



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"INGENIERIA DEL MANEJO Y DISPOSICION  
DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES  
DE EDIFICIOS"

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**I N G E N I E R O C I V I L**  
P R E S E N T A :  
**ALEJANDRO CARBALLIDO ZAMORA**

ASESOR:

PROFR. M.I. ENRIQUE CESAR VALDEZ

MEXICO, D.F.

2002



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/083/01

Señor  
**ALEJANDRO CARBALLIDO ZAMORA**  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **M.I. ENRIQUE CESAR VALDEZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

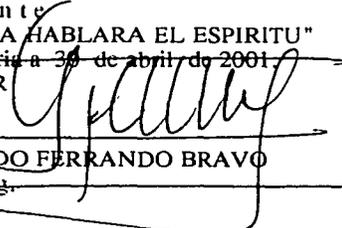
**"INGENIERIA DEL MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y  
PLUVIALES DE EDIFICIOS"**

- INTRODUCCIÓN**
- I. INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**
  - II. FONTANERÍA DE LA INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**
  - III. CAUSAS, EFECTOS Y CONTROL DEL FENÓMENO DE SIFONAMIENTO**
  - IV. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**
  - V. PLANTAS DE BOMBEO DE AGUA RESIDUAL**
  - VI. INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES**
  - VII. FONTANERÍA DE LA INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES**
  - VIII. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES**
  - IX. DISPOSICIÓN INDIVIDUAL DE AGUAS RESIDUALES**
  - X. CONCLUSIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria a 30 de abril de 2001  
EL DIRECTOR

  
M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/GMP/mstg.

**A mi madre Martha por los desvelos y preocupaciones que soportó durante los años de escuela. Por su tiempo y dedicación al sentarse conmigo a realizar la tarea en mis primeros años de escuela, ayudándome a adquirir el hábito del estudio, la responsabilidad y puntualidad que ahora tengo.**

**Gracias por el amor que siempre me has dado sin esperar nada a cambio.**

**A mi padre Alejandro por enseñarme a distinguir lo bueno de lo malo, que el trabajo nos fortalece como personas y como hombres, que trabajando podemos obtener lo que queremos.**

**Por todo el apoyo necesario para realizar mis estudios y por todo lo que me ha dado. Gracias.**

**A mis hermanas Martha y Laura por todos los momentos que hemos compartido, los consejos y el apoyo que me han dado.**

**A mi novia Betsabé por la felicidad que significa en mi vida, gracias por tu apoyo, ayuda, comprensión y el amor que me brindas incondicionalmente.**

**Así como ahora logramos este objetivo, espero que podamos alcanzar y realizar todos nuestros sueños y metas juntos.**

**A mi abuela Guadalupe y mi tía María Elena por estar a mi lado desde que nací,  
preocuparse, cuidarme y apoyarme todos estos años.**

**Pero sobre todo por ser parte importante en mi formación humana.**

**Quiero agradecer a mis tíos Juvenal y José Manuel, por ser un gran ejemplo para mí como ingenieros, por darme la oportunidad de aprender de ellos, por su apoyo, su ayuda. Gracias por enseñarme tantas cosas y exigirme más que a los demás cuando trabajamos juntos.**

**A mi abuela Martha, a la memoria de mi abuelo Manuel, a todos mis tíos y primos por siempre brindarme una sonrisa y un buen recuerdo de cada momento que pasamos juntos.**

**A mis profesores por legarme sus conocimientos, por contribuir a mi formación profesional, por su tiempo y asesoría cuando lo necesite, en especial a mis sinodales Alba, Enrique, Onésimo, José Luis y Héctor.**

**Gracias a Enrique y Alba por darme un buen ejemplo como personas, profesionistas y pareja.**

## **Introducción**

La evacuación de las aguas residuales se remonta a las civilizaciones más antiguas. Los egipcios poseían ya mil quinientos años antes de nuestra era, alcantarillas que acarreaban las inmundicias de sus ciudades a terrenos cultivados. La limpieza de estas alcantarillas era efectuada por presos.

Las investigaciones realizadas entre las ruinas de las antiguas ciudades han demostrado que sus habitantes se habían preocupado por las cuestiones de higiene pública, y en particular, por conseguir el alejamiento rápido de los residuos que se consideraban nocivos para el hombre.

En 1848, entre las ruinas de Babilonia, encontró Layard restos de bastas alcantarillas, en las que las viviendas vertían sus aguas sucias por medio de ramales particulares

En Jerusalén, conductos especiales recibían las aguas sucias del templo y las transportaban a tanques, en los cuales se depositaban las materias en suspensión que luego eran extraídas para su venta. Las aguas clarificadas se utilizaban para el riego de los jardines circundantes; tenemos aquí un ejemplo de la depuración y aprovechamiento agrícola de las aguas residuales.

Son los romanos quienes principalmente se distinguieron en los trabajos de higiene pública. Roma tuvo pronto alcantarillas que conducían las inmundicias al río Tiber. Tarquino el Viejo hizo construir en el siglo VI a.C. la Cloaca Máxima, extensa alcantarilla abovedada de cinco metros de altura, cuatro de ancho y setecientos treinta y ocho metros de longitud. Fue completada, a medida que la ciudad crecía, con otras alcantarillas afluentes de sección más reducida (cloacas), en las que se empalmaban los conductos particulares de las viviendas, constituidos por tubos de alfarería o por canales cimentados.

Agripa, yerno de Augusto, encargó a una comisión especial la limpieza de las alcantarillas en general, y de la cloaca máxima en particular, estableciendo con este objeto un nuevo impuesto. En Roma, muchas casas estaban provistas de letrinas en comunicación con la alcantarilla. Los palacios de los emperadores y los edificios públicos, tenían letrinas públicas que eran sostenidas por medio de un impuesto denominado "or lustral". En Pompeya existían letrinas públicas enlazadas a una alcantarilla que llevaba todas las aguas residuales al mar.

En los países conquistados, los romanos construyeron alcantarillas que desaguaban en los ríos o pozos absorbentes. Se han hallado restos de alcantarillas romanas en Francia (Nimes, Arlés, Besancon, etc.). En España tenemos las de Astorga (León), que se conservan en casi su totalidad.

En la Edad Media, no había ni higiene pública ni higiene privada. El alcantarillado era casi desconocido; los excrementos se conservaban en fosas situadas bajo las viviendas, contaminando así el terreno y los ríos vecinos; la vía pública fue transformada en albañal y la limpieza del cuerpo tan importante en la antigüedad fue completamente descuidada. Nada de extraño, pues, que grandes

epidemias asolaran diversos países, en diferentes ocasiones, durante este período.

Hasta los tiempos modernos no se reanudó la construcción de alcantarillas; en Alemania, Hamburgo (1848) y Altona (1857), fueron las primeras poblaciones que tuvieron un sistema perfecto de alcantarillado; a estas siguieron Francfort de Main (1867), Dantzing (1869) y Berlin (1873).

En Inglaterra, donde muchas ciudades lo tuvieron antes que en Alemania, las cloacas desembocaban en los ríos, y como estos son en general poco caudalosos, la cantidad de inmundicias que se depositaba hacía inhabitables sus cercanías. Por ello, se prohibió verter las aguas residuales en los ríos y se dispusieron acequias de fertilización y riego, con que, al mismo tiempo que se alejaban aquéllas de la ciudad se empleaban para abonar los campos aprovechando de esta forma su valor fertilizante.

Estas reseñas históricas prueban que ha sido preciso, desde el origen de la humanidad, preocuparse por hacer desaparecer las causas de peligro que podían resultar de la aglomeración en un punto de un gran número de individuos.

## **Indice**

Introducción

|  |    |
|--|----|
| Capítulo 1   |    |
| Instalación de evacuación de aguas residuales                  | 1  |
| Capítulo 2   |    |
| Fontanería de la instalación de evacuación de aguas residuales | 9  |
| Capítulo 3   |    |
| Causas, efectos y control del fenómeno de sifonamiento         | 29 |
| Capítulo 4   |    |
| Diseño de la instalación de evacuación de aguas residuales     | 33 |
| Capítulo 5   |    |
| Plantas de bombeo de agua residual                             | 42 |
| Capítulo 6   |    |
| Instalación de evacuación de aguas pluviales                   | 52 |
| Capítulo 7   |    |
| Fontanería de la instalación de evacuación de aguas pluviales  | 57 |
| Capítulo 8   |    |
| Diseño de la instalación de evacuación de aguas pluviales      | 66 |
| Capítulo 9   |    |
| Disposición individual de aguas residuales                     | 73 |
| Capítulo 10  |    |
| Conclusiones   | 89 |
| Bibliografía   |    |

## CAPITULO 1 INSTALACION DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

La instalación de evacuación de aguas residuales es el conjunto de tuberías, conexiones y accesorios, cuya finalidad es evacuar rápidamente las aguas ya empleadas e impedir el paso al interior de la edificación de los gases que se conducen en los tubos.

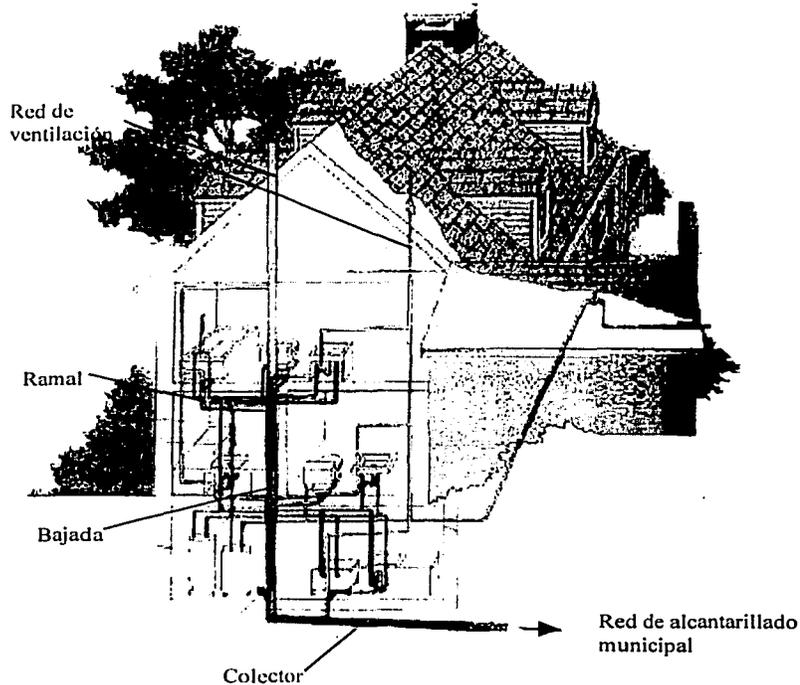


Figura 1.1. Instalación de evacuación de aguas residuales de una edificación.

Las aguas residuales generadas dentro de las edificaciones provienen del empleo del agua potable suministrada en:

1. La higiene personal con aguas frías o calientes que dan servicio a baños, lavabos, etcétera.
2. El lavado de ropa.
3. El lavado de los utensilios para preparar y consumir la comida.
4. El fregado de los suelos o la limpieza de los locales.
5. La alimentación de aguas a otras instalaciones del edificio como calefacción, aire acondicionado, etcétera.
6. La ayuda a la evacuación de desperdicios y basuras.

Las aguas residuales están formadas por la mezcla de dos tipos de aguas, que son:

- a) Las que provienen de inodoros y urinarios; éstas tienen un alto contenido de bacterias y arrastran un porcentaje elevado de materias sólidas y elementos orgánicos.
- b) Las que se denominan amarillas o grises, que provienen de los aparatos sanitarios exceptuando los inodoros y urinarios; éstas son aguas relativamente sucias y arrastran por lo general, muchos elementos en disolución, así como grasas, jabones, detergentes, etcétera.

Las aguas residuales son conducidas por gravedad y el diámetro de los tubos está en función del diámetro de salida de los muebles y aparatos sanitarios. Los materiales de las tuberías deben ser impermeables, resistir la acción corrosiva de las aguas que transportan y durables.

En este capítulo se describen las características generales de la instalación de evacuación de aguas residuales así como la reglamentación vigente en esta materia.

### 1.1. Red interior de evacuación de aguas residuales

La red de recolección de aguas residuales está constituida por dos partes principales:

- a) Instalación de evacuación de aguas residuales particular, o sea la red interior de evacuación.
- b) Instalación de evacuación de aguas residuales municipal, llamada también red de alcantarillado municipal.

La instalación municipal de evacuación de aguas residuales está formada por las conexiones al alcantarillado municipal, las atarjeas, los pozos de visita y las estructuras complementarias, como se observa en la Figura 1.2.

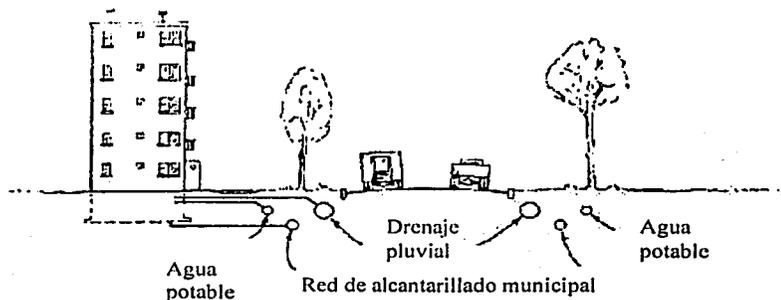


Figura 1.2. Instalación municipal de evacuación de aguas residuales.

Una red de tuberías desaloja el agua residual de los muebles y aparatos sanitarios de la edificación y la conduce hasta un registro construido dentro de la propiedad, en el límite del predio con la calle, donde se une con la red de alcantarillado municipal mediante la conexión domiciliaria, que corresponde al organismo operador del sistema construir, como se muestra en la Figura 1.3, previa solicitud y pago de derechos del usuario.

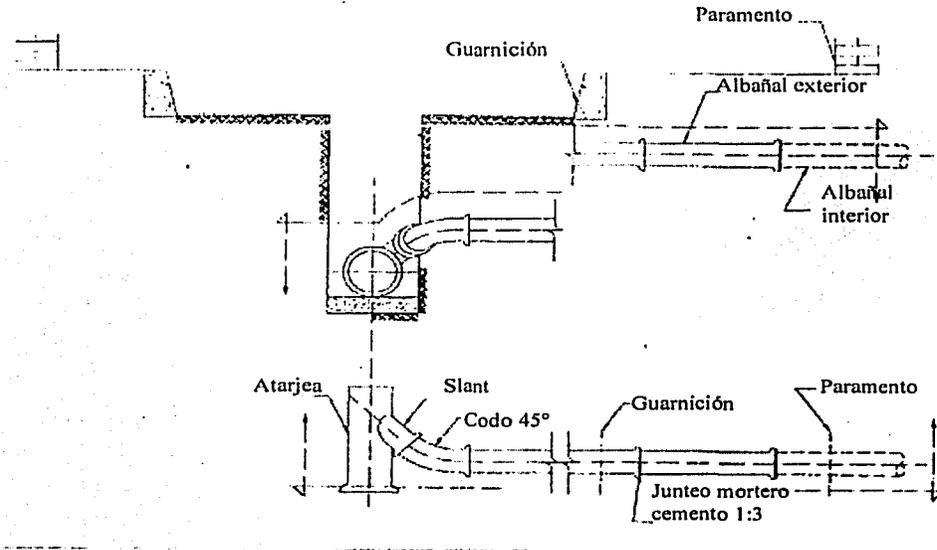
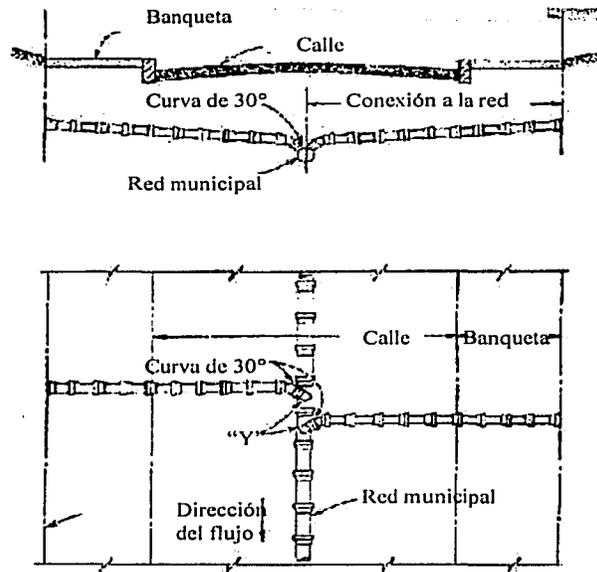


Figura 1.3. Conexión domiciliaria.

La conexión al alcantarillado municipal puede ser de dos tipos, dependiendo de su profundidad:

a) A profundidad normal (Figura 1.4.a).



b) En zanja profunda (Figura 1.4.b.).

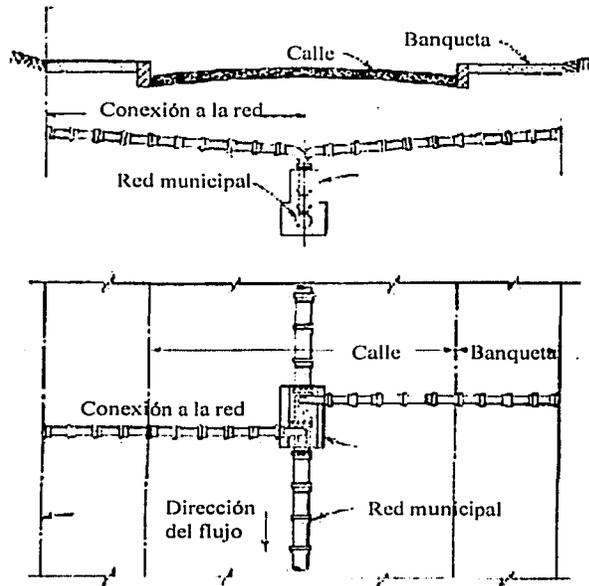


Figura 1.4. Conexión domiciliar a profundidad normal y zanja.

Como se muestra en la Figura 1.5, las tuberías de una red interior de evacuación de aguas residuales, se clasifican de acuerdo a su función en: desagües, ramales o derivaciones, columnas o bajantes, albañales o colectores y sistema de ventilación.

Los desagües son los tubos que reciben la descarga de los muebles o aparatos sanitarios; su diámetro deberá ser igual al diámetro de salida del mueble, estandarizado por los fabricantes.

Los ramales o derivaciones son las tuberías horizontales que recogen el agua de varios muebles de un mismo nivel de la edificación. Se recomienda que se instalen bajo la losa o bajo el piso o a un nivel inferior al de los aparatos sanitarios para que los desagües tengan la pendiente adecuada.

Las columnas o bajantes son las tuberías que transportan las aguas residuales hasta la planta baja de la edificación. Se fijan a los muros con soportes atornillados a las losas.

Los albañales o colectores son las tuberías horizontales instaladas en la planta baja, que reciben las aguas residuales de las columnas o bajantes y las conducen hasta un albañal principal que transporta el gasto total hasta la red de atarjeas del alcantarillado municipal. En donde concurren dos o más albañales, en los cambios de dirección y entre tramos rectos de no más de diez metros de albañal, deberá construirse un registro, que es una estructura con tapa hermética, cuya función es permitir la inspección del albañal.

El sistema de ventilación son las tuberías o red de tuberías, que se conectan con el sistema de evacuación de aguas residuales para impedir que los malos olores puedan entrar en la edificación y para asegurar que la instalación trabajará a gravedad, evitando los problemas de sifonamiento que se estudiarán en el Capítulo 3.

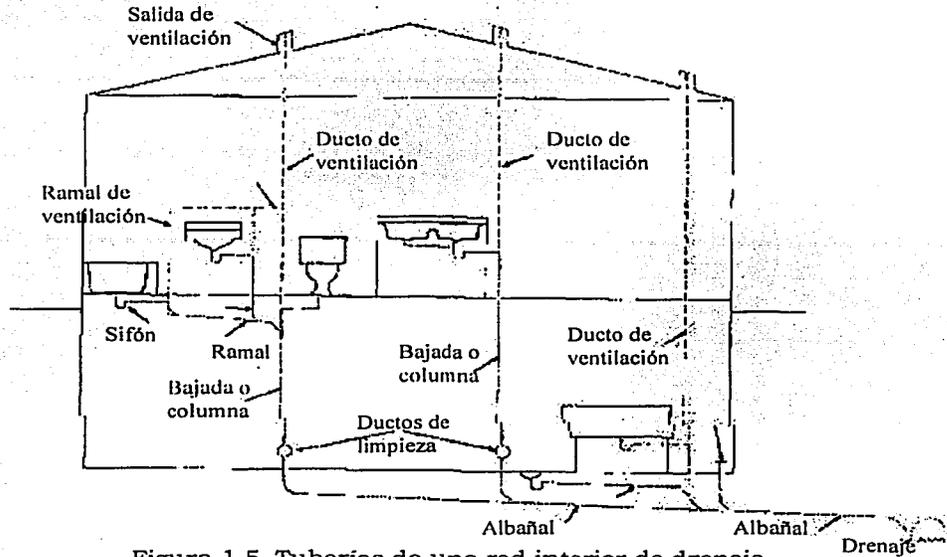


Figura 1.5. Tuberías de una red interior de drenaje.

## 1.2. Reglamentación relativa a las instalaciones particulares de evacuación de aguas residuales

El Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios (RISRE), publicado en el Diario Oficial del 20 de mayo de 1964, establece las normas técnicas y legales para el diseño de instalaciones hidráulicas, de drenaje y de ventilación. En virtud del tiempo que ha transcurrido desde su expedición sin haberse efectuado ninguna modificación y actualización, los aspectos relativos a la tramitación de las construcciones no corresponden a circunstancias actuales; sin embargo, los aspectos técnicos siguen siendo válidos, como se verá más adelante.

