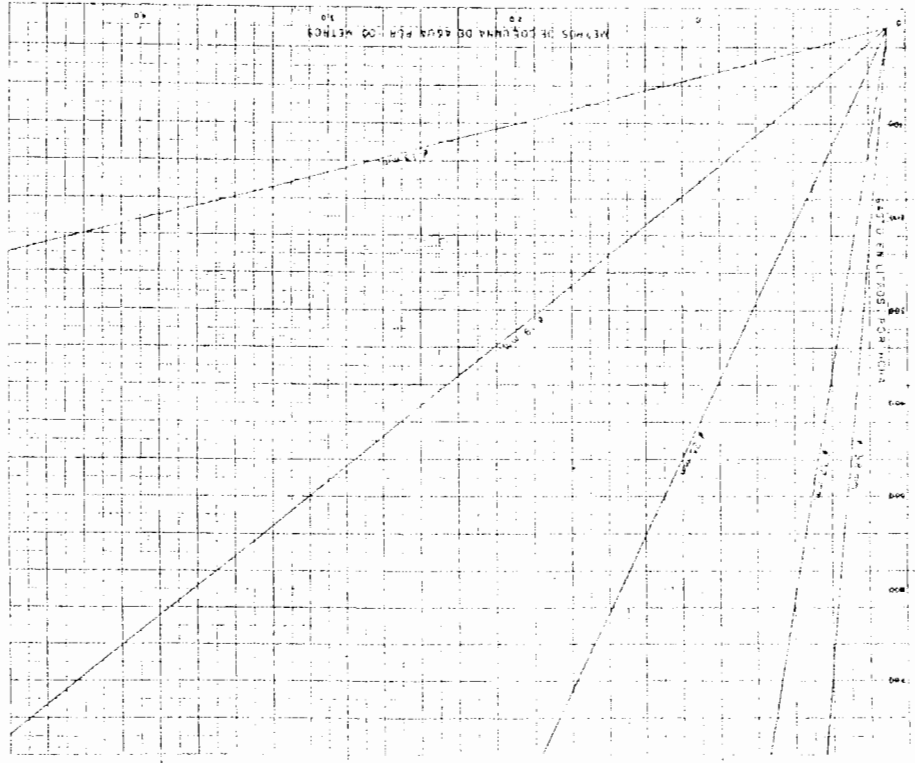


SIMBOLOGIA

- 1. Línea de tubería de hierro galvanizado.
- 2. Línea de tubería de acero.
- 3. Línea de tubería de cobre.
- 4. Línea de tubería de aluminio.
- 5. Línea de tubería de plomo.
- 6. Línea de tubería de zinc.
- 7. Línea de tubería de latón.
- 8. Línea de tubería de bronce.
- 9. Línea de tubería de níquel.
- 10. Línea de tubería de titanio.

Detalle de instalación de un tanque para combustible diesel

GASTO EN LITROS POR HORA



CURVA DE PERDIDAS POR FRICCIÓN EN TUBERIAS DE FIERRO GALVANIZADO QUE CONDUCE ACHEITE DIESEL.