Además debe tenerse presente que, dependiendo de la ubicación del proyecto, deberán consultarse los reglamentos locales vigentes. En el Distrito Federal, existen el Reglamento de Agua y Drenaje para el D.F. (RADDF) y el Reglamento de Construcciones para el D.F. (RCDF), que incluye las Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje<sup>1</sup>.

Adicionalmente y por requerimientos especiales, algunos organismos han elaborado sus propias especificaciones que deben cumplirse en sus proyectos, como las Normas del IMSS<sup>2</sup>.

Debido a la necesidad que se tiene de hacer un uso eficiente del agua potable, se han efectuado innovaciones importantes en el diseño de los muebles y

<sup>1</sup> Publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 27 de Febrero de 1995.

<sup>2</sup> Normas de Proyecto de Ingeniería. IMSS. Tomo II. Instalaciones hidráulica, sanitaria y gases medicinales. Ed. 1993.

aparatos, que están contenidas en el RCDF, y que obedecen a la publicación de Normas Oficiales Mexicanas en esta materia, como es el caso de la NOM-001-Edif-1994 que establece las especificaciones y métodos de prueba para los inodoros de uso sanitario.

A continuación se resumen las principales disposiciones de estos reglamentos.

### 1.2.1. Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios

| Artículo | Sinopsis   |
|----------|--|
| 26       | Pendiente mínima en las azoteas del 1.5%.  |
| 27       | Por cada 100 m <sup>2</sup> de azotea o proyección horizontal se instalará un conducto para la recolección y conducción de las aguas pluviales, de 75 mm de diámetro o uno de área equivalente.  |
| 31       | Los patios pavimentados tendrán una pendiente mínima del 1% hacia coladeras con obturador hidráulico.  |
| 62       | En todo edificio habrá por lo menos un excusado. Cuando haya más de 10 habitantes se instalará un excusado por cada 10 habitantes o fracción que no llegue a este número.  |
| 63       | Si se cuenta con un cuarto destinado a baño se instalará por lo menos: regadera, lavabo y excusado.  |
| 68       | Todo WC al instalarse deberá de quedar provisto de un tubo ventilador.   |
| 69       | Los mingitorios estarán provistos de desagüe con sifón de obturación hidráulica y ventilación individual o en serie.   |
| 70       | El desagüe de tinajas, regaderas, bidés y lavadoras de ropa contará con un obturador hidráulico tipo bote. Los lavabos y vertedores tendrán un sifón con obturación hidráulica y ventilación individual o en serie.  |
| 71       | Los fregaderos de cocina de viviendas tendrán sifón con sello hidráulico, con registro para limpieza y un diámetro no menor de 38 mm.  |
| 75       | Los tubos utilizados para albañales serán de 15 cm de diámetro interior como mínimo.   |
| 79       | Los tubos para desagüe no serán menores de 32 mm, ni inferior al diámetro de salida de cada mueble sanitario. Para diámetros hasta 76 mm la pendiente mínima será del 2%, y para diámetros mayores del 1.5%.   |
| 81       | Los cambios de dirección de albañales y ramales tendrán una deflexión máxima de 45°.   |
| 83       | Los albañales tendrán una pendiente mínima del 1.5%.   |
| 84       | Para la limpieza de los albañales se construirán registros a cada 10 m en tramos rectos, así como en el límite del predio y la vía pública.  |
| 85       | El tamaño de los registros de acuerdo a su profundidad será:<br>Para profundidad hasta un metro '            40 x 60 cm<br>Para profundidad hasta dos metros            50 x 70 cm<br>Para profundidad de más de dos metros    60 x 80 cm<br>Las cubiertas no serán menores de            40 x 60 cm |
| 97       | Los tubos de ventilación no serán menores de 5 cm  |

### 1.2.2. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal

| Artículo | Sinopsis  |
|----------|---|
| 154      | Los excusados desaguarán 6 litros por descarga; las regaderas y los mingitorios tendrán una descarga máxima de 10 litros por minuto; y los lavabos, tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tendrán llaves que no consuman más de 10 litros por minuto.   |
| 157      | Los desagües tendrán un diámetro no menor de 32 mm, ni inferior al de salida de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima del 2%.  |
| 159      | Los albañales serán de 15 cm de diámetro interior como mínimo y su pendiente mínima será del 2%.  |
| 160      | Se construirán registros en tramos rectos del albañal a distancias no mayores de 10 m, y también en los cambios de dirección. Los registros serán de 40 x 60 cm, para profundidades hasta un metro; de 50 x 70 cm, entre uno y dos metros de profundidad y de 60 x 80 cm, para profundidades mayores de dos metros. |

### 1.2.3. Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje

| Inciso   | Sinopsis  |
|----------|---|
| 3.2.1.   | Cuando en la edificación la población de proyecto sea hasta de 1000 habitantes los gastos de agua residual se calcularán con el método de las unidades mueble de gasto; para poblaciones mayores se utilizará el método de Harmon.  |
| 3.2.3.   | Las tuberías que sólo conduzcan aguas pluviales se diseñarán a tubo lleno; y las que sólo conduzcan aguas residuales se diseñarán a ½ tubo o 2/3 partes como máximo de su capacidad.  |
| 3.2.3.1. | La velocidad mínima permisible es de 0.60 m/s y la máxima es de 3.0 m/s.  |
| 3.2.4.   | Cuando sea necesario bombear las aguas residuales, se empleará un equipo del tipo dúplex (una bomba funcionando y otra de respaldo), del tipo inatascable cuya capacidad deberá cubrir el 100% del gasto de diseño y de la carga dinámica a vencer.   |
| 3.4.     | Los albañales serán de 15 cm de diámetro como mínimo.   |
| 3.4.4.1. | Los albañales deberán tener registros a cada 10 metros de longitud de tramo recto y en los cambios de dirección. Los registros serán de 40 x 60 cm hasta un metro de profundidad; de 50 x 70 cm para profundidades entre uno y dos metros; y de 60 x 80 para profundidades mayores de dos metros. |

## **CAPITULO 2**

# **FONTANERIA DE LA INSTALACION DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

En el presente capítulo se describirán los diferentes tipos de tuberías, es decir, los materiales de que están fabricados los tubos y sus sistemas de unión, para la construcción de la instalación de evacuación de aguas residuales.

El ingeniero proyectista es el responsable de seleccionar y especificar la tubería más adecuada, piezas especiales y sistemas de unión para usarse en algún proyecto dado. Para hacer esta selección es importante considerar las siguientes características de las tuberías y piezas especiales:

1. Resistencia a la corrosión de la tubería y piezas especiales. Esta es una medida de su habilidad para resistir tanto los efectos corrosivos internos del fluido al pasar por la tubería, y los efectos de las condiciones ambientales sobre su exterior. La corrosión puede reducirse o eliminarse con la aplicación de un revestimiento adecuado, encamisado, impermeabilizado o protección catódica.
2. Costo total instalado, que incluye el costo de la tubería y piezas especiales, realización del junteo, manejo y costo del sistema de soporte de las tuberías.
3. Resistencia física de la tubería y piezas especiales, que es la habilidad, para soportar la presión interna del líquido y el daño físico externo que puede ocurrir, ya sea durante la instalación o después de haber sido puesta en servicio.

De acuerdo con Woodson<sup>3</sup> entre los materiales recomendables están: aluminio, bronce, hierro fundido, cobre, acero galvanizado, plomo, policloruro de vinilo (PVC). Por su parte, en el RCDF se establece que las tuberías de desagüe deberán ser de hierro fundido, acero galvanizado, cobre, policloruro de vinilo o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes; además, en las NTC se establece que los materiales permitidos son: concreto simple o reforzado, policloruro de vinilo, hierro fundido, acero, asbesto cemento u otro material, siempre que asegure el correcto funcionamiento de las redes hidráulicas y que cumpla con las normas ecológicas y con las demás normas en la materia vigentes en el país.

Al seleccionar el material de la tubería hay que considerar las condiciones a las que estará sujeto como: clima, suelo, tipo de aguas residuales, posibles esfuerzos mecánicos, etcétera.

A continuación se describen los diferentes tubos y sus sistemas de unión.

---

<sup>3</sup> R. Dodge Woodson, National Plumbing Codes Handbook, McGraw Hill, Inc. 1993.

## 2.1. Tuberías de fierro fundido

El fierro fundido fundamentalmente proviene del hierro, el cual es sometido a un proceso de fundición. En este proceso se obtiene un hierro con un contenido de carbono del 0.05%, y que se puede considerar como un acero muy maleable.

Es muy utilizado en las instalaciones sanitarias, debido a las siguientes características:

1. Por su rigidez, la instalación tiene una alta resistencia a golpes.
2. No se afecta, ni su estructura interna, ni su composición química, cuando se le somete a temperaturas s omeramente altas.
3. Se acopla perfectamente, ya sea por uniones espiga campana o con juntas de neopreno y abrazaderas de acero inoxidable.

Entre las desventajas del fierro fundido están:

1. Alto costo (al compararlo con el del PVC), que en varias ocasiones l o hace antieconómico.
2. Posee un peso lineal alto, que se refleja en robustos soportes, en el caso de que la instalación sea del tipo "aéreo".

Hasta hace algunos años las conexiones de la tubería de fierro fundido, con uniones espiga campana, se realizaban mediante una técnica de plomería tradicional llamada calafateo, que consiste en sellar con estopa y brea la junta entre dos tubos de fierro fundido y cubrirla con plomo fundido, como se muestra en la Figura 2.1.

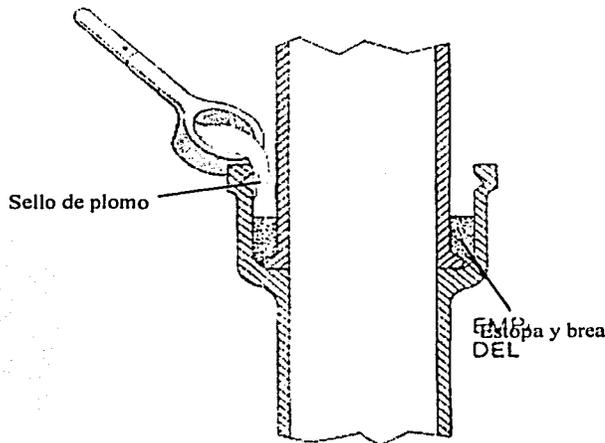


Figura 2.1. Sistema de unión de tubos de fierro fundido.

Cuadro 2.1. Características de tubos de hierro fundido con campana

| Diámetro nominal<br>mm<br>pulg | Diámetro interior de campana<br>mm<br>pulg | Espesor cuerpo de campana<br>mm<br>pulg | Longitud de traslape<br>mm<br>pulg | Longitud aprovechable tubo de 1.52 m<br>mm<br>pulg | Longitud aprovechable tubo de 3.05 m<br>mm<br>pulg | Diámetro exterior del barril<br>mm<br>pulg | Espesor del barril (min)<br>mm<br>Pulg | Peso aproximado kg<br>1.52 m<br>3.05 m |
|--------------------------------|--|---|------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 51<br>2                        | 75<br>2 15/16                              | 3<br>1/8                                | 64<br>2 1/2                        | 1524<br>60   | -<br>-   | 58<br>2 1/4                                | 4<br>11/64                             | 9.078<br>-                             |
| 102<br>4                       | 125<br>4 15/16                             | 4<br>5/32                               | 76<br>3                            | 1524<br>60   | 3048<br>120  | 108<br>4 1/4                               | 5<br>3/16                              | 18.157<br>34.044                       |
| 152<br>6                       | 176<br>6 15/16                             | 5<br>3/16                               | 76<br>3                            | 1524<br>60   | 3048<br>120  | 159<br>6 1/4                               | 5<br>3/16                              | 29.505<br>56.286                       |
| 203<br>8                       | 235<br>9 1/4                               | 5<br>3/16                               | 89<br>3 1/2                        | 1524<br>60   | 3048<br>120  | 213<br>8 3/8                               | 6<br>15/64                             | 45.392<br>83.975                       |
| 254<br>10                      | 289<br>11 3/8                              | 7<br>9/32                               | 89<br>3 1/2                        | 1524<br>60   | 3048<br>120  | 267<br>10 1/2                              | 7<br>9/32                              | 65.818<br>122.588                      |

Actualmente se dispone de un nuevo sistema para la unión de los tubos y conexiones, llamado "acoplamiento rápido de hierro fundido".

Esta unión se realiza mediante un cople especial, que permite reducir el tiempo requerido para instalar la tubería tradicional, hacer las instalaciones más compactas, flexibles, silenciosas y económicas.

Los tubos y las conexiones de este nuevo sistema carecen del extremo campana; todos sus extremos terminan en forma de espiga.

Estos extremos de espiga se unen por medio de un cople ensamblado de dos componentes: una junta de neopreno y una coraza de dos cinchos, denominada abrazadera de acero inoxidable. Este tipo de unión se describe en la Figura 2.2.

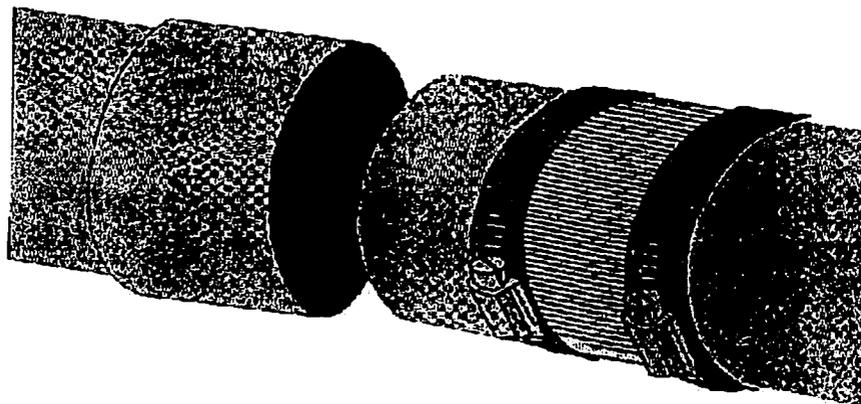


Figura 2.2.a. Colocar la junta de neopreno en una de las espigas a unir y deslizar la abrazadera de acero inoxidable sobre la otra espiga.

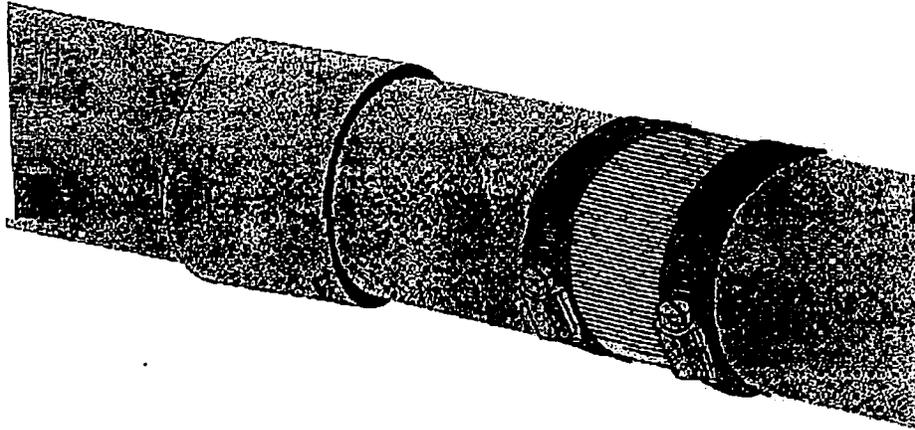


Figura 2.2.b. Insertar la espiga que tiene la abrazadera dentro de la junta de neopreno colocada en la otra espiga.

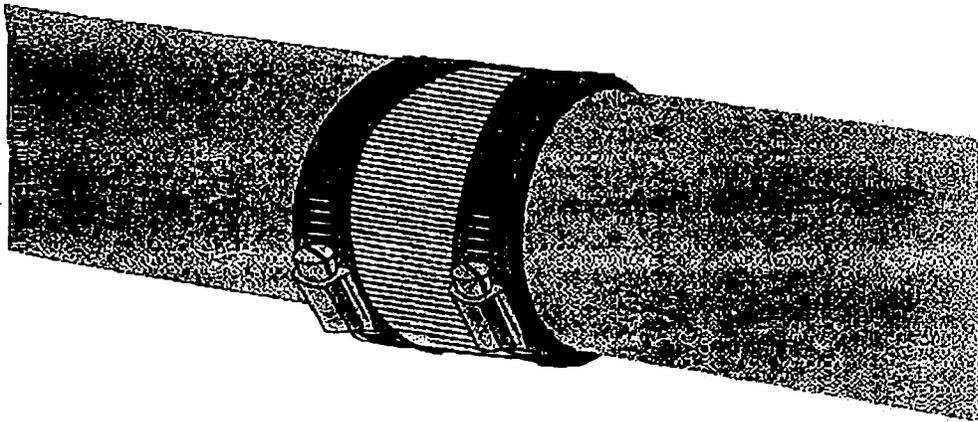


Figura 2.2.c. Deslizar la abrazadera sobre la junta de neopreno y apretar en forma alternada los tornillos sin fin (60 lb-pulg).

Figura 2.2. Tubería de acoplamiento rápido.

Cuadro 2.2. Características de los tubos de fierro fundido de acoplamiento rápido

| Diámetro nominal<br>mm<br>pulg | Diámetro interior<br>mm<br>pulg | Espesor nominal<br>mm<br>pulg | Longitud aprovechable<br>1.52 m<br>mm<br>pulg | Longitud aprovechable<br>3.05 m<br>mm<br>pulg | Peso aproximado<br>kg<br>1.52 m<br>3.05 m |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---|---|---|
| 51<br>2                        | 51<br>2                         | 60<br>3.35                    | 1524<br>60                                    | -   | 7.491<br>-                                |
| 102<br>4                       | 102<br>4                        | 111<br>4.38                   | 1524<br>60                                    | 3048<br>120                                   | 16.798<br>33.595                          |
| 152<br>6                       | 151<br>5.9                      | 160<br>6.30                   | 1524<br>60                                    | 3048<br>120                                   | 26.796<br>53.572                          |

## 2.2. Tuberías de PVC

El policloruro de vinilo (PVC) es un material plástico sintético, creado y producido por el hombre, clasificado dentro de los termoplásticos, materiales que arriba de cierta temperatura (70°C para el PVC) se convierten en una masa moldeable, a la que se le puede dar la forma deseada, y por debajo de esa temperatura se convierten en sólidos.

Entre los sistemas de acoplamiento que se han desarrollado para unir entre sí tubos de PVC destacan el cementado y el acoplamiento espiga campana con anillo de neopreno; este último tiene una mayor aplicación, debido a la rapidez y facilidad con la que se efectúa la operación y también porque funciona como junta de dilatación.

Las ventajas más importantes del uso de tuberías de PVC son:

1. Ligereza. El peso de un tubo de PVC es aproximadamente la mitad de un tubo de aluminio, y alrededor de una quinta parte de un tubo de acero galvanizado, de las mismas dimensiones.
2. Flexibilidad. Su mayor elasticidad con respecto a las tuberías tradicionales, representa una mayor flexibilidad, lo cual permite un comportamiento mejor frente a éstas.
3. Paredes lisas. Con respecto a las tuberías tradicionales, esta característica representa un mayor caudal transportable a igual diámetro, debido a su bajo coeficiente de fricción; además, la sección de paso se mantiene constante a través del tiempo, ya que la lisura de su pared no propicia incrustaciones, ni tuberculizaciones.
4. Resistencia a la corrosión. Las tuberías de PVC son inmunes a los tipos de corrosión que normalmente afectan a los sistemas de tuberías para drenaje. Puesto que el PVC es un material no conductor, no se producen efectos electroquímicos en la instalación. En consecuencia, las tuberías de PVC no requieren recubrimientos, ni forros.
5. Resistencia química. Debido a su gran resistencia a la corrosión y a productos químicos, son recomendadas para instalaciones enterradas,

conducción de aguas residuales y productos industriales. En cuanto a sus propiedades químicas el PVC es imputrescible, insensible a numerosos agentes químicos, ácidos, bases, sales, salvo al ácido nítrico y al acético concentrados, así como al bromo. Se debe evitar su contacto con: aldehídos, éteres, gas de petróleo y bencina.

6. Atóxicas. Además de no ser tóxicas, tampoco alteran el olor ni el sabor del agua, por lo que son apropiadas para la conducción de agua potable y otros productos alimenticios.

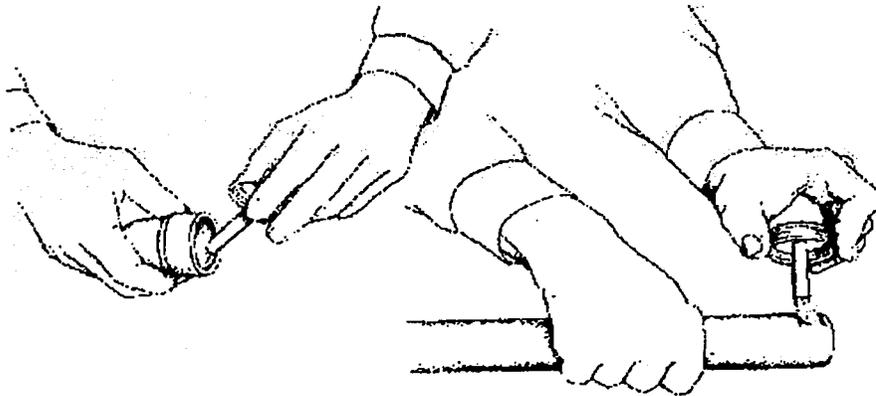
Las limitaciones de las tuberías de PVC son:

1. A temperaturas inferiores a 0°C el PVC reduce su resistencia al impacto.
2. La tubería de PVC no debe quedar expuesta por periodos prolongados a los rayos del sol, porque estos pueden afectar ciertas propiedades mecánicas de la tubería.
3. Las tuberías de PVC fácilmente pueden sufrir raspaduras.

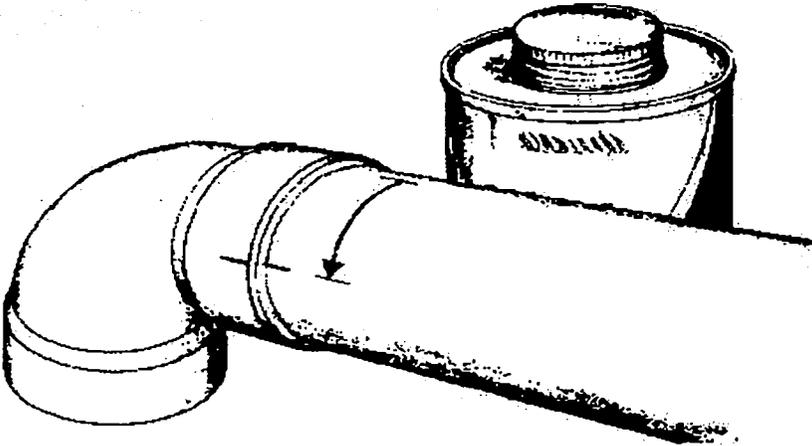
### **Uniones de tubos de PVC**

#### **Unión espiga campana con anillo de neopreno**

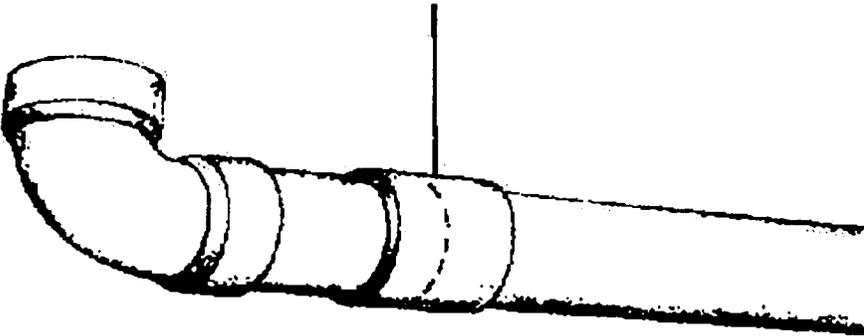
El anillo de empaque se introduce en la ranura del cople, la cual debe limpiarse previamente.



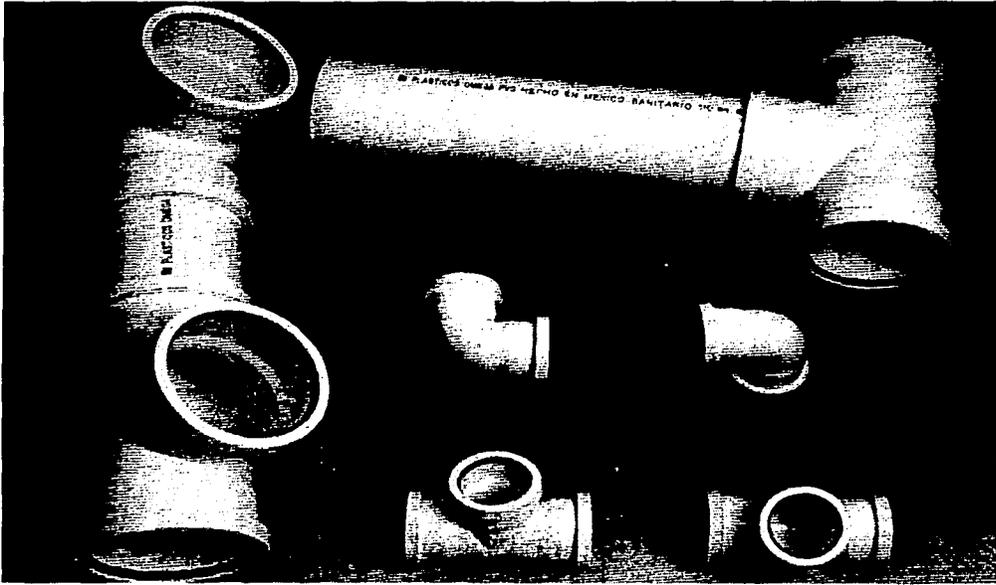
Sobre el extremo del tubo que se introduce al cople se aplica un lubricante, el cual proporciona una rápida y segura inserción del tubo. En caso de no contar con lubricante se puede utilizar jabón de lejía disuelto en agua. No debe usarse detergente en lugar de jabón.



Se introduce el tubo al cople con un movimiento giratorio.



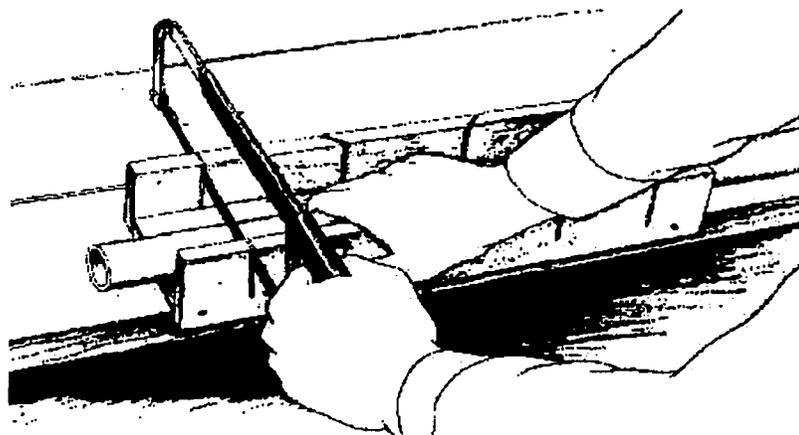
El tubo sólo debe introducirse hasta donde se encuentre marcado en el extremo por el fabricante. En caso de cortar el tubo en obra, es necesario limar el tubo para obtener un chaflán. En este caso se debe cuidar no introducir el tubo hasta el tope del cople, sino hasta las dos terceras partes.



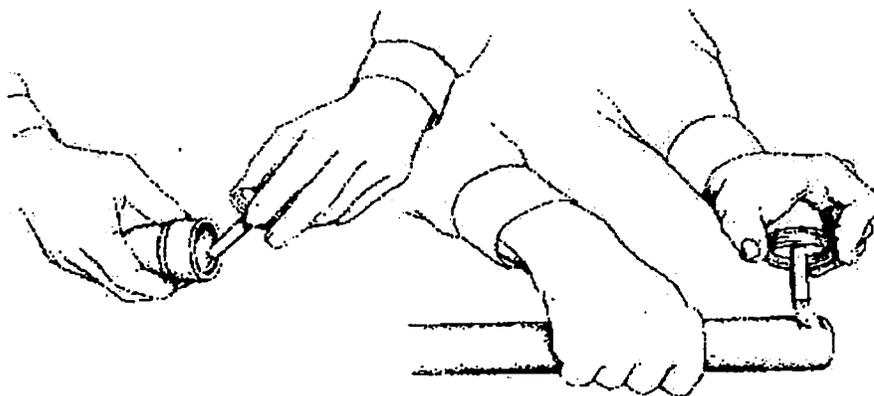
Piezas especiales de la tubería de PVC con unión espiga-campana

Figura 2.3. Unión espiga campana.

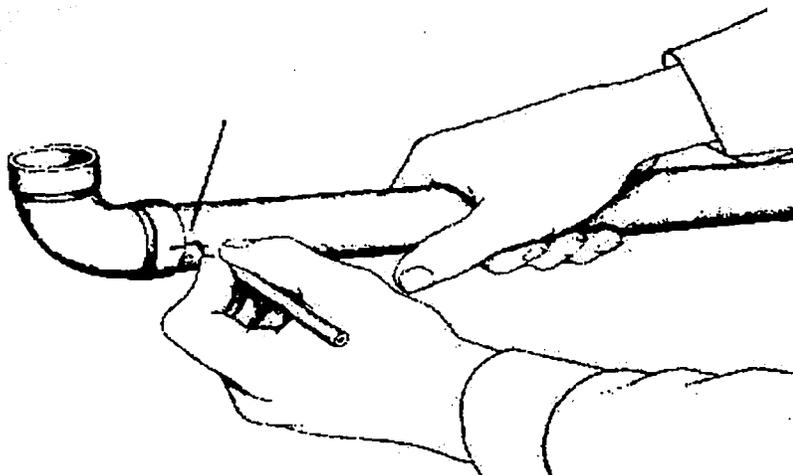
### Unión cementada



Se corta la tubería con una següeta. Debe procurarse que el corte sea recto para evitar que entre el tubo y el tope que tiene la conexión, se forme una ranura donde podrían acumularse impurezas. Se quita la rebaba formando un pequeño chaflán usando una lija, lima o algún instrumento cortante. Los extremos de los tubos, así como la parte interior de la conexión deben limpiarse con sumo cuidado, empleando un paño limpio o papel absorbente. Una vez preparada la superficie a cementar debe cuidarse que no se contamine con sustancias grasosas o húmedas.



Se aplica el cementante con una brocha de cerdas naturales, tanto en el extremo del tubo como en el interior de la conexión.



Se inserta el tubo hasta el tope de la conexión sin dar vuelta, se limpia el exceso del cementante. La unión no debe sufrir ningún esfuerzo por un lapso de cinco minutos aproximadamente. La máxima dureza de la conexión se logra aproximadamente a las cuarenta horas de realizada la unión.

Figura 2.4. Unión cementada.

Cuadro 2.3. Características de tubos de PVC

Tubo hidráulico de PVC serie métrica

| Diámetro nominal mm | Diámetro exterior mm | Espesores promedio (e) y diámetros interiores promedio (d) en mm |       |         |       |          |       |          |       |          |       |
|---------------------|----------------------|--|-------|---------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
|                     |                      | Clase 5  |       | Clase 7 |       | Clase 10 |       | Clase 14 |       | Clase 20 |       |
|                     |                      | e  | d     | e       | d     | e        | d     | E        | d     | e        | d     |
| 50                  | 50                   |  |       |         |       | 2.0      | 46.1  | 2.6      | 44.9  | 3.7      | 42.7  |
| 63                  | 63                   |  |       | 1.7     | 59.7  | 2.4      | 58.3  | 3.3      | 56.5  | 4.5      | 54.1  |
| 80                  | 80                   | 1.7  | 76.8  | 2.2     | 75.8  | 3.1      | 74.0  | 4.1      | 72.0  | 5.8      | 68.6  |
| 100                 | 100                  | 2.0  | 96.2  | 2.7     | 94.8  | 3.8      | 92.6  | 5.2      | 89.8  | 7.2      | 85.8  |
| 160                 | 160                  | 3.1  | 154.0 | 4.2     | 151.8 | 5.9      | 148.4 | 8.1      | 144.0 | 11.4     | 137.4 |
| 200                 | 200                  | 3.8  | 192.6 | 5.3     | 189.6 | 7.4      | 185.4 | 10.1     | 180.0 | 14.1     | 172.0 |
| 250                 | 250                  | 4.7  | 240.9 | 6.5     | 237.3 | 9.2      | 231.9 | 12.6     | 225.1 | 17.7     | 214.9 |
| 315                 | 315                  | 6.0  | 303.3 | 8.2     | 298.9 | 11.6     | 292.1 | 15.9     | 283.5 | 22.3     | 270.7 |
| 355                 | 355                  | 6.6  | 342.4 | 9.3     | 337.0 | 12.9     | 329.8 | 17.9     | 319.8 | 25.0     | 305.6 |
| 400                 | 400                  | 7.5  | 385.6 | 10.4    | 379.8 | 14.6     | 371.4 | 20.1     | 360.4 | 28.1     | 344.4 |
| 450                 | 450                  | 8.4  | 433.9 | 11.7    | 427.3 | 16.4     | 417.9 | 22.6     | 405.5 | 31.6     | 387.5 |
| 500                 | 500                  | 9.4  | 482.0 | 12.9    | 475.0 | 18.2     | 464.4 | 25.1     | 450.6 | 35.1     | 430.6 |
| 630                 | 630                  | 11.7   | 607.4 | 16.3    | 598.4 | 22.9     | 585.2 | 31.6     | 567.8 | 44.1     | 542.8 |

El número de clase corresponde a la presión máxima de trabajo en kg/cm<sup>2</sup>.  
Los tubos se fabrican en tramos con largo útil de 6 m, con uno de sus extremos acampanados.

Tubo hidráulico de PVC serie inglesa

| Diámetro nominal mm                          | Diámetro exterior promedio mm | Espesores promedio (e) y diámetros interiores promedio (d) en mm |       |         |       |       |       |         |      |
|--|-------------------------------|--|-------|---------|-------|-------|-------|---------|------|
|  |                               | RD-41  |       | RD-32.5 |       | RD-26 |       | RD-13.5 |      |
|  |                               | e  | d     | e       | d     | E     | D     | e       | d    |
| 13   | 21.3                          |  |       |         |       |       |       | 1.9     | 17.5 |
| 19   | 26.7                          |  |       |         |       |       |       | 2.3     | 22.1 |
| 25   | 33.4                          |  |       |         |       | 1.8   | 29.8  | 2.8     | 27.8 |
| 32   | 42.2                          |  |       |         |       | 1.9   | 38.4  | 3.4     | 35.4 |
| 38   | 48.3                          |  |       | 1.8     | 44.7  | 2.2   | 43.9  | 3.9     | 40.5 |
| 50   | 60.3                          | 1.8  | 56.7  | 2.2     | 55.9  | 2.5   | 55.1  | 4.8     | 50.7 |
| 60   | 73.0                          | 2.1  | 68.8  | 2.5     | 68.0  | 3.1   | 66.8  |         |      |
| 75   | 88.9                          | 2.5  | 83.9  | 3.0     | 82.9  | 3.7   | 81.5  |         |      |
| 100  | 114.3                         | 3.1  | 108.1 | 3.8     | 106.7 | 4.7   | 104.9 |         |      |
| 150  | 168.3                         | 4.4  | 159.5 | 5.5     | 157.3 | 6.9   | 154.5 |         |      |
| 200  | 219.1                         | 5.6  | 207.9 | 7.1     | 204.9 | 8.9   | 201.3 |         |      |
| Presión máxima de trabajo kg/cm <sup>2</sup> |                               | 7.1  |       | 8.7     |       | 11.2  |       | 22.4    |      |

Los tubos se suministran en tramos con largo útil de 6 m con extremos lisos para unión cementada y con una campana en uno de sus extremos para unión espiga-campana.

### 2.3. Tuberías de cobre

Las tuberías de cobre son fabricadas por extrusión y estiradas en frío. Su fabricación por extrusión, permite tubos de una sola pieza, sin costura y de paredes lisas y tersas, asegura la resistencia a la presión y un mínimo de pérdidas debidas a la fricción en la conducción del agua. Existen en el mercado dos tipos de temple en las tuberías de cobre:

- a) Temple rígido.
- b) Temple flexible.

Las tuberías para la instalación de evacuación de aguas residuales deben de ser de temple rígido y cumplir con la Norma NOM -W-17-1981; el temple flexible se utiliza en instalaciones de gas domiciliarias.

Las tuberías rígidas de cobre se fabrican en cuatro tipos: M, L, K y DWV.

La tubería DWV (drain waste and vent) se recomienda usarla en las instalaciones sanitarias y de ventilación en donde no existen presiones internas en el servicio. Su color de identificación es el amarillo y se fabrica en diámetros nominales de 32 a 125 mm (Tabla 2.4.).

Las ventajas de utilizar una tubería de cobre son las siguientes:

1. Resistencia a la corrosión. El cobre en contacto con el aire queda recubierto con una finísima capa de óxido que lo protege impidiendo que continúe la oxidación, asegurando así una larga vida útil de la instalación.
2. Menores pérdidas debidas a la fricción. Se fabrica sin costura y su interior es liso admitiendo menores pérdidas de fricción.

3. Facilidad de unión. El sistema de unión por soldadura capilar permite efectuar con rapidez y seguridad las conexiones de la tubería.
4. Maniobrabilidad. La sencillez del proceso para cortar el tubo y ejecutar las uniones, así como la ligereza del material, permiten la prefabricación de gran parte de las instalaciones, obteniéndose rapidez y calidad en el trabajo.

Los diámetros presentados en el cuadro son nominales, para conocer el diámetro exterior correspondiente se debe aumentar 1/8 de pulgada al diámetro nominal, y si se quiere conocer el diámetro interior bastará con restar dos veces el espesor de la pared correspondiente.

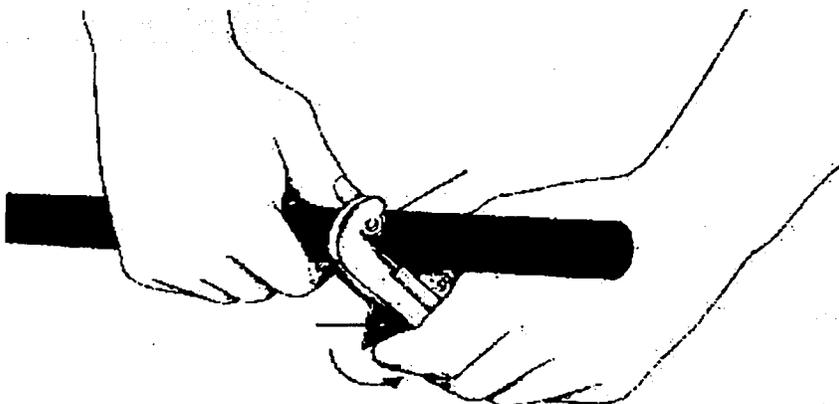
Cuadro 2.4. Diámetros y características de los tubos de cobre tipo DWV

| Medida nominal<br>pulg<br>mm | Diámetro exterior<br>pulg<br>mm | Diámetro interior<br>pulg<br>mm | Grueso pared<br>pulg<br>mm | Peso<br>lb por pie<br>kg por m | Peso<br>por tramo<br>lb<br>kg |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 1 1/2<br>32                  | 1.375<br>34.925                 | 1.295<br>32.893                 | 0.040<br>1.016             | 0.651<br>0.969                 | 13.022<br>5.912               |
| 1 3/8<br>38                  | 1.625<br>41.275                 | 1.541<br>39.141                 | 0.042<br>1.067             | 0.810<br>1.206                 | 16.213<br>7.361               |
| 2<br>51                      | 2.125<br>53.975                 | 2.041<br>51.841                 | 0.042<br>1.067             | 1.066<br>1.587                 | 21.335<br>9.686               |
| 3<br>76                      | 3.125<br>79.375                 | 3.035<br>77.089                 | 0.045<br>1.143             | 1.690<br>2.515                 | 33.801<br>15.346              |
| 4<br>102                     | 4.125<br>104.775                | 4.009<br>101.829                | 0.058<br>1.473             | 2.876<br>4.281                 | 57.528<br>26.118              |
| 5<br>127                     | 5.125<br>130.175                | 4.981<br>126.517                | 0.072<br>1.829             | 4.436<br>6.603                 | 88.729<br>40.283              |

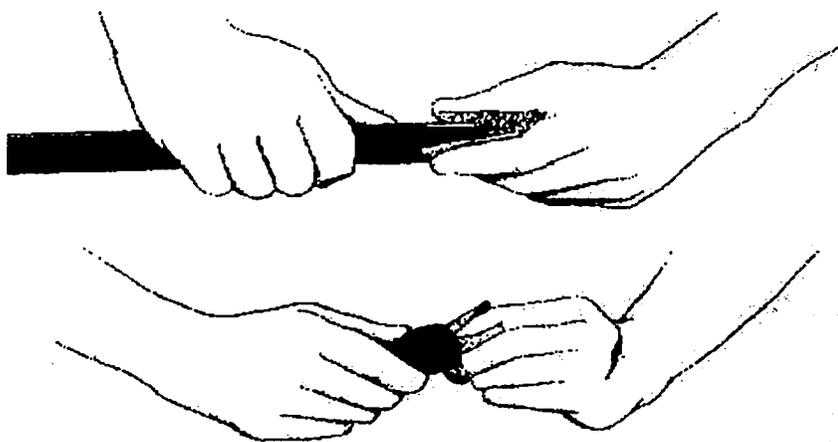
#### Sistemas de unión de tubos de cobre

El proceso de unión de las tuberías de cobre DWV, se realiza mediante la soldadura capilar. Las herramientas que se utilizan en este proceso son un soplete de gasolina o de gas y un cortatubos o segueta. Los materiales necesarios son gasolina blanca o gas L.P., pasta para soldar, lija para esmeril y soldadura. La soldadura puede ser No.50 (50% plomo y 50% estaño, con una temperatura de fusión de 183°C) o No.95 (95% estaño y 5% plata, con una temperatura de fusión de 230°C).