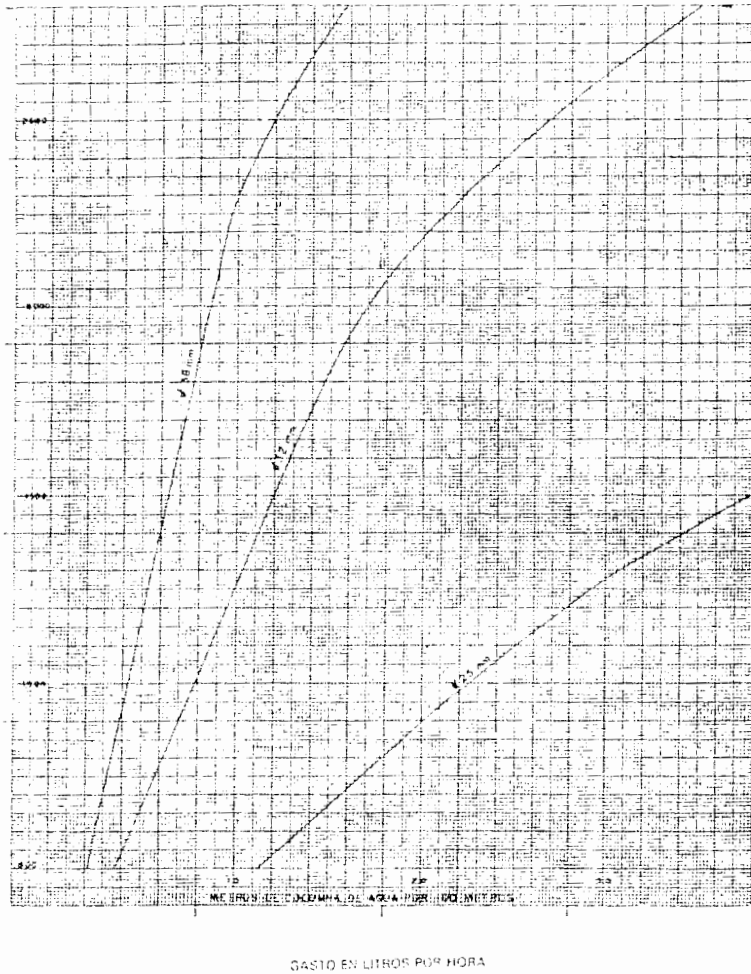


Fig. 10. INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES

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 (LP) 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 refinarias, 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 la 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 CH₄ (un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno)

PROPANO C₃H₈ (tres átomos de carbono y ocho de hidrógeno)

BUTANO C₄H₁₀ (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

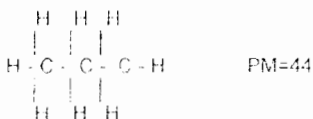
El peso molecular del Metano = 16

$$(1 (C) \times 12) + (4 (H) \times 1) = 16$$



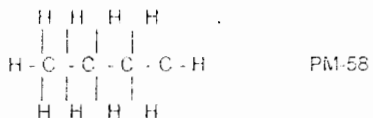
El peso molecular del Propano = 44

$$(3(C) \times 12) + (8(H) \times 1) = 44$$



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 portátiles, el porcentaje de propano se aumenta en tiempo de frío

GAS NATURAL.

Su principal elemento es el Metano (CH₄)

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 H₂O = 1.033 Kp/cm² = 1.01325 barios = 1013.25 milibaros.

PESO DE LOS GASES

A 10°C de temperatura y a una presión absoluta de 1 kp/cm² (0.980665 bares), 24m³ de cualquier gas contienen tantos kg masa como unidades el peso molecular.

Ejemplos:

A. 24m³ 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/m³, que es la densidad normal considerada en las características de los equipos para ventilación y acondicionamiento de aire

B. 24m³ de Butano contienen 58 kg masa
 La densidad del Butano es de 2.416 kg/m³ = 58/24

• 24 m³ de Propano contienen 44 kg masa
 La densidad del Propano es de 1.833 kg/m³ = 44/24

• 24 m³ de Metano contienen 16 kg masa
 La densidad del Metano es de 0.667 kg/m³ = 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

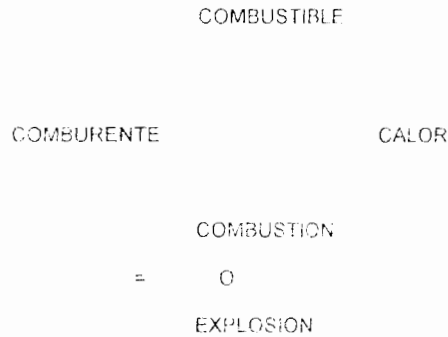
Ejemplo.