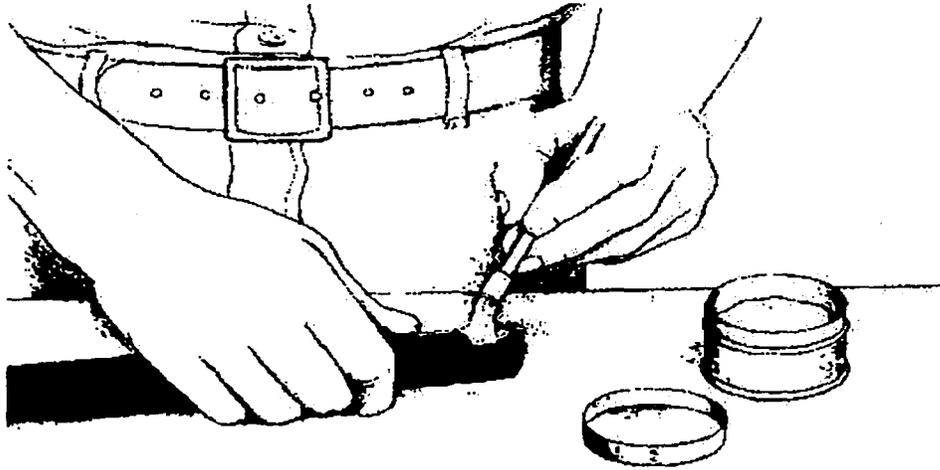
Las soldaduras se fabrican en forma de cordón de 3mm de grueso, en carretes de 450g. Se aplican con un fundente especial no corrosivo, que protege a los metales de la oxidación dando así paso libre por capilaridad al fluido de soldadura, que penetrará cuando el calor haya sido suficiente, en la Figura 2.5. se muestra este sistema de unión.



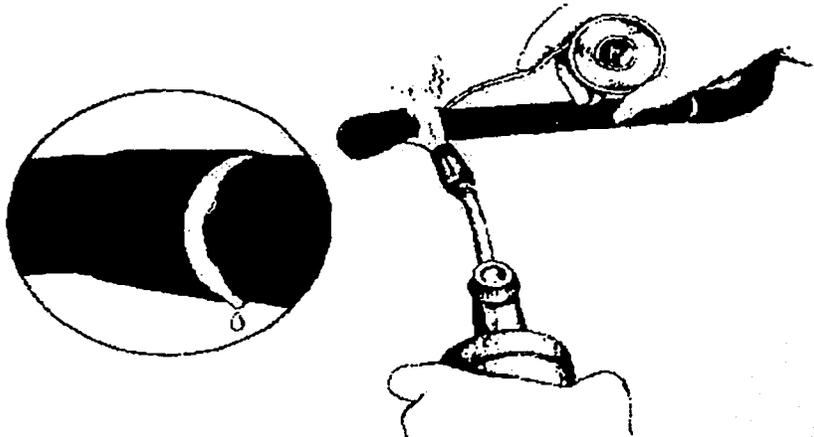
Corte del tubo.



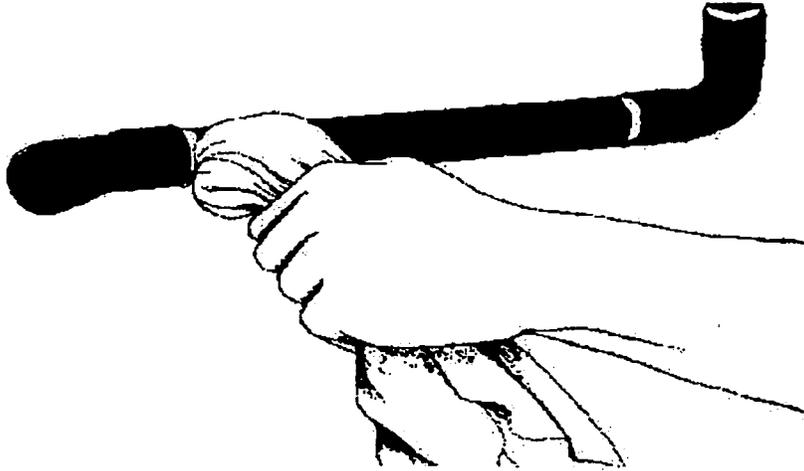
Lijado del tubo.



Colocación de la pasta para soldar.



Aplicación de la soldadura.



Limpieza y enfriamiento.

Figura 2.5. Sistema de soldadura capilar.

#### **2.4. Estructuras conexas o especiales**

Unida a la instalación de evacuación de aguas residuales debe existir una red de ventilación que sirve para garantizar que la instalación trabaje a gravedad y evitar que los malos olores penetren en la edificación, de esta red se hablará más en los capítulos posteriores, en la Figura 2.6. se muestra una red de ventilación.

Además, como se mencionó en el Capítulo 1, para evacuar el agua y con fines de mantenimiento, deben construirse registros a cada 10 m de longitud de albañal, en los cambios de dirección y previo al límite del predio para realizar la conexión al alcantarillado municipal.

En caso de ser necesario, debido al desnivel entre el alcantarillado municipal y la instalación de aguas residuales, se debe operar un sistema de bombeo de aguas residuales, que se explicará en el Capítulo 5.

Si la edificación descarga aguas residuales con alto contenido de grasas deberá instalarse un interceptor de grasas que disminuye su concentración antes de vertirse a la red municipal.

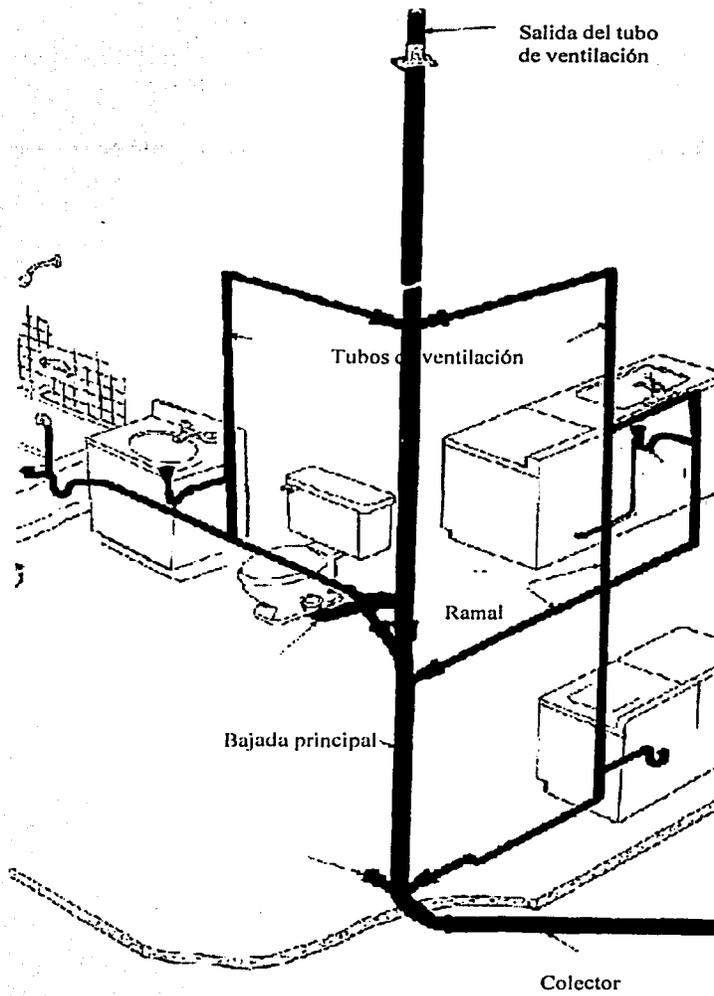


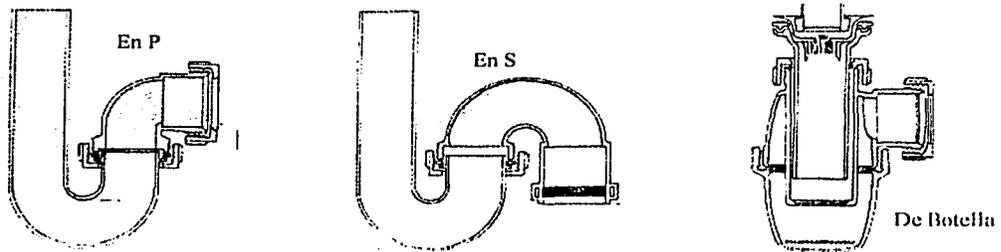
Figura 2.6. Red de ventilación.

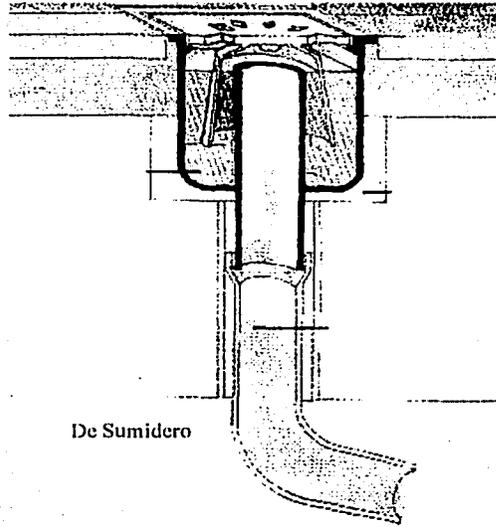
## 2.5. Dispositivos

Los dispositivos que se utilizan en esta instalación son los sifones o también llamados sellos hidráulicos. Existe un sifón en cada mueble o aparato sanitario.

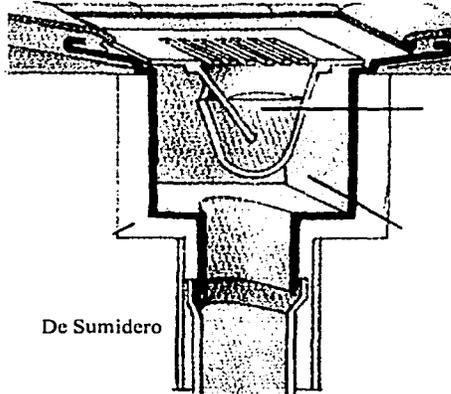
El sifón es un dispositivo que tiene por objeto evitar que pasen al interior de la edificación los olores procedentes de la red de evacuación, al mismo tiempo que permite el paso de las materias sólidas suspendidas en el agua, sin que queden retenidas o se depositen obstruyendo el sifón. El dispositivo consiste en crear un tapón de agua, llamado cierre hidráulico, entre un mueble o aparato sanitario y el ramal de la red. Cualquier tipo de sifón debe estar provisto de una tapa o tapón de inspección y purga, colocado convenientemente y jamás se colocará en un sitio inaccesible, y menos aún empotrado en la pared.

Existen diferentes tipos de sifones como puede observarse en la Figura 2.7. Los sifones en P, en S y de botella, se colocan directamente a la salida del desagüe de los muebles y aparatos (lavabos, bidés, fregaderos); los sifones de pavimento o bote sifónico con tapa ciega y bote sifónico con tapa sumidero, sirven para los aparatos que tienen la salida del desagüe situada muy abajo (bañeras, duchas, urinarios de pie); los sifones sumidero, sirven para aguas de lluvia o aguas sucias vertidas en el pavimento (patios, garajes); y por último los propios del aparato, como en los casos de retretes, vertederos y urinarios suspendidos que tienen el sifón colocado en el interior del mismo aparato.

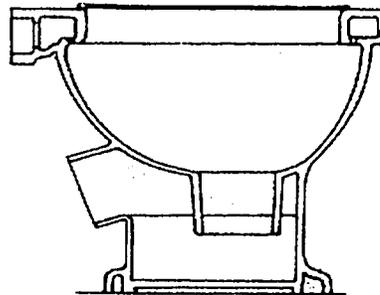
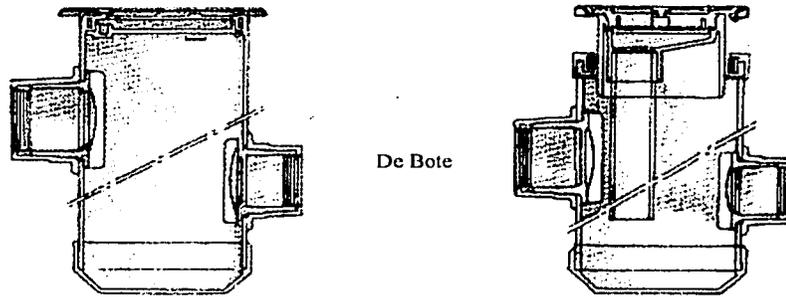




De Sumidero



De Sumidero



Interno al aparato

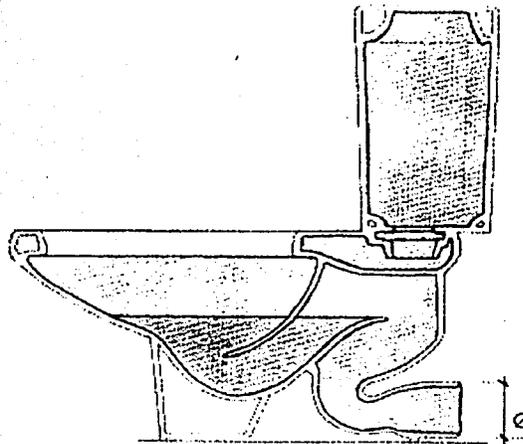


Figura 2.7. Tipos de sifones.

Se recomienda no instalar dos sifones en serie, por ejemplo uno en el lavabo y posteriormente un bote sifónico, o bien después de aparatos que cuentan con sifón interior; si se conducen sus desagües a un bote sifónico, la columna de

agua comprendida entre los dos sifones dificulta e incluso impide la correcta descarga de los aparatos.

Los muebles sanitarios comunes son: lavabo, bidet, tina, regadera, fregadero, lavadero, urinario, lavadora y excusado.

### **CAPITULO 3**

## **CAUSAS, EFECTOS Y CONTROL DEL FENÓMENO DE SIFONAMIENTO**

El sifonamiento es el fenómeno ocasionado por una diferencia entre la presión existente en el interior de la tubería y la presión atmosférica, que podría provocar la pérdida del cierre hidráulico del sifón en algún mueble o aparato de la instalación sanitaria.

Para controlar los fenómenos de sifonamiento la instalación debe contar con una red de ventilación que impida que se produzcan en los sifones sobrepresiones o subpresiones.

### **3.1. Fenómenos que se presentan en la instalación sanitaria**

Los problemas más comunes que podrían provocar que el cierre hidráulico se perdiera en la instalación sanitaria son:

- a) Sifonamiento por compresión.
  - b) Sifonamiento por aspiración.
  - c) Autosifonamiento.
  - d) Evaporación.
  - e) Capilaridad.
- a) El sifonamiento por compresión, conocido también como circulación inversa de aire, ilustrado en la Figura 3.1, se produce cuando se descarga agua de algún mueble localizado en un piso alto de la edificación, circunstancia que propicia la formación de un pistón hidráulico que comprime al aire que se encuentra en los tramos de tubería de los pisos inferiores. Esto da lugar a que, en los muebles situados más abajo del que descargó, se produzca una presión mayor a la atmosférica, que pudiera llegar a empujar el agua del sifón al interior del aparato, perdiendo el cierre hidráulico, que ocasionaría la presencia de olores en el interior del cuarto de baño.

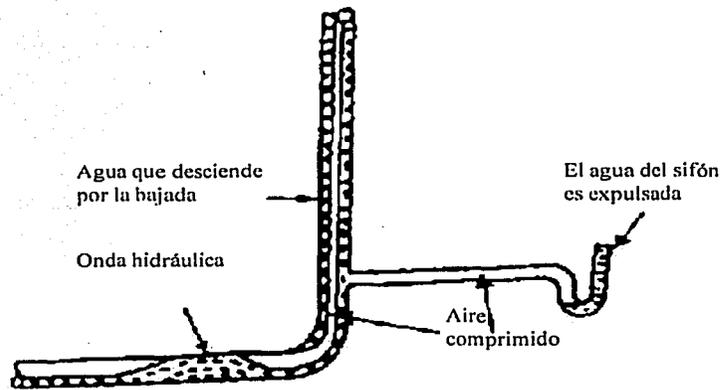


Figura 3.1. Sifonamiento por compresión.

- b) El sifonamiento por aspiración, conocido también como sifonaje inducido, ilustrado en la Figura 3.2, ocurre cuando se descarga un mueble de un piso inferior de la edificación, circunstancia que propicia la formación de un pistón hidráulico que tiende a succionar el aire que queda en los tubos de los pisos superiores, dando lugar a que en los muebles situados más arriba se produzca una presión menor a la atmosférica, que podría succionar el agua del sifón perdiendo así el cierre hidráulico.

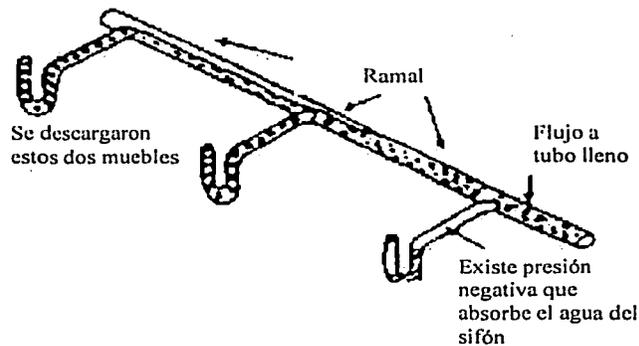


Figura 3.2. Sifonamiento por aspiración.

- c) El autosifonamiento mostrado en la Figura 3.3 es provocado cuando el agua descargada en el ramal horizontal fluye a tubo lleno y evita que se forme una presión positiva en el lado de la tubería, situación que dura hasta que se ha vaciado totalmente el sifón.

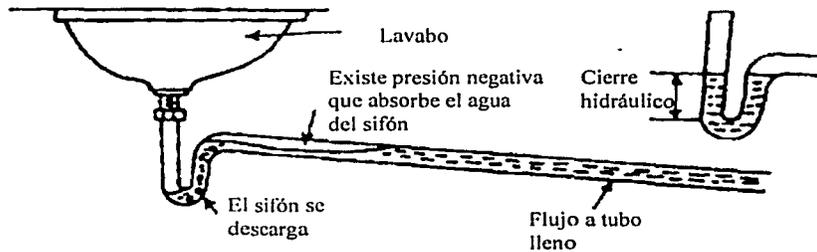


Figura 3.3 Autosifonamiento.

- d) La evaporación es una de las causas de la ineficacia de los sifones. Se convierte en un problema cuando no se usan los muebles y aparatos por mucho tiempo, por lo que no circula el agua por tuberías y sifones. Se puede considerar de modo aproximado que es suficiente un mes para que en un sifón tipo P o S inactivo se evaporen  $5 \text{ cm}^3$  de agua, dos meses si es tipo botella y cuatro para los demás.
- e) El sifón no funciona como cierre hidráulico cuando existen materias filamentosas absorbentes que quedan casualmente montadas al dorso de la curva interna del sifón, las cuales por capilaridad absorben y descargan el agua del sifón. Este fenómeno se muestra en la Figura 3.4.

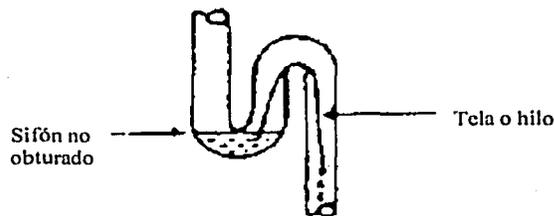


Figura 3.4. Capilaridad en sifones.

### **3.2. Medidas o métodos para evitar los fenómenos de sifonamiento**

Para controlar los fenómenos antes mencionados la instalación de evacuación de aguas residuales debe contar con una adecuada red de ventilación. La red de ventilación está formada por una serie de tuberías que acometen a la red de evacuación cerca de los sifones, estableciendo una comunicación con el aire exterior. Constan de derivaciones que salen de los aparatos y se enlazan a las columnas de ventilación; es importante esta red ya que si es insuficiente, provoca la comunicación del aire interior de las tuberías de evacuación con el interior de los locales sanitarios, con el consiguiente olor fétido y contaminación del aire.

Las derivaciones deben tener una p pendiente contraria a la dirección del flujo de agua, tal que permita escurrir el agua que pudiera condensarse en los tubos ventiladores y descargar en los tubos de desagüe. Las columnas deben ser del mismo diámetro en toda la altura. En su extremo inferior se enlazan con los colectores de la red de evacuación para eliminar el agua proveniente de la condensación. En la parte alta se unen con las columnas de descarga por arriba del aparato más alto, o bien se prolongan hasta atravesar la azotea y salir al exterior.

Si se trata de un edificio muy alto, los enlaces de la columna de ventilación y de la descarga no deben limitarse al inferior y al superior sino que deben hacerse otros intermedios, pues al descargar los aparatos en columnas altas, se producen, en distintas cotas de la columna, diversos casos de sobrepresión o depresión y los enlaces restablecen el equilibrio.

Hay dos tipos de sistemas de ventilación:

- a) Simple o individual.
- b) Colectiva.

El sistema de ventilación simple consiste en que cada sifón se ventila directamente. Es muy satisfactorio y resulta eficaz, tanto para el sifonamiento por compresión como para el autosifonamiento.

El sistema de ventilación colectiva sólo puede instalarse donde hay varios aparatos en serie, enlazándose cada colector de derivación por su extremo con la columna de derivación. El sistema puede resultar inútil contra el autosifonamiento si la derivación de descarga de un aparato es muy larga y de poca sección.

Cuando no existe una adecuada red de ventilación, los sifones p ueden producir ruidos, ya que por las aspiraciones producen una especie de ronquido y las compresiones originan gargoteos. Aunque también se pueden deber a una velocidad excesiva en la corriente de los residuos.

## **CAPITULO 4**

### **DISEÑO DE LA INSTALACION DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

La instalación de evacuación de aguas residuales está constituida por la red de evacuación propiamente dicha y la red de ventilación.

La red de evacuación puede ser de dos tipos:

1. Unitaria o combinada, que consiste en recoger las aguas de lluvia y residuales en la misma red.
2. Separada que consiste en construir dos redes independientes, una para aguas de lluvia y otra para aguas residuales.

En virtud de que cuando llueve los tubos trabajan llenos en la red combinada, no se logra la correcta ventilación y los sifones pueden descargarse. Debido a esta circunstancia, es más recomendable la red separada; además se puede aprovechar el agua de lluvia para riego, lavado de pisos, autos, etc., que se traduciría en un ahorro de agua potable.

#### **4.1. Diseño de la instalación de evacuación de aguas residuales**

El diseño de la red de evacuación de las aguas residuales de un edificio se hace fundamentalmente partiendo de datos empíricos, ya que un cálculo riguroso, aparte de su complejidad, no proporciona resultados prácticos dado que se dispone de unos diámetros comerciales, con una amplitud tan grande de unos a otros, que se anula la exactitud de un cálculo escrupulosamente matemático.

Siguiendo un criterio razonado y metódico, se puede llegar a un cálculo satisfactorio.

Tratándose de fraccionamientos habitacionales, las Normas Técnicas Complementarias del RCDF estipulan que cuando se consideren poblaciones de proyecto de hasta 1000 habitantes, se utilizará el método de unidades mueble de gasto y cuando la población sea mayor de 1000 habitantes se diseñará utilizando el método de Harmon.

#### **Método de unidades mueble de gasto**

Para el cálculo de los gastos vertidos por cada mueble sanitario, se adopta una unidad básica llamada unidad de descarga o unidad mueble de gasto, que engloba el doble concepto de gasto y simultaneidad.

Para fines de diseño las instalaciones se clasifican en tres clases:

- 1ª. Uso privado. Departamentos, baños privados de hoteles y similares, destinadas al uso por un individuo o una familia.

2ª. Uso semipúblico. Oficinas, fábricas, ministerios, etc., instalaciones utilizadas por el número limitado de personas que ocupan el edificio.

3ª. Uso público. Baños públicos en estaciones de ferrocarril, de autobuses, escuelas, cuarteles, etc., en donde no hay limitaciones de personas ni del número de usos.

Puede asignarse un número de unidades de descarga a cada aparato sanitario, que es distinto para cada clase de instalación, debido a la frecuencia de uso del mismo.

La unidad de descarga sirve para estimar los gastos de los distintos aparatos sanitarios. Se ha establecido igual a 28 litros por minuto, que es aproximadamente el valor de la descarga de un lavabo de uso privado. El Cuadro 4.1 presenta las unidades de descarga para cada mueble según la clase de instalación.

Cuadro 4.1 Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones y sifones de descarga

| Clase de aparato  | Unidad de descarga |    |    | Diámetro mínimo del sifón y de la derivación, en mm. |    |    |
|---|--------------------|----|----|--|----|----|
|   | Clase              |    |    | Clase  |    |    |
|   | 1ª                 | 2ª | 3ª | 1ª   | 2ª | 3ª |
| Lavabo  | 1                  | 2  | 3  | 35   | 35 | 35 |
| W.C.  | 4                  | 5  | 6  | 80   | 80 | 80 |
| Tina  | 3                  | 4  | 4  | 40   | 50 | 50 |
| Cuarto de baño completo                                   | 7                  | 2  | 2  | 80   | 80 | 80 |
| Ducha   | 2                  | 3  | 3  | 40   | 50 | 50 |
| Urinario suspendido                                       | 2                  | 2  | 2  | 40   | 40 | 40 |
| Urinario vertical   | 2                  | 4  | 4  | 40   | 50 | 50 |
| Fregadero en viviendas                                    | 3                  | 4  | 4  | 40   | 50 | 50 |
| Fregadero restaurante                                     |                    |    |    |  |    |    |
| Vajilla   | 3                  | 8  | 8  | 40   | 80 | 80 |
| Alimentos   | 3                  | 6  | 6  | 40   | 50 | 50 |
| Lavadero  |                    |    |    |  |    |    |
| Ropa  | 3                  | 3  | 6  | 40   | 40 | 50 |
| Laboratorio   | 2                  | 3  | 6  | 40   | 40 | 50 |
| Vertedero   | 8                  | 2  | 6  | 100  | 40 | 50 |
| Fuente de beber   | 1                  | 1  | 1  | 35   | 35 | 35 |
| Recolección de agua de lluvia                             |                    |    |    |  |    |    |
| a) Intensidad máxima: 17 cm/hora, cada 17 m <sup>2</sup>  | 1                  | 3  | 3  | 50   | 50 | 50 |
| b) Intensidad máxima: 20 cm/hora, cada 8.5 m <sup>2</sup> | 1                  | 3  | 3  | 50   | 50 | 50 |

### Diseño de derivaciones

Las derivaciones se calculan sumando todas las unidades de descarga que desalojará la derivación, en función de la pendiente con la que está instalada. El Cuadro 4.2 presenta la capacidad de las derivaciones para conducir unidades de descarga según su diámetro y pendiente de instalación.

Cuadro 4.2 Unidades de descarga y diámetro en derivaciones según su pendiente

| Diámetro de la derivación en sistema de colector (mm) | Máximo número de unidades de descarga |      |       |
|---|---------------------------------------|------|-------|
|   | Pendiente                             |      |       |
|   | 1%                                    | 2%   | 4%    |
| 35  | 1                                     | 1    | 1     |
| 40  | 2                                     | 2    | 2     |
| 50  | 5                                     | 6    | 8     |
| 70 (sin WC)   | 12                                    | 15   | 18    |
| 80 (sin WC)   | 24                                    | 27   | 36    |
| 80 (sin mas de 2 WC)                                  | 12                                    | 18   | 21    |
| 100   | 84                                    | 96   | 114   |
| 125   | 180                                   | 234  | 280   |
| 150   | 330                                   | 440  | 580   |
| 200   | 870                                   | 1150 | 1680  |
| 250   | 1740                                  | 2500 | 3600  |
| 300   | 3000                                  | 4200 | 6500  |
| 350   | 6000                                  | 8500 | 13500 |

El diámetro mínimo de una derivación que colecta la descarga de 2 WC es 80 mm.

Para derivaciones con ángulos de 45° o mayores, el diámetro se calcula como para columnas verticales.

### Diseño de columnas

Para calcular el diámetro de las bajantes se requiere conocer el gasto, en unidades de descarga, de todos los aparatos que se vierten en la columna.

Las tablas que dan el diámetro deben tener en cuenta tres factores:

1. Número total de unidades de descarga recogidas en la columna.
2. Número de unidades de descarga que en cada planta vierten a la columna.
3. Altura de la columna.

El total de unidades de descarga por planta tiene un límite para cada diámetro, pues la capacidad de descarga de la columna debe estar repartida a lo largo de aquélla, y una concentración excesiva en una planta produciría insuficiencia del diámetro de la columna en el punto en que se conecta la derivación.

La altura de la columna influye también en el diámetro adoptado. Cuanto mayor es, más resistencia a fluir encuentra el aire aspirado, por el efecto de émbolo que produce el agua descargada en la columna, y más fácil es que se

produzca sifonamiento en los aparatos. Por esto para una altura grande hay que aumentar el diámetro para facilitar el flujo del aire.

En cuanto a la velocidad de caída del agua, no alcanza valores excesivos, debido a las resistencias por rozamiento. El agua adquiere su velocidad máxima a una distancia relativamente corta del punto de partida y después ya no aumenta; por lo tanto, la altura de la columna influye poco en esa velocidad.

Cuadro 4.3 Diámetros en columnas de aguas residuales

| Diámetro de la columna<br>mm | Columnas de aguas residuales |                    |                               |
|------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------|
|                              | Máximo número de unidades    |                    | Longitud máxima de la columna |
|                              | Por planta                   | En toda la columna |                               |
| 40                           | 3                            | 8                  | 18                            |
| 50                           | 8                            | 18                 | 27                            |
| 70                           | 20                           | 36                 | 31                            |
| 80                           | 45                           | 72                 | 64                            |
| 100                          | 190                          | 384                | 91                            |
| 125                          | 350                          | 1020               | 119                           |
| 150                          | 540                          | 2070               | 153                           |
| 200                          | 1200                         | 5400               | 225                           |

El diámetro mínimo de columna donde descarguen WC es 80 mm.

La tabla supone columnas empotradas. Si van al descubierta, conviene emplear el diámetro superior inmediato.

### Diseño de colectores

Las tablas que dan el diámetro de los colectores toman en cuenta el número de unidades de descarga colectadas y la pendiente del tubo.

El diámetro del colector no será nunca menor al de la columna de mayor diámetro cuyo caudal recoja.

Cuadro 4.4 Diámetros en colectores de aguas residuales

| Diámetro del colector<br>mm | Colectores de aguas residuales        |      |      |
|-----------------------------|---------------------------------------|------|------|
|                             | Máximo número de unidades de descarga |      |      |
|                             | Pendiente                             |      |      |
|                             | 1%                                    | 2%   | 4%   |
| 35                          | 1                                     | 1    | 1    |
| 40                          | 2                                     | 2    | 3    |
| 50                          | 7                                     | 9    | 12   |
| 70                          | 17                                    | 21   | 27   |
| 80                          | 27                                    | 36   | 48   |
| 100                         | 114                                   | 150  | 210  |
| 125                         | 270                                   | 370  | 540  |
| 150                         | 510                                   | 720  | 1050 |
| 200                         | 1290                                  | 1860 | 2640 |
| 250                         | 2520                                  | 3600 | 5250 |
| 300                         | 4390                                  | 6300 | 9300 |

Diámetro mínimo para colectores.  
 Con descarga de 1 WC 80 mm.  
 Con descarga de más de 2 WC 100 mm.

**Colectores mixtos**

Son aquellos que reciben las descargas tanto de las aguas procedentes de la instalación sanitaria como las pluviales. No es aconsejable conectar la s columnas de los aparatos sanitarios y las pluviales en una red única horizontal de colectores, pero debido a que por razones económicas este sistema se emplea mucho, se dan a continuación las normas de diseño para estos colectores mixtos.

Es necesario utilizar el Cuadro 4.5, la cual tiene en cuenta precisamente los regimenes de desagüe de las dos aguas, si bien las considera por seguridad, como descargando simultáneamente a régimen máximo. La tabla antes referida se ha calculado para una pendiente de los colectores del 1% y con un régimen pluviométrico máximo de 10 cm/hora de agua.

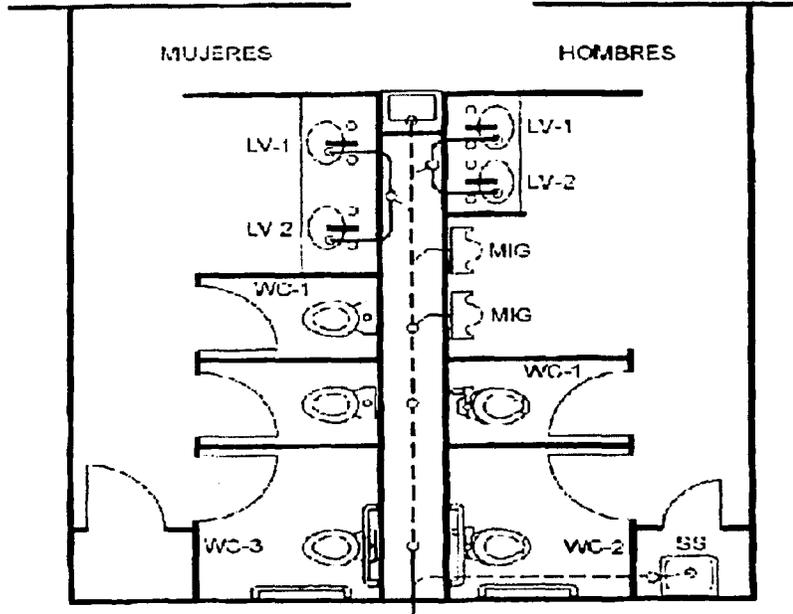
La primera línea indica los diámetros de los colectores mixtos con 0 m<sup>2</sup> de superficie recogedora de agua de lluvia, lo que corresponde a colectores que sólo reciben el agua descargada por aparatos sanitarios, y la primera columna indica los diámetros de los colectores de agua de lluvia solamente. El diámetro de un colector mixto está indicado por la intersección entre la columna correspondiente a las unidades de descarga y la l ínea correspondiente a los m<sup>2</sup> de superficie servida.

Cuadro 4.5 Diámetros en mm de los colectores mixtos, con una pendiente del 1%

| Área que recoge lluvia<br>m <sup>2</sup> | Unidades de descarga |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
|--|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
|  | 0                    | 1   | 3   | 7   | 8   | 14  | 17  | 20  | 33  | 80  | 114 | 145 | 270 | 320 | 510 | 665 | 1120 | 1540 | 2030 | 2520 | 3640 | 4390 |
| 0  |                      | 32  | 50  | 75  | 75  | 75  | 90  | 110 | 110 | 110 | 125 | 125 | 125 | 160 | 160 | 200 | 200  | 250  | 250  | 250  | 315  | 315  |
| 23                                       | 50                   | 50  | 75  | 90  | 90  | 90  | 90  | 90  | 100 | 100 | 125 | 125 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 250  | 315  | 315  |
| 30                                       | 75                   | 75  | 90  | 90  | 90  | 90  | 110 | 110 | 110 | 110 | 125 | 125 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 250  | 315  | 315  |
| 51                                       | 75                   | 90  | 90  | 90  | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 125 | 125 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 250  | 315  | 315  |
| 57                                       | 90                   | 90  | 90  | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 125 | 125 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 250  | 315  | 315  |
| 70                                       | 90                   | 90  | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 125 | 125 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 250  | 315  | 315  |
| 80                                       | 90                   | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 125 | 125 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 250  | 315  | 315  |
| 99                                       | 110                  | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 125 | 125 | 125 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 315  | 315  | 315  |
| 135                                      | 110                  | 110 | 110 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 315  | 315  | 315  |
| 173                                      | 110                  | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 160 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 315  | 315  | 315  |
| 195                                      | 125                  | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 160 | 160 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 315  | 315  | 400  |
| 251                                      | 125                  | 125 | 125 | 125 | 125 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 315  | 315  | 400  |
| 307                                      | 125                  | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 315  | 315  | 400  |
| 344                                      | 160                  | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 315  | 315  | 400  |
| 418                                      | 160                  | 160 | 160 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 315  | 315  | 400  |
| 488                                      | 160                  | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200  | 250  | 250  | 315  | 315  | 400  |
| 605                                      | 200                  | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 250 | 250  | 250  | 315  | 315  | 315  | 400  |
| 828                                      | 200                  | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250  | 315  | 315  | 315  | 315  | 400  |
| 1025                                     | 200                  | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250  | 315  | 315  | 315  | 315  | 400  |
| 1190                                     | 250                  | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250  | 315  | 315  | 315  | 315  | 400  |
| 1525                                     | 250                  | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250  | 315  | 315  | 315  | 315  | 400  |
| 1814                                     | 250                  | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315  | 315  | 315  | 400  | 400  | 400  |
| 2095                                     | 315                  | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 | 315  | 315  | 315  | 400  | 400  | 400  |

### Ejemplo 4.1

En la figura se muestra la disposición de los sanitarios de un museo de tres niveles. Diseñar la instalación de evacuación de aguas residuales. Considerando para las derivaciones una pendiente del 2% y para los colectores una pendiente del 1%, calcular el colector sólo para aguas residuales y para uno mixto considerando un área de captación de aguas pluviales de 250 m<sup>2</sup>.



Por tratarse de un museo, la instalación pertenece a la clase 3 o de uso público y las unidades de descarga para los muebles y aparatos serán, según el Cuadro 4.1:

| Mueble       | Unidad de descarga | Cantidad | Total unidad de descarga |
|--------------|--------------------|----------|--------------------------|
| Lavabo       | 3                  | 6        | 18                       |
| WC           | 6                  | 5        | 30                       |
| Mingitorio   | 4                  | 2        | 8                        |
| <b>Total</b> |                    |          | <b>56</b>                |

#### Cálculo de derivaciones

Con una pendiente del 2%, del Cuadro 4.2 observamos que para la pendiente requerida y 56 unidades de descarga, el diámetro de la derivación debe ser 100 mm para cada piso.

### Cálculo de columnas

Consultando el Cuadro 4.3, requerimos para su uso el número de unidades de descarga de cada nivel que para este caso es 56 y el número de unidades de descarga de toda la columna que es 168, y se determina que para toda la columna el diámetro será de 100 mm.

### Cálculo de colectores

Con base en el Cuadro 4.4, para una pendiente del 1% y para 168 unidades de descarga obtenemos que el diámetro del colector debe ser de 125 mm, si sólo recibe aguas residuales.

En el caso de que el colector fuera mixto, se debe consultar el Cuadro 4.5. Para un área de 250 m<sup>2</sup> y 168 unidades de descarga, el diámetro del colector debe ser de 200 mm.

### Método de Harmon

La aplicación de este método se refiere sólo a la instalación para evacuación de aguas residuales de un fraccionamiento a lo largo de las calles. La instalación interior de los edificios se diseña en estos casos con el método de la unidad de descarga.

En este método se deberán evaluar los gastos medio, mínimo, máximo instantáneo, máximo extraordinario, así como el coeficiente de Harmon, los cuales son necesarios para la aplicación de este método. El diseño se hace en la misma forma que para una red de alcantarillado.

## 4.2. Diseño de la red de ventilación

### Derivaciones

Un tubo de ventilación correspondiente a un sólo aparato debe tener el mismo diámetro que la derivación de descarga, considerado el aparato en la primera clase, hasta el máximo de 50 mm. En WC y vertederos será de 50 mm.

El Cuadro 4.6 da el diámetro para derivaciones trabajando como múltiple cuando recogen otras derivaciones simples, estando el diámetro del múltiple en función de las unidades de descarga de todos los aparatos que sirve.

Cuadro 4.6 Diámetros de derivaciones

| Grupo de aparatos sin WC |                      | Grupo de aparatos con WC |                      |
|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| Unidades descarga        | Diámetro ventilación | Unidades descarga        | Diámetro ventilación |
| 1                        | 35                   | Hasta 17                 | 50                   |
| 2 a 8                    | 40                   | 18 a 36                  | 60                   |
| 9 a 18                   | 50                   | 37 a 60                  | 70                   |
| 19 a 36                  | 60                   | -                        | -                    |

### Columnas

El diámetro de las columnas se determina en función del diámetro de la columna de descarga a que corresponde, del total de unidades de descarga a que sirve, y de la longitud de la columna misma.

Cuadro 4.7 Diámetros de columnas de ventilación

| Diámetro columna descarga mm. | Número unidades descarga hasta | Diámetro de las columnas de ventilación |       |     |       |     |     |     |     |     |
|-------------------------------|--------------------------------|---|-------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                               |                                | 1 1/4                                   | 1 1/2 | 2   | 2 1/2 | 3   | 4   | 5   | 6   | 8   |
|                               |                                | Máxima longitud de la columna en metros |       |     |       |     |     |     |     |     |
| 35                            | 1                              | 14                                      |       |     |       |     |     |     |     |     |
| 40                            | 8                              | 10                                      | 18    |     |       |     |     |     |     |     |
| 50                            | 18                             | 9                                       | 15    | 27  |       |     |     |     |     |     |
| 65                            | 36                             | 8                                       | 14    | 23  | 31    |     |     |     |     |     |
| 80                            | 12                             |   | 10    | 36  | 55    | 64  |     |     |     |     |
|                               | 18                             |   | 6     | 21  | 55    | 64  |     |     |     |     |
|                               | 24                             |   | 4     | 15  | 40    | 64  |     |     |     |     |
|                               | 36                             |   | 2.5   | 11  | 28    | 64  |     |     |     |     |
|                               | 48                             |   | 2     | 10  | 24    | 64  |     |     |     |     |
| 72                            |                                | 1.8                                     | 8     | 20  | 64    |     |     |     |     |     |
| 100                           | 24                             |   |       | 8   | 33    | 61  | 91  |     |     |     |
|                               | 48                             |   |       | 5   | 20    | 34  | 91  |     |     |     |
|                               | 96                             |   |       | 4   | 14    | 25  | 91  |     |     |     |
|                               | 144                            |   |       | 3   | 11    | 21  | 91  |     |     |     |
|                               | 192                            |   |       |     | 2.5   | 9   | 18  | 85  |     |     |
|                               | 264                            |   |       |     | 2     | 6   | 16  | 73  |     |     |
| 384                           |                                |   |       | 1.5 | 5     | 14  | 61  |     |     |     |
| 125                           | 72                             |   |       |     | 12    | 20  | 76  | 119 |     |     |
|                               | 144                            |   |       |     | 9     | 14  | 54  | 119 |     |     |
|                               | 288                            |   |       |     | 6     | 10  | 37  | 119 |     |     |
|                               | 432                            |   |       |     | 5     | 7   | 28  | 97  |     |     |
|                               | 720                            |   |       |     | 3     | 5   | 21  | 67  |     |     |
|                               | 1020                           |   |       |     | 2.4   | 4   | 17  | 55  |     |     |
| 150                           | 144                            |   |       |     |       | 8   | 31  | 104 | 153 |     |
|                               | 288                            |   |       |     |       | 6   | 21  | 67  | 153 |     |
|                               | 576                            |   |       |     |       | 3   | 13  | 46  | 128 |     |
|                               | 864                            |   |       |     |       | 2   | 10  | 38  | 97  |     |
|                               | 1296                           |   |       |     |       |     | 1.8 | 8   | 28  | 73  |
|                               | 2070                           |   |       |     |       |     | 1.2 | 7   | 22  | 57  |
| 200                           | 320                            |   |       |     |       |     | 13  | 44  | 122 | 225 |
|                               | 640                            |   |       |     |       |     | 9   | 25  | 79  | 225 |
|                               | 960                            |   |       |     |       |     | 7   | 18  | 58  | 225 |
|                               | 1600                           |   |       |     |       |     | 5   | 12  | 36  | 160 |
|                               | 2500                           |   |       |     |       |     | 4   | 8   | 27  | 113 |
|                               | 4160                           |   |       |     |       |     | 2   | 7   | 19  | 76  |
| 5400                          |                                |   |       |     |       | 1.5 | 5   | 16  | 64  |     |

### **Ejemplo 4.2**

Para el plano del ejemplo 4.1, diseñar la red de ventilación, considerando que cada piso tienen una altura de 3 m.