Si inflamamos 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 ₂)	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
- Estufonas

Salamandras
Calentadores de agua para baño, para café para Mesas Calientes (Baño Maria)

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 = al 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	EQ 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	0.380
Por parrilla o carera	PA o CE	0.062
Por salamandra	(No hay simbolo)	0.327
Baño Maria caliente	CAC	0.320 a 0.400
Asador (4Q) 60 x 90 cm	A	1.360
Pieloncillo 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	0.327
Calentador de depósito	CA	0.250
	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
- CAC Conservador de alimentos Calientes
- C Vaporera
- A Asador
- R Rosticero

DIAMETROS DE ALIMENTACION DE GAS PARA DIFERENTES ARTEFACTOS:

Estufa	13 mm (1/2")
Estufón	19 mm (3/4")
Asador (60x90)	19 mm (3/4")
Plancha (60x90)	19 mm (3/4")
Horno Sencillo (2 espacios)	13 mm (1/2")
Horno Doble (4 espacios)	19 mm (3/4")
Freidor C/unidad	13 mm (1/2")
Baño María (Por cada 0.60 x 0.60)	13 mm (1/2")
Salamandra	13 mm (1/2")

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 MÁXIMA	CONSUMO m ³ /h
10 mm Φ Cobre "L" 30 m	0.418 (E4QH)
13 mm Φ Cobre "L" 20 m	0.889 (E4QHCR+CA)
19 mm Φ Cobre "L" 36 m	1.649 (E4QHC +CA + CP)
25 mm Φ Cobre "L" 20 m	4.460 (TT)

La longitud máxima aumenta con la quinta potencia del diámetro y disminuye en razón inversa del cuadrado del consumo

10 DIMENSIONAMIENTO DE TANQUE DE GAS

1. Determinar el número de artefactos y su consumo total de gas en m³/h, en litros (1m³ = 3.66L), 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).
2. 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	
Restaurante de 24 h de servicio	
Restaurante	6
Cafetera de 12 h de servicio	
Barra de hamburguesas, etc. (Servicio continuo)	No. de Horas de Servicio
Cafetería escolar (informal) con 10 ó 12 h de servicio	4
Comedores industriales Fábricas Oficinas	2

3. Determinar o ver con el suministrador de gas el período de llenado (8, 15, 21 ó 30 días)
4. 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 retraso en 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, en el punto (5)

CUADRO DE MEDIDAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Capacidad del Tanque en litros	Diámetro (en m)	Largo total (en m)
300	0.51	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	1.10	5.00

- 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
Tropico y Costa	5°C
México, Puebla, Pachuca, Querétaro, Oaxaca, Jalisco, Guanajuato, San Luis Potosí, Guadaluajara, Morelia, Toluca, 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	2000 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	23000 L
Hasta 184 500	Hasta 9.0	10000 L	15000 L	20000 L	25000 L

BIBLIOGRAFÍA

- 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-FM-118-ECOL-1997
 NOM-004-SEDG-1998
 NOM-026-STPS-1998
- EL ABC DE LAS INSTALACIONES DE GAS, HIDRÁULICAS Y SANITARIAS, Enrique Harper, Editorial Limusa, México, 2001
- INSTALACIONES EN LOS EDIFICIOS, Gay Fawcett Gustavo, Editorial Gili, Barcelona, 1986.
- INSTALACIONES 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, Mexico, 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.
- RECLAMAMENTO DE INGENIERÍA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS, Secretaría de Salubridad y Asistencia (S.S.A.), México, 1955

Esta obra se terminó de imprimir
en junio de 2003
en el taller de imprenta del
Departamento de Publicaciones
de la Facultad de Ingeniería,
Ciudad Universitaria, México, D.F.
C.P. 04510

Secretaría de Servicios Académicos

El tiraje consta de 300 ejemplares
más sobrantes de reposición.