Cálculo de derivaciones.

Del Cuadro 4.6 se obtiene el diámetro de la derivación de ventilación que para 56 unidades de descarga con WC es de 70 mm.

Cálculo de columnas.

Consultando el Cuadro 4.7 y con un diámetro de la columna de descarga de 100 mm, 168 unidades de descarga y una altura de 12 m el diámetro de la columna de ventilación será de 2 ½ pulgadas (62.5 mm).

## **CAPITULO 5**

### **PLANTAS DE BOMBEO DE AGUA RESIDUAL**

Un caso que a menudo se presenta en la instalación de evacuación de aguas residuales es que la cota de la red de alcantarillado municipal sea mayor que la cota del colector de la edificación. Como consecuencia del mayor aprovechamiento del subsuelo que existe en la actualidad, la construcción de garajes subterráneos y determinados locales para distintos usos, hace que las edificaciones modernas en la mayoría de las ciudades, tengan la red de alcantarillado municipal poco profunda, con lo cual varios sótanos quedan por debajo de esta cota; debido a ello el colector de estos sótanos ya no funcionará a gravedad, obligando a disponer de una instalación de bombeo que eleve estas aguas hasta la cota del alcantarillado municipal.

También podría presentarse un desnivel entre el alcantarillado municipal y la instalación de evacuación, causado por el asentamiento de la edificación.

El problema anteriormente expuesto se podría solucionar de la siguiente manera:

En los casos anteriores se recomienda contar con dos redes horizontales de evacuación, una colocada por arriba de la cota del alcantarillado y otra por debajo de la cota del último sótano; en la primera red se recogen las aguas provenientes de los vertidos efectuados por encima de la cota del alcantarillado (la mayor parte de las aguas) fluyendo por gravedad, y en la segunda se recolectan las aguas vertidas por debajo de la cota del alcantarillado público, que se concentran en un pozo, desde el cual se bombea hasta el alcantarillado.

Dicho pozo debe tener la capacidad adecuada en cada caso; en él se sumergen bombas de paso integral, con gran capacidad de arrastre de aguas con materias sólidas en suspensión, que elevan el agua por impulsión hasta el alcantarillado. La tubería de impulsión lleva instalada una válvula de retención para evitar que se pueda invertir la dirección del flujo.

Se recomienda instalar al menos dos bombas de este tipo, de funcionamiento automático, accionadas por interruptores de nivel que las ponga a funcionar al alcanzar el nivel máximo y se detenga en el nivel mínimo. También se debe contar con un generador para que, en caso de falta de corriente eléctrica, se prenda automáticamente y permita el funcionamiento de las bombas. Si no se instala equipo suficiente, habrá que diseñar el pozo con una capacidad que tome en cuenta las circunstancias.

La tubería que va por arriba de la cota del alcantarillado debe fijarse por debajo de la losa de nivel de calle, los tubos se sujetan mediante abrazaderas a cada 2.5 m como máximo e irán separados de la losa al menos 5 cm en su punto más próximo y con pendientes hasta el punto de salida. Los cruces de muros se realizarán a través de un contratubo de mayor diámetro que el colector y sellando el espacio intermedio.

Para el bombeo de aguas residuales se emplean mayormente bombas centrífugas. La diferencia con las bombas utilizadas para el agua potable es el tamaño y forma del impulsor. Las bombas para aguas residuales tienen un

paso de esfera de gran tamaño, para permitir el paso de los sólidos que puedan arrastrar las aguas de desecho.

Las bombas de aguas residuales se emplean para:

1. Elevar las aguas de desecho desde los sótanos a áreas secundarias de drenaje, y de tramos antieconómicamente profundos o de sistemas interceptores, hacia líneas de continuación a un nivel más alto de descarga.
2. Evacuar tanques de detención de aguas pluviales en sistemas combinados.
3. Elevar las aguas residuales a las plantas de tratamiento.
4. Evacuar lodos de aguas residuales y transportarlos dentro de las plantas de tratamiento.

Las bombas centrífugas de flujo radial y mixto son las que se emplean para el bombeo de aguas residuales y pluviales. Las bombas de flujo axial sólo se utilizan para las aguas pluviales.

Existen dos criterios para diseñar la planta de bombeo:

1. El criterio del cárcamo seco, que consiste en dos cámaras; una que almacena el volumen de aguas residuales por bombear y la otra, para contener las bombas y los motores, como se observa en la Figura 5.1.

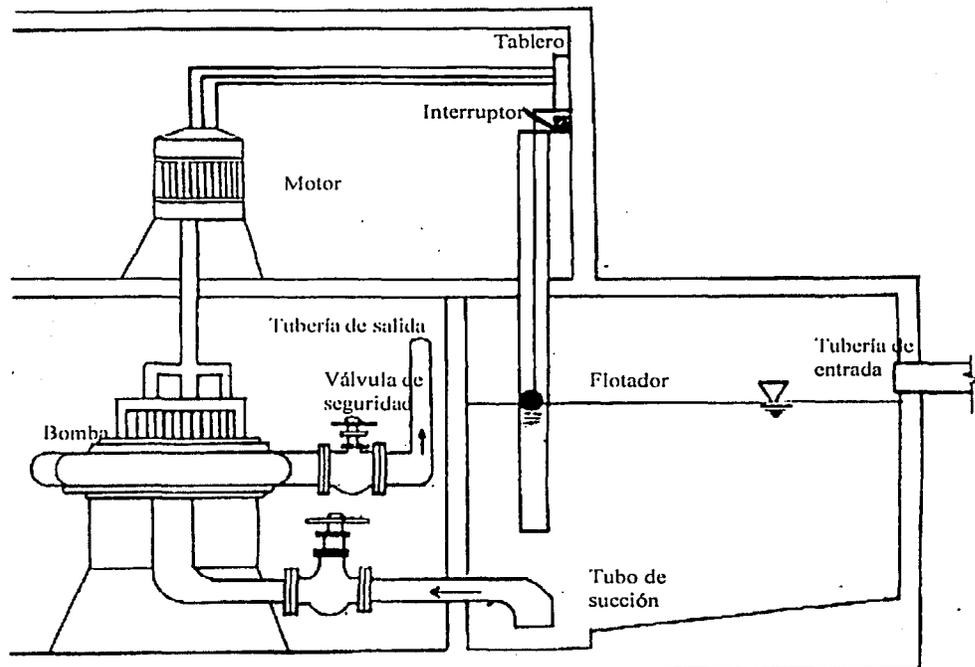


Figura 5.1 Sistema de cárcamo seco.

2. El criterio del cárcamo húmedo, que consiste en una sola cámara para almacenar el agua residual y alojar la bomba. Estas bombas son del tipo sumergibles y quedan en el fondo del cárcamo, mientras que los motores quedan a un nivel más alto como se muestra en la Figura 5.2.

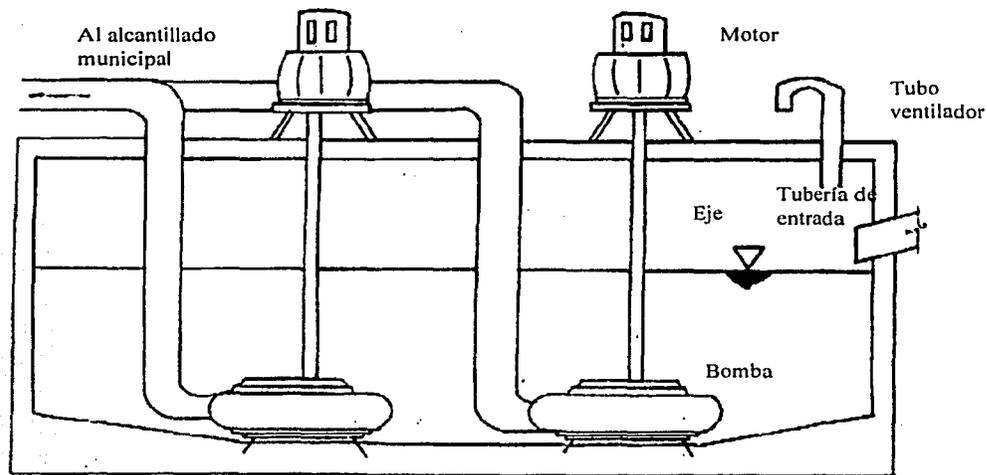


Figura 5.2 Sistema de cárcamo húmedo.

## 5.1. Tipos de bombas

### 5.1.1. Bombas de flujo radial

En estas bombas el agua entra axialmente en el rodete y descarga en ángulos rectos con el eje. Es recogida por un canal con un área que aumenta gradualmente, que se extiende hasta la tobera de descarga de la bomba. Los sólidos que arrastran las aguas residuales obstruirían fácilmente los pequeños canales de las bombas típicas de flujo radial, debido a ello las utilizadas son generalmente de simple aspiración tipo voluta, provistas de rodetes especiales que impiden las obstrucciones.

Las bombas tienen canales de paso más ancho y un número mínimo de álabes, que no excede de dos en las bombas pequeñas y tres o cuatro en las grandes. Los rodetes son casi todos de tipo cerrado. Para este tipo de aguas las bombas de 10 cm de diámetro de boca de descarga, deberán ser capaces de dejar pasar esferas de 7.5 cm de diámetro, y las bombas de 20 cm, esferas con diámetro de 10 cm.

### 5.1.2. Bombas de flujo mixto

Las bombas de flujo mixto con voluta son ideales para el bombeo de aguas residuales y pluviales. Su tamaño es de hasta 30 cm de diámetro y para

alturas de elevación hasta 20 m. Operan a velocidades más elevadas que las bombas inatascables, son generalmente más ligeras, y en los casos en que son aplicables su costo es menor.

### **5.1.3. Bombas de flujo axial**

Son empleadas para el bombeo de aguas pluviales, especialmente en aquellos casos en que se debe bombear una gran cantidad contra una altura de elevación baja, este tipo de bomba es más barato que las anteriores.

## **5.2. Características operativas de las bombas**

Las características de funcionamiento dependen del tamaño, velocidad y diseño de la bomba. Las curvas características, llamadas en la práctica curvas de bomba, muestran la altura de elevación total  $H$  en m, la eficiencia  $E$  en porcentaje y la potencia  $P$  en CV o kW, representadas como ordenadas respecto al gasto  $Q$  en l/min, como abscisas.

## **5.3. Partes de estaciones de bombeo de aguas residuales**

### **5.3.1. Generalidades**

Para el diseño de las plantas de bombeo se recomienda atender los siguientes aspectos:

1. La planta de bombeo puede ser el único elemento visible de toda la instalación de elevación de aguas, debiendo cuidar su emplazamiento, haciendo que encaje en el paisaje y esmerando su aspecto arquitectónico. No deben descuidarse los impactos ambientales derivados de su ubicación.
2. La planta debe estar protegida frente a acciones exteriores, por la que no deberán olvidarse los sistemas de protección.
3. Se procurará que la planta cuente con: entradas y salidas del personal, entradas y salidas de los equipos,, zonas de reparaciones in situ de bombas motores, iluminación, ventilación y suelos adecuados.
4. Se deberá garantizar la impermeabilidad de los depósitos.
5. La planta deberá contar con puentes grúa y polipastos para el movimiento de equipos, así como de los elementos de medida y control necesarios.
6. Un último aspecto a atender serán los dispositivos antivibratorios y sonoros de las bombas y electromotores. La colocación sobre placas antivibratorias y la colocación de elementos que eviten la transmisión de dichas vibraciones, así como el empleo de trampas acústicas se consideran imprescindibles.

Con la bomba hidráulica, el agua a elevar es recogida de un depósito cerrado del cual va el tubo aspirante de la bomba y a través del tubo de impulsión al alcantarillado. Utilizando una electrobomba puede hacerse automática la conexión y desconexión, haciendo accionar el interruptor del motor de la

bomba por medio de flotadores que controlan el nivel de aguas residuales en el pozo de recogida. Los aparatos de elevación y accionamiento deben ser siempre dobles, para que uno esté en servicio y el otro en reserva, alternativamente.

El caudal de la bomba depende de la cantidad media y máxima de agua sucia procedente de la instalación sanitaria y de la capacidad del pozo de recogida.

Cuando la corriente de agua residual es constante, el caudal de la bomba debe ser igual al caudal de esta corriente. Cuando el flujo es variable y el depósito es pequeño, la bomba debe tener un caudal horario igual a la máxima corriente horaria en el depósito. Sin embargo, es más práctico construir un depósito relativamente grande instalando una bomba de caudal bajo y proporcionado debidamente la capacidad del depósito y el caudal de la bomba, de manera que la instalación no sea muy costosa y al propio tiempo de funcionamiento económico. Si el depósito está colocado en una planta del edificio donde una acumulación de aguas residuales pudiera ser perjudicial, para mayor seguridad de la bomba, debe tener un caudal horario igual al máximo caudal de desagüe horario de la instalación y el depósito debe ser de capacidad tal que requiera como mínimo una hora para llenarse durante un periodo de máxima corriente, adoptando un espacio de tiempo más prolongado de llenado para las instalaciones más pequeñas.

Cuando la puesta en marcha de la bomba es manual y no automática, el depósito debe ser de capacidad tal que pueda almacenar el agua residual que afluye en 24 horas. No se debe sobrepasar en ningún caso este periodo para evitar la putrefacción de las aguas residuales. La bomba debe ser de caudal apropiado para agotar completamente el depósito en un periodo máximo de una hora.

Las bombas adecuadas para este trabajo son de eje horizontal, centrífugas normales con paletas giratorias especiales, o bien, de eje vertical, siempre con rodetes especiales adecuados para líquidos densos.

Para evitar que durante la aspiración de la bomba pueda en dicho pozo crearse una depresión, es necesario proveer una tubería de ventilación para el pozo.

### **5.3.2. Tubo de entrada**

El tubo de entrada no necesita estar localizado de forma central en la pared opuesta a las bombas, aunque puede resultar ventajoso si se encuentra en la región central. El saliente del tubo deberá ajustarse de modo que el agua entre en las condiciones de caudal máximo y choque contra la división vertical antes de ser deflectada al fondo de la cámara tranquilizadora de entrada. En el caso de caudal reducido y de nivel de agua bajo, el agua no deberá caer directamente sobre las aberturas del fondo de la cámara tranquilizadora.

### **5.3.3. Cámara tranquilizadora de entrada**

Una pared vertical situada enfrente del tubo de entrada impide que el agua entrante caiga directamente al pozo de bombas y produzca burbujas de aire. La energía cinética del agua queda reducida cuando golpea con la pared y tiene lugar una desaireación satisfactoria en la cámara tranquilizadora.

La parte superior de la pared divisoria entre la cámara de entrada y la cámara de bombas deberá estar a un nivel ligeramente más alto que la línea central del tubo de entrada. Si fuera necesario o pueden colocarse rebosaderos en ambos lados para impedir que el nivel del agua alcance el tubo de entrada en condiciones de caudales entrantes grandes y de nivel de agua alto en la cámara de entrada. Los rebosaderos impiden también que la espuma y el lodo flotante se acumulen en la cámara de entrada. Cuando el nivel de agua es alto, este material flotante puede desbordarse a la cámara de bombeo y ser bombeado fuera.

#### **5.3.4. Cámara de bombeo**

El volumen de la cámara de bombeo estará en función de el caudal a elevar y tiempo de funcionamiento de las bombas. El gasto a elevar se calcula en función del volumen diario de agua a elevar y del tiempo de funcionamiento de las bombas.

Para las instalaciones en funcionamiento teórico continuado se tomará por seguridad un tiempo de funcionamiento igual a 20 horas. Con frecuencia se estima el tiempo de funcionamiento entre 8 y 12 horas.

El diseño de la cámara de bombeo asegura un flujo regular del agua, sin turbulencias ni remolinos, hacia las bombas. El caudal entrante se distribuye por medio de agujeros que hay en el fondo de la cámara de entrada situados frente a cada una de las bombas.

Con el fin de evitar la formación de remolinos con aspiración de aire entre la bomba exterior y la pared lateral, ésta se acerca a la bomba, y se sitúa a una altura aproximada a la mitad del extractor del motor.

Las burbujas de aire que entran con el agua en la cámara de bombeo se elevan hacia arriba a lo largo del fondo inclinado de la cámara tranquilizadora de entrada y salen a la superficie cerca de la pared divisoria vertical.

Debido a que el agua está en movimiento por todas partes, existe poco riesgo de sedimentación, siempre y cuando no se hayan sobrepasado las dimensiones mínimas en una proporción considerable. La dimensión más conveniente que hay que incrementar con el fin de obtener un mayor volumen de pozo es la distancia desde la cámara de entrada de las bombas. Debido a que el agua fluye a ellas por este camino, se evita la sedimentación. Los ensayos efectuados han demostrado que cualquier base o estructura de apoyo por debajo del tabique divisorio y el fondo de la cámara de entrada provocan turbulencias y remolinos, los cuales se esparcen hacia las bombas. Por tanto deberán evitarse estos componentes estructurales.

Para el diseño de la cámara de bombeo de tenerse en cuenta las siguientes características:

1. El volumen de la cámara de ser tal que: el tiempo máximo de retención del agua sea de 60 minutos y el tiempo mínimo de funcionamiento de las bombas 10 sea minutos.
2. Contará con un aliviadero de seguridad.

3. Estará cubierto con objeto de impedir olores y otros impactos.
4. Tendrá un fácil acceso tanto para equipos como para permitir su limpieza.

Las instalaciones de bombeo como se menciona anteriormente pueden clasificarse en dos grandes grupos:

Sistema de cárcamo seco.

Sistema de cárcamo húmedo

Para el diseño y dimensionamiento del pozo de bombas se recomienda utilizar la Figura 5.3 y 5.4 en las cuales se muestran el croquis de la cámara de bombeo y las dimensiones y relaciones de esta, respectivamente.

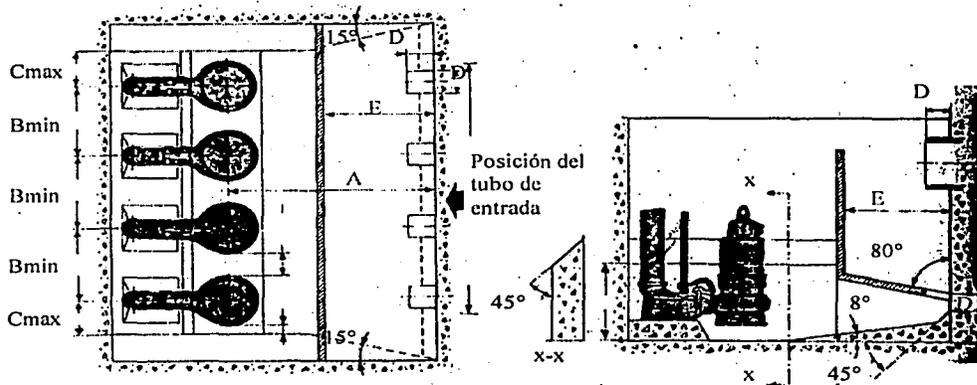


Figura 5.3. Cámara de bombeo en planta y corte.

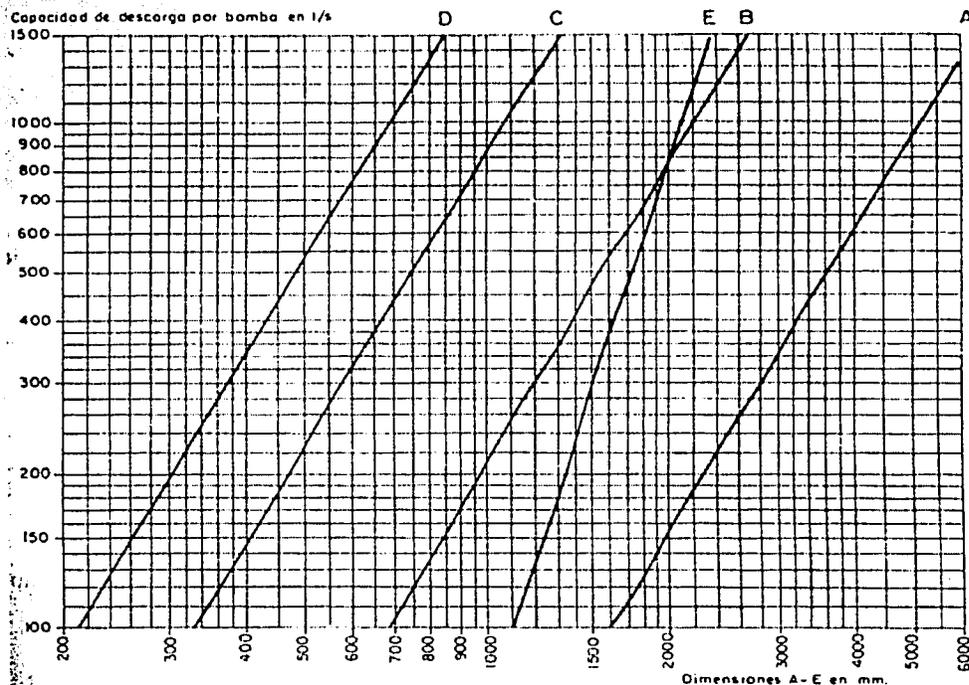


Figura 5.4 Diagrama para determinar las dimensiones A-E.

Si la altura disponible es insuficiente, el volumen necesario del pozo se obtiene incrementando la dimensión A.

El espacio entre dos carcasas no deberá ser nunca inferior a 200 mm (dimensión B).

El espacio entre la pared y la carcasa de la bomba no deberá ser menor a 100 mm (dimensión C).

### 5.3.5. Nivel mínimo de agua

El nivel mínimo de agua en la cámara de las bombas, es decir, el nivel de parada de éstas, tiene que ser lo suficientemente alto para que los agujeros cuadrados en el fondo de la cámara de entrada queden siempre sumergidos. Además deberá tenerse en cuenta que el nivel de agua más bajo queda determinado por las características de la bomba y en cualquier caso no deberá ser inferior a la parte alta del alojamiento del impulsor de la bomba.

Dimensiones del pozo de bombas. El tamaño de la instalación está determinado por el número y dimensiones de las bombas, así como por la capacidad de descarga de cada una de ellas.

### 5.3.6. Equipo de arranque

Las bombas grandes provistas de motores de jaula de ardilla requieren de una gran intensidad de corriente para el arranque directo. Según la capacidad de la red suministradora puede ser necesario instalar un equipo destinado a reducir esta corriente de arranque. Los métodos más comunes de arranque para los motores de jaula de ardilla que accionan bombas centrífugas son de arranque directo o arranque estrella-triángulo.

1. Ciclo de arranque para arranque directo. La curva de par ( $M$ ) para el motor, está considerablemente sobredimensionada durante todo el ciclo de arranque en relación con la curva de carga. Si la red lo soporta, este método resulta preferible ya que es simple, seguro y económico.
2. Arranque estrella-triángulo. Es un arranque óptimo, la curva par de un motor conectado en estrella ( $M_y$ ) tiene su punto de intersección con la curva de par resistente a la derecha del máximo  $M_y$ .

El par de arranque del motor conectado en estrella no es superior al 25-30% del par máximo de arranque directo  $M$ .

Cuando la curva del par ( $M_y$ ) de un motor conectado en estrella tiene su punto de intersección con la curva de par resistente a la izquierda del valor máximo, el motor no consigue acelerarse y por consiguiente la corriente de arranque  $I_D$  puede ser casi tan grande como en arranque directo.

La experiencia ha demostrado que las bombas y los ventiladores que requieren motores de más de 30 kW a menudo presentan estas características.

Debido a que la potencia requerida al motor por una bomba centrífuga es considerablemente inferior cuando se arranca contra una válvula cerrada, puede resultar ventajoso combinar el equipo de arranque estrella-triángulo, automáticamente, con válvulas motorizadas accionadas hidráulica, neumática o eléctricamente.

En la Figura 5.5. se muestran las partes que integran una estación de bombeo de aguas residuales de cárcamo húmedo.

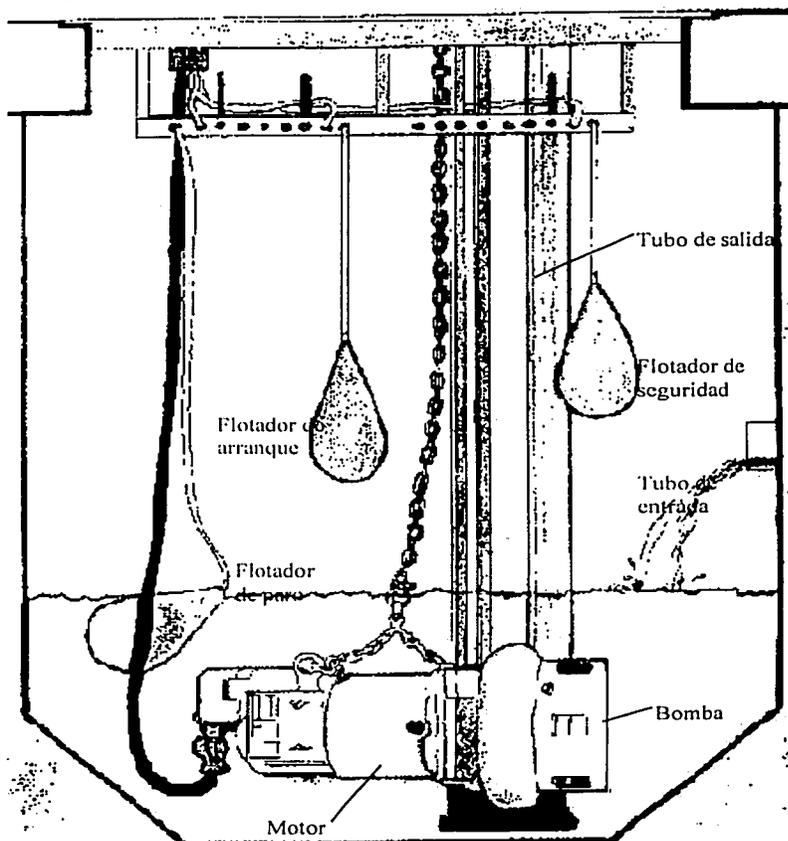


Figura 5.5 Partes de una planta de bombeo de aguas residuales.

## **CAPITULO 6**

### **INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES**

La instalación de evacuación de aguas pluviales es el conjunto de tuberías, conexiones y accesorios cuya finalidad es evacuar eficiente y rápidamente las áreas de captación de agua proveniente de la lluvia o nieve para evitar inundaciones dentro de las edificaciones.

Las aguas expulsadas por la instalación de evacuación de aguas pluviales son aguas blancas, es decir, son limpias y suelen ser ácidas.

Esta instalación descarga las aguas pluviales por gravedad y el diámetro de los tubos será función del área de captación y de la intensidad de lluvia de diseño.

Los materiales de las tuberías para construir esta instalación tienen por objetivos: no dejar filtrar el agua, resistir la acción corrosiva de las aguas que transportan, ser durables e instalados de tal forma que no sufran alteraciones por el movimiento de los edificios.

En este capítulo se estudiarán las características generales de la instalación de evacuación de aguas pluviales así como la reglamentación vigente en esta materia.

#### **6.1. Colectores y tuberías**

La red de evacuación de aguas pluviales está constituida por dos partes principales, que son:

- a) Instalación de evacuación particular.
- b) Instalación de drenaje municipal, llamada también red de alcantarillado municipal.

Como se mencionó en el Capítulo 1 el drenaje municipal está formado por las conexiones al alcantarillado municipal, las alcantarillas, los pozos de visita y las estructuras complementarias.

Una red de tuberías desaloja el agua pluvial de las áreas de captación de la edificación y la conduce hasta el límite del predio con la calle, donde se une con la red de alcantarillado municipal, a esta unión se le llama conexión al alcantarillado municipal o conexión domiciliaria.

Ya se ha expresado que la conexión al alcantarillado municipal sólo puede ser efectuada por personal del organismo operador del sistema de alcantarillado municipal, previa solicitud y pago de derechos del usuario.

Las tuberías de una red interior de evacuación, mostradas en la Figura 6.1 se clasifican de acuerdo a su función en: desagües, ramales o derivaciones, columnas o bajantes, albañales o colectores y sistema de ventilación.

Los desagües son los tubos que reciben directamente el agua de lluvia de las áreas de captación, su diámetro deberá ser función de la lluvia de diseño y el tamaño del área de captación.

Los ramales o derivaciones son las tuberías horizontales que recogen el agua de lluvia de un mismo nivel de la edificación. Se recomienda que se instalen bajo la losa o bajo el piso o a un nivel inferior para que los desagües tengan pendiente.

Las columnas o bajantes son las tuberías verticales encargadas de transportar las aguas pluviales hasta la planta baja de la edificación. Se instalan en los muros con abrazaderas fijadas a las losas.

Los albañales o colectores son las tuberías horizontales instaladas en la planta baja que reúnen las aguas pluviales de la edificación, hasta un albañal principal que conduce el gasto total hasta el alcantarillado municipal. En los puntos de reunión de dos o más albañales, en los cambios de dirección y a cada diez metros de longitud de albañal deberá construirse un registro, que es una estructura de tapa hermética, mediante la cual se puede revisar y destapar el albañal en caso de ser necesario.

El sistema de ventilación son las tuberías o red de tuberías, que se conectan con el sistema de evacuación para impedir que los malos olores puedan entrar en la edificación y para asegurar que la instalación trabajará a gravedad, evitando los problemas de sifonamiento que se estudiaron en el Capítulo 3, si la edificación cuenta con un sistema de evacuación mixto.

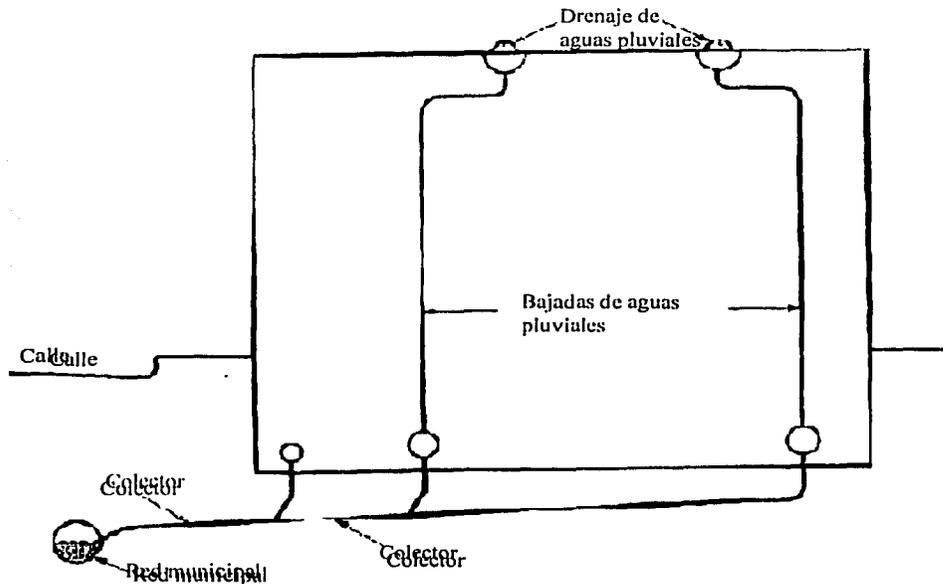


Figura 6.1. Tuberías de una red interior de evacuación de aguas pluviales.

## 6.2. Reglamentación

El Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios (RISRE) contiene las disposiciones técnicas que deben considerarse en el diseño de una instalación de evacuación de agua pluvial.

También debe tenerse presente que, dependiendo de la ubicación del proyecto, deberán consultarse los reglamentos locales vigentes. En el Distrito Federal, existen el Reglamento de Agua y Drenaje para el D.F. (RADDF) y el Reglamento de Construcciones para el D.F. (RCDF), que incluye las Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje<sup>4</sup>.

Además, algunos organismos han elaborado sus propias especificaciones que deben cumplirse en sus proyectos, como las Normas del IMSS<sup>5</sup>.

A continuación se resumen las principales disposiciones de estos reglamentos.

### 6.2.1. Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios

| Artículo | Sinopsis   |
|----------|--|
| 26       | Pendiente mínima en las azoteas del 1.5%.  |
| 27       | Por cada 100 m <sup>2</sup> de azotea o proyección horizontal se instalará un conducto para la recolección y conducción de las aguas pluviales, de 75 mm de diámetro o uno de área equivalente   |
| 31       | Los patios pavimentados tendrán una pendiente mínima del 1% hacia coladeras con obturador hidráulico.  |
| 75       | Los tubos utilizados para albañales serán de 15 cm de diámetro interior como mínimo.   |
| 81       | Los cambios de dirección de albañales y ramales tendrán una deflexión máxima de 45°.   |
| 83       | Los albañales tendrán una pendiente mínima del 1.5%.   |
| 84       | Para la limpieza de los albañales se construirán registros a cada 10 m en tramos rectos, así como en el límite del predio y la vía pública.  |
| 85       | El tamaño de los registros de acuerdo a su profundidad será:<br>Para profundidad hasta un metro      40 x 60 cm<br>Para profundidad hasta dos metros      50 x 70 cm<br>Para profundidad de más de dos metros      60 x 80 cm<br>Las cubiertas no serán menores de      40 x 60 cm |
| 86       | En cada cambio de dirección y en cada conexión de los ramales con el albañal principal, se construirá un registro.   |
| 88       | Las bajadas de agua pluvial serán de lámina galvanizada, fierro fundido o de otros materiales aprobados por la autoridad sanitaria, y se fijarán de manera sólida a los muros.   |
| 89       | Las bajadas de agua pluvial no podrán utilizarse como tubos ventiladores.  |
| 90       | Las bajadas pluviales se conectarán al albañal por medio de un sifón o   |

<sup>4</sup> Publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 27 de Febrero de 1995.

<sup>5</sup> Normas de Proyecto de Ingeniería. IMSS. Tomo II. Instalaciones hidráulica, sanitaria y gases medicinales. Ed. 1993.

|    |   |
|----|---|
|    | una coladera de obturación hidráulica y tapa a prueba de roedores, colocada abajo del tubo de descarga. La conexión podrá ser directa, sin sifón ni coladera cuando las bocas de entrada de agua o las bajadas, se localicen en azoteas no transitadas y a una distancia no menor de 3m de cualquier vano de ventilación. |
| 91 | Queda prohibido el sistema llamado de gárgolas o canales, que descarguen a chorro desde las azoteas.  |
| 92 | Los desagües pluviales de marquesinas y saledizos, se harán por medio de tuberías empotradas o adheridas a ellos, y su descarga final será en el interior del propio edificio.  |

### 6.2.2. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal

| Artículo | Sinopsis  |
|----------|---|
| 157      | Los desagües tendrán un diámetro no menor de 32 mm, ni inferior al de salida de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima del 2%.  |
| 158      | Queda prohibido el uso de gárgolas o canales que descarguen agua a chorro fuera de los límites del predio.  |
| 159      | Los albañales serán de 15 cm de diámetro interior como mínimo y su pendiente mínima será del 2%.  |
| 160      | Se construirán registros en tramos rectos del albañal a distancias no mayores de 10 m, y también en los cambios de dirección. Los registros serán de 40 x 60 cm, para profundidades hasta un metro; de 50 x 70 cm, entre uno y dos metros de profundidad y de 60 x 80 cm, para profundidades mayores de dos metros. |

### 6.2.3. Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje

| Inciso | Sinopsis  |
|--------|---|
| 4.2.1. | Para la determinación del gasto pluvial de diseño se recomienda utilizar el método de la fórmula racional. El diseño de las bajadas, ramales horizontales y redes generales pluviales se realizará con base en la expresión de Manning.                                   |
| 4.2.2. | El cálculo del gasto de diseño se realizará con la siguiente fórmula:<br>$Q_p = 2.778CIA$ .   |
| 4.2.3. | La intensidad de lluvia se calculará con la expresión:<br>$I = 60hp/tc$<br>Donde: I= intensidad de lluvia en mm/h<br>hp= precipitación media para un tiempo de retorno (tr) y una duración tc, en mm<br>tc= tiempo de concentración en minutos                            |
| 4.2.7. | Los ramales pueden ser interiores y exteriores.<br><br>Para los interiores se recomienda:<br><br>1. Para diámetros de 75 mm o menores, S=2%.<br>2. Para diámetros de 100 mm o mayores, S=1%.<br>Deberá considerarse la localización de tapones registro, a las siguientes |

máximas distancias, para facilitar su mantenimiento.

- a. Para diámetros de 200 mm o menores,  $L=15$  m.
- b. Para diámetros de 250 mm o mayores,  $L=30$  m.

Para los exteriores se utilizará la ecuación de continuidad y la fórmula de Manning, teniendo en cuenta:

- a. La pendiente mínima es aquella que produce una velocidad de 60 cm/s a tubo lleno.
- b. La pendiente máxima es aquella que produce una velocidad de 3 m/s a tubo lleno.
- c. El diámetro mínimo entre registros es de 0.15 m y entre pozos de visita de 0.30 m.
- d. Cuando las redes de alcantarillado se ubiquen en una zona de tránsito vehicular pesado, la profundidad mínima entre la rasante de terreno y el lomo de la tubería será de 90 cm, esta profundidad podrá disminuirse, siempre y cuando se garantice, que la tubería quedará protegida o revestida contra los impactos mecánicos, exceptuando a las tuberías metálicas.
- e. Los albañales deberán tener registros a 10 metros de longitud de albañal y en los cambios de dirección. Los registros serán de 40 x 60 cm hasta un metro de profundidad; de 50 x 70 cm para profundidades entre uno y dos metros; y de 60 x 80 para profundidades mayores de dos metros.

## **CAPITULO 7.**

### **FONTANERIA DE LA INSTALACION DE EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES.**

Los diferentes materiales de los tubos, sistemas de unión y características, para la construcción de la instalación de evacuación de aguas pluviales, son los mismos que los utilizados en la instalación de evacuación de aguas residuales.

El ingeniero es el encargado y responsable de seleccionar y especificar la tubería más adecuada, piezas especiales y sistemas de unión para usarse en algún proyecto dado. Para tomar la mejor decisión es importante considerar las siguientes características (descritas en el Capítulo 2) de las tuberías y piezas especiales:

Resistencia a la corrosión de la tubería y piezas especiales.

Costo total instalado.

Resistencia física de la tubería y piezas especiales.

Al escoger el material de la tubería hay que tener en cuenta las condiciones del medio a las que estará sujeta como: clima, tipo de aguas residuales, posibles esfuerzos mecánicos, etcétera.

#### **7.1. Estructuras conexas o especiales.**

Como se mencionó en el Capítulo 6 para evacuar el agua y con fines de mantenimiento deben construirse registros a cada 10 m de longitud de albañal, en los cambios de dirección y previo al límite del predio para realizar la conexión al alcantarillado municipal.

También en caso de ser necesario por el desnivel entre el alcantarillado municipal y la instalación de aguas pluviales se debe implementar un sistema de bombeo de aguas pluviales, que se explicó en el Capítulo 5.

En caso de que la edificación no pueda cumplir con las áreas libres permeables sin construir o se pretenda el aprovechamiento de las aguas pluviales, se recomienda el uso de una cisterna, cuya función será recibir todas las aguas recolectas por la red de aguas pluviales, su capacidad deberá ser tal que almacene el gasto máximo durante un tiempo igual a la duración de la tormenta de diseño. La cisterna debe ser totalmente impermeable, estar bien ventilada y estar equipada con estructuras que permitan la retención y decantación de sólidos sedimentables.

Otra estructura especial es el tanque regulador o de tormentas, que se utiliza cuando el diámetro de descarga del predio es mayor que el diámetro de la red de alcantarillado municipal, su función es retardar la salida de aguas pluviales del predio hacia la red municipal. Se diseñará con base en una tormenta de 5 minutos, del gasto pluvial a captar, el tiempo de concentración y de la capacidad del colector municipal donde se descargarán las aguas del predio. El tanque variará de acuerdo a las características señaladas,

pudiéndose diseñar para un tiempo de llenado máximo de una hora, con tiempos de vaciado continuo de 8, 16 y hasta 24 horas.

Existen las coladeras pluviales que tienen por función retener las materias sólidas que podrían obstruir o tapar la red de evacuación de aguas pluviales, evitando el correcto funcionamiento de esta. Se colocan en los patios, azoteas y lugares donde después de estas el agua pluvial entra a la red de evacuación de aguas pluviales.

En la Figura 7.1, se muestra el catálogo Helvex de coladeras, válvulas para drenaje e interceptor de grasa

## COLADERAS PARA PISO Nos. 24-25-26-282-H y 282-35-CH



### NO. 24 APLICACIONES

Para colocarse en baños, regaderas, vestíbulos y en todos aquellos lugares donde se necesite una coladera con cespel y rejilla; de una sola conexión de rosca standard para tubo de 50 mm. (2").



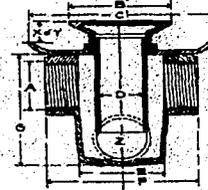
### NO. 25 APLICACIONES

Coladera similar a la No. 24 pero con tres conexiones con rosca standard, las dos superiores para tubo de 50 mm. (2") y la inferior de 38 mm (1 1/2"), que sirve para recibir el drenaje de la tina haciendo sello hidráulico, y las dos superiores sirven para escoger la que más convenga, y conectar por ella la coladera al drenaje.



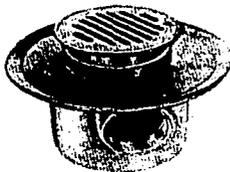
### NO. 26 APLICACIONES

Igual a la No. 25 pero con tapa ciega, en lugar de rejilla para usarse como trampa únicamente.



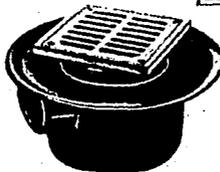
DIMENSIONES EN CENTIMETROS

| A   | B   | C    | D   | E  | F    | G    | X   | Y   | Z   |
|-----|-----|------|-----|----|------|------|-----|-----|-----|
| 5.0 | 9.9 | 18.1 | 5.3 | 10 | 14.3 | 12.8 | 1.6 | 3.5 | 3.8 |



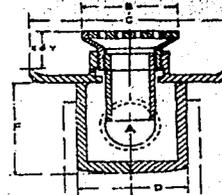
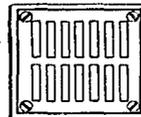
### 282-H APLICACIONES

Para colocarse en baños, regaderas, vestíbulos y en todos aquellos lugares donde se necesite una coladera con cespel y rejilla. Esta coladera tiene una rejilla redonda.



### 282-35CH APLICACIONES

Igual que la anterior pero con rejilla cuadrada, para aquellos acabados donde se prefieren las líneas rectas. El diámetro de la rejilla redonda, es el lado de la rejilla cuadrada.



DIMENSIONES EN CENTIMETROS

| A   | B    | C    | D    | F  | X   | Y   |
|-----|------|------|------|----|-----|-----|
| 5.0 | 12.9 | 23.3 | 15.3 | 12 | 1.5 | 4.5 |

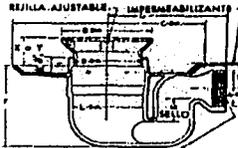
No acepte imitaciones, insista en:

**HELVEX**

garantía de calidad

## COLADERA PARA PISO No. 262-H y 262-35-GH

**ESPECIFICACIONES:** Coladera para piso, marca HELVEX, serie 260, tipo 262-H. Césped integral. Plato especial de doble drenaje con pequeños agujeros conectados al interior para evitar que el agua que penetra por la junta de la rejilla y el piso produzca humedades en el piso inferior. Cuerpo de fierro fundido, con pintura especial anticorrosiva. Rejilla ajustable de bronce cromado. Salida con rosca para tubo de 50 mm. (2").



ROSCA STANDARD



262-35CH

Coladera para piso, marca HELVEX, serie 260, modelo 262-35CH. Idéntica en todo a la coladera 262-H con excepción de la rejilla, que en lugar de ser redonda, es cuadrada, facilitando así la instalación y el buen terminado del piso cuando el material que se vaya a colocar (cerámica, molyca, cristalita, etc.) tenga lados rectos.



## COLADERAS PARA PISO Nos. 1342-H y 1342-35-CH

### COLADERA 1342-H

Coladeras para piso, Marca HELVEX, serie 1340, tipo 1342-H con cuerpo de Hierro Fundido y pintura especial anticorrosiva, plato de doble drenaje con pequeños agujeros conectados al interior y que sirven para recibir el Impermeabilizante y para evitar que el agua que penetra por la junta de la rejilla y el piso, produzca humedades en el piso inferior. Rejilla de bronce cromado removible de níquel-bronce y casquillo removible. Con tres conexiones con rosca standard para tubo de 50 mm. (2"), de las cuales la inferior sirve para recibir el drenaje de la tina y las dos superiores sirven para escoger la que más convenga, y conectar, por cila, la coladera al drenaje.



1342-35CH

Coladera para piso, marca HELVEX, serie 1340, modelo 1342-35CH. Idéntica en todo a la coladera 1342-H con excepción de la rejilla, que en lugar de ser redonda, es cuadrada.

El diámetro de la rejilla redonda es el lado de la rejilla cuadrada.

### 262-H y 262-35CH APLICACIONES

Para colocarse en baños, regaderas, vestíbulos y en todos aquellos lugares donde se necesite una coladera con césped integral y rejilla redonda cromada ajustable.

### DIMENSIONES EN CENTIMETROS

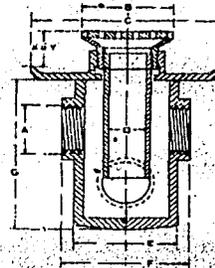
| A   | B    | C    | D   | E   | F  | G    | L   | M   | X   | Y   |
|-----|------|------|-----|-----|----|------|-----|-----|-----|-----|
| 5.0 | 12.9 | 17.3 | 9.5 | 3.9 | 14 | 16.1 | 9.9 | 3.8 | 2.3 | 4.7 |

### Nota Importante

Para aquellas instalaciones que quedan colgadas del techo del piso inferior, y que con un plafón falso, podemos usar las rejillas ajustables de nuestras Coladeras 262, 262-35, 262-35CH, 262-35GH y 262-35GH, con una extensión de la longitud necesaria para atravesar el grueso de la losa con cuadrado redonda para su colocación, incluyendo el casquillo correspondiente también más largo. El cargo extra variará de acuerdo con el tamaño del aumento.

### DIMENSIONES EN CENTIMETROS

| A   | B    | C    | D   | E    | F    | G    | X   | Y   |
|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|
| 5.0 | 12.9 | 20.0 | 8.3 | 14.1 | 16.9 | 15.0 | 1.5 | 3.5 |



No acepte imitaciones, insista en:

**HELVEX**

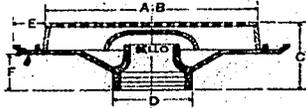
garantía de calidad

## COLADERAS PARA PISO EN EXTERIORES

### COLADERA PARA PISO 2714



2714. Con sello hidráulico de campana.



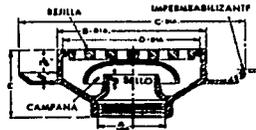
**ESPECIFICACIONES:** Coladera rectangular de hierro fundido con pintura especial anticorrosiva. Plato de doble drenaje. Rejilla removible para tránsito pesado. Salida con rosca para tubo de 10 cm. (4").

**APLICACIONES:** Para instalarse en patios, terrazas, fábricas y plantas industriales, garages, cubos de elevador, lavanderías y lugares similares, aún en aquellos de tránsito pesado, y donde se necesite que la coladera tenga céspol integral.

#### DIMENSIONES EN CENTIMETROS

| A    | B    | C    | D    | E   | F   | G    |
|------|------|------|------|-----|-----|------|
| 19.5 | 38.5 | 14.5 | 13.1 | 5.8 | 7.3 | 10.1 |

### COLADERA PARA PISO 2514



**ESPECIFICACIONES:** Coladera para piso, marca HELVEX, serie 2510, tipo 2514. De hierro fundido, con pintura especial anticorrosiva. Plato especial de doble drenaje con pequeños agujeros conectados al interior de la coladera para evitar que el agua que penetre por la junta con el piso, produzca humedades en el piso inferior. Rejilla especial para trabajo pesado. Campana integral para producir sello hidráulico y evitar el paso de olores y gases de las líneas de drenaje al lugar donde la coladera se ha colocado. Salida con rosca para tubo de 10 cm. (4").



**APLICACIONES:** Para instalarse en patios, terrazas, fábricas y plantas industriales, garages, cubos de elevador, lavanderías y lugares similares, aún en aquellos de tránsito pesado, y donde se necesite que la coladera tenga céspol integral.

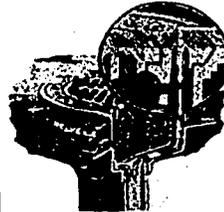
#### DIMENSIONES EN CENTIMETROS

| A    | B    | C    | D    | E  |
|------|------|------|------|----|
| 10.1 | 22.4 | 34.2 | 20.0 | 12 |

### COLADERA PARA PISO 5424

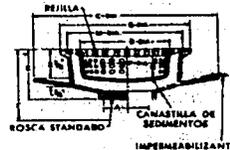
**ESPECIFICACIONES:** Coladera para piso, marca HELVEX, serie 5420, tipo 5424. De hierro fundido, con pintura especial anticorrosiva. Canastilla de sedimentos removible. Triple drenaje que funciona en la siguiente forma:

- Drenaje por los pequeños agujeros de la canastilla de sedimentos, que impiden el paso de partículas que pudieran obstruir las líneas de drenaje.
- Plato de doble drenaje con pequeños agujeros conectados al interior de la coladera para evitar que el agua que penetre por la junta de la coladera y el piso produzca humedades en el piso inferior.
- Drenaje por una serie de pequeños agujeros situados en la periferia rodeando a la rejilla y que por tener un camino independiente al drenaje, trabajan aún cuando la canastilla esté completamente llena, impidiendo así que el agua se acumule en el área por drenar. El drenaje por estos agujeros es sin embargo, más lento, indicando así que debe limpiarse la canastilla.



La rejilla superior no puede colocarse sin la canastilla de sedimentos, evitando que por descuido se use la coladera sin canastilla. Salida con rosca para tubo de 4" (101 mm.).

**APLICACIONES:** Para usarse en fábricas y plantas industriales, terrazas, bajadas pluviales cuando exista tránsito en el piso donde se encuentre la bajada, garages, lavanderías, cocinas, etc., y en todos aquellos lugares en los cuales el agua que va al drenaje arrastre sustancias extrañas que puedan obstruir las líneas de drenaje.



ESPECIFIQUELAS POR NUMERO

#### DIMENSIONES EN CENTIMETROS

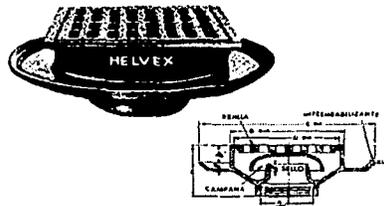
| A    | B    | C    | D    | E    | M    | P    | R   |
|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 10.1 | 22.9 | 31.8 | 16.4 | 12.6 | 21.2 | 14.6 | 6.3 |

No acepte imitaciones, insista en:

**HELVEX**

garantía de calidad

**COLADERA PARA PISO CON REJILLA CROMADA  
No. 2584**



**ESPECIFICACIONES:** Coladeras para piso, marca HELVEX, serie 2580, modelo 2584-25. Cuerpo especial de hierro fundido con pintura especial anticorrosiva y plato de doble drenaje y rejilla CUADRADA removible de bronce cromado.

La serie 2580 lleva una campana integral, para producir sello hidráulico que evite el paso de malos olores y gases del drenaje al lugar donde se ha colocado la coladera.

Salida vertical con rosca standard para tubo de 10 cm. (4").

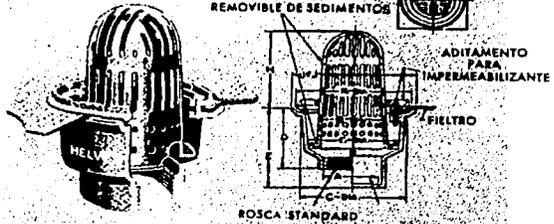
Para instalarse en lugares donde se necesite una coladera de gran capacidad de drenaje con rejilla cromada.

**DIMENSIONES EN CENTIMETROS**

| No.     | A    | B  | C    | D  | E    |
|---------|------|----|------|----|------|
| 2584-25 | 10.1 | 25 | 34.4 | 20 | 13.5 |

**COLADERAS PARA AZOTEA Nos. 444 y 446**

CÚPULA Y CANASTILLA  
REMOVIBLE DE SEDIMENTOS



**ESPECIFICACIONES:** Coladeras para azotea, marca HELVEX, Serie 440 tipos 444 y 446. De hierro fundido, con pintura especial anticorrosiva. Cúpula y canastilla de sedimentos en una sola pieza removible. Anillo especial para la colocación del impermeabilizante. Salida con rosca (coladera 444) y especial para retacar (coladeras 444-X y 446-X) para tubo de 101 mm. (4"), la 444 y de 152 mm. (6") la 446.

**APLICACIONES:** Para colocarse en todas aquellas bajadas pluviales que drenen superficies en donde no exista tránsito sobre la coladera, es decir, que permitan la instalación de cúpula y no requieran una rejilla plana.

**DIMENSIONES EN CENTIMETROS**

| No. | A    | B    | C    | D    | E    | K    | G    | H    | J    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 444 | 10.1 | 9.3  | 17.1 | 11.8 |      | 19.7 | 15.2 | 10.4 | 20.7 |
| 446 | 14.1 | 12.3 | 25.1 |      | 21.6 | 26   | 22.7 | 14.5 | 27.5 |

**DIMENSIONES EN CENTIMETROS**

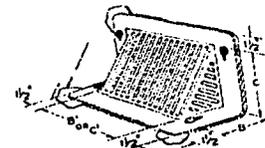
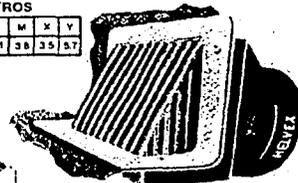
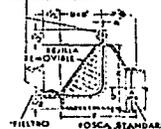
| No.  | A    | B   | C    | D   | E    | F  | G    | L    | M  | X  | Y  |
|------|------|-----|------|-----|------|----|------|------|----|----|----|
| 4954 | 10.1 | 8.3 | 13.6 | 6.4 | 17.3 | 15 | 16.8 | 10.1 | 38 | 35 | 57 |

**COLADERA PARA PRETIL No. 4954**

**ESPECIFICACIONES:** Coladera para pretil marca HELVEX, serie 4950, modelo 4954. De hierro fundido, con pintura especial anticorrosiva. Rejilla removible. Aditamento especial para la colocación del impermeabilizante. Salida lateral con rosca para tubo de 10 cm. (4").

**APLICACIONES:** Para colocarse en todas las bajadas pluviales situadas en el pretil o esquina de las azoteas, terrazas, etc., cuando el tubo de bajada atraviesa la pared para colocarse en el exterior de la fachada con el empleo de un codo de 90°.

ADITAMENTO PARA IMPERMEABILIZANTE



**CAPACIDAD DE BAJADAS DE AGUA PLUVIAL  
EXPRESADA EN METROS CUADRADOS DE AREA DE AZOTEA DRENAJE PLUVIAL**

| DIÁMETRO<br>BAJADA EN MM. | INTENSIDAD MEDIA MÁXIMA ANUAL PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS<br>EXPRESADA EN MM/HORA |     |     |     |     |
|---------------------------|---|-----|-----|-----|-----|
|                           | 25  | 50  | 75  | 100 | 200 |
| 50                        | 93  | 38  | 35  | 25  | 18  |
| 75                        | 148   | 111 | 84  | 76  | 54  |
| 100                       | 200   | 145 | 110 | 100 | 72  |
| 125                       | 260   | 190 | 140 | 125 | 90  |
| 150                       | 320   | 230 | 170 | 150 | 108 |
| 200                       | 480   | 330 | 240 | 200 | 144 |

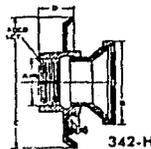
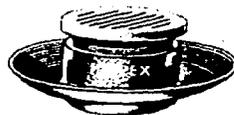
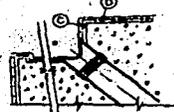
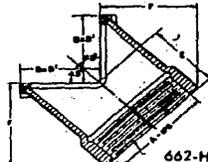
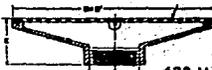
No acepte imitaciones, insista en:

**HELVEX**

garantía de calidad

## REBOSADEROS HELVEX

garantía de calidad



**ESPECIFICACIONES:** Rebosaderos marca HELVEX, series 630, 660 y 340, modelos 632H, 662H y 342H. Cuerpo de bronce o hierro fundido con cuerda standard para tubo de 50 mm. (2") rejilla removible de bronce cromado sujeta con tornillos.

**APLICACIONES:** Pueden usarse como rebosaderos y como inyectores de agua, sirviendo también como coladeras de salida en aquellos lugares que requieren una rejilla cromada con magnífica presentación y gran superficie de drenado.

No. 632H: Cuerpo de bronce y rejilla cromada alargada y angosta con una gran área libre de drenado.

No. 662H: Cuerpo de bronce y rejilla de ángulo cromada y salida a 45° que la hacen ideal para rebosaderos y coladeras de salida en esquinas (ver esquema).

No. 342H: Para usarse como inyector y coladero de salida. De esta coladera, podemos surtir también la rejilla suelta con rosca interior de 50 mm. (2").

### DIMENSIONES EN CENTIMETROS

| No.   | A   | BxB    | C  | D   | E   | F   | X   | Y   |
|-------|-----|--------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 632-H | 5.φ | 23x7.7 |    |     | 6.3 |     |     |     |
| 662-H | 5.φ | 13.6x5 |    |     | 4   | 5.6 |     |     |
| 342-H | 5.φ | 9.9    | 20 | 6.7 | 4   | 0   | 3.2 | 5.3 |

### VALVULA PARA DRENAJE MODELO 1176

EVITE USTED EL REGRESO DE AGUAS NEGRAS EN SUS LINEAS DE DRENAJE

... y los problemas que ocasionan, instalando para ello EN TODAS sus construcciones, una válvula HELVEX para drenaje, con la cual obtendrá una protección positiva contra las inundaciones de aguas negras, ocasionadas por exceso de carga en los colectores municipales, lluvias y aguaceros torrenciales, obstrucción parcial o total de las líneas, capacidad o pendiente inadecuadas y muchas otras causas.

Su diseño especial patentado, la cuidadosa selección de los materiales que intervienen en su fabricación y las técnicas más modernas, le aseguran un funcionamiento perfecto, respaldado por el prestigio y alta calidad, ya tradicional en todos los productos HELVEX.

**ESPECIFICACIONES:** Válvula HELVEX para drenaje modelo 1176.

Cuerpo de hierro fundido con pintura especial anticorrosiva. Tapa de registro fácilmente removible y con apoyos de nivelación para facilitar su correcta instalación. Conexiones de campana y espiga, para que la válvula pueda instalarse en tuberías de drenaje, de cualquier material, con un diámetro interior de 15 cm. (6").

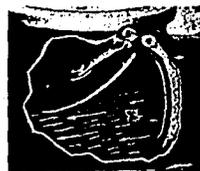
Compuerta y asiento de la misma fabricados en bronce y unidos por una bisagra doble especial, que impiden la corrosión de los mismos y aseguran una posición siempre correcta y permiten una limpieza automática de todas sus piezas.

La compuerta cierra a la menor presión en sentido contrario, impidiendo el regreso de agua negra, pero puede abrirse totalmente, permitiendo así que las líneas de drenaje puedan trabajar a tubo lleno. Su soporte además, le permite girar libremente, lo que asegura un desgaste parejo tanto en la compuerta como en el asiento, lográndose siempre un cierre total.



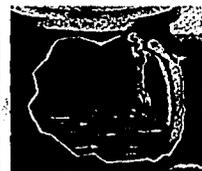
**POSICION NORMAL**

La compuerta queda un poco abierta, para permitir la circulación de aire por las líneas de drenaje.



**COMPUERTA ABIERTA**

La compuerta puede abrirse lo que sea necesario para permitir la salida del drenaje de la casa o edificio hacia el colector de la calle.

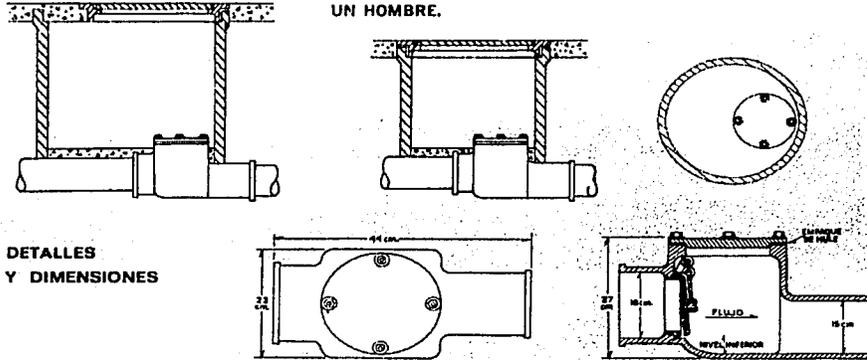


**COMPUERTA CERRADA**

Cierra instantánea y totalmente a la menor presión en sentido contrario, impidiendo el regreso de aguas negras y evitando inundaciones.



DIAGRAMA DE INSTALACION MOSTRANDO LA VALVULA Y EL REGISTRO CORRESPONDIENTE, CUYA TAPA PERMITE EL PASO DE UN HOMBRE.



DETALLES  
Y DIMENSIONES

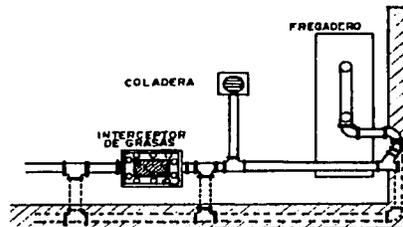
## INTERCEPTOR DE GRASA

**HELVEX**

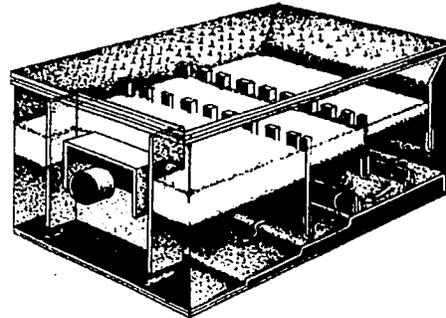
garantía de calidad

Diseñado especialmente para cocinas de hospitales, hoteles, cafeterías, restaurantes, cantinas, torterías, residencias, departamentos, multifamiliares, etc., etc y en general para todos aquellos lugares donde el agua se deslaja cargada de grasas y otros desperdicios, que deben ser retirados antes de pasar a los drenajes principales, para evitar así que se obstruyan y causen serios problemas.

Esto se consigue conectando a la caja interceptora de grasas el drenaje de los fregaderos, lavadoras de trastes, las coladeras de zona de marmitas y otros muebles con drenaje grasoso.



TUBO DOBLE VENTILACION



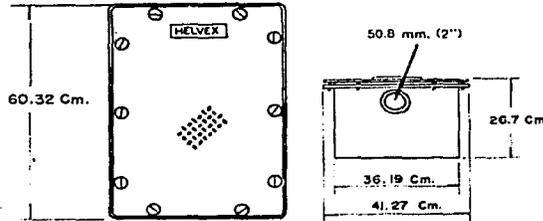
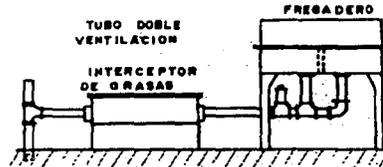
En la caja interceptora queda retenida la grasa y puede ser retirada periódicamente.

En plantas elaboradoras y empacadoras de carnes y embutidos, las grasas y mantecas arastradas con el agua de proceso, deben retenerse, no sólo para evitar obstrucciones en los drenajes y preservar la higiene, sino también por su valor de recuperación.

El funcionamiento de nuestro interceptor es muy sencillo, ya que, por simple diferencia de densidad, la grasa que lleva el agua en suspensión, al pasar ésta por su fondo de cascada y chocar contra una serie de mamparas verticales se separa hacia la superficie y se va acumulando en forma de blocks de grasa medio solidificada. El agua, ya limpia, sigue su camino hacia el drenaje y la grasa se acumula en la parte superior del interceptor, de donde se saca periódicamente, quitando para ello los tornillos de la tapa.

La frecuencia de limpieza del interceptor dependerá del uso y de la concentración de grasa en los muebles cuyo drenaje se le conecta, debiendo al principio revisarla frecuentemente hasta determinar la periodicidad recomendada.

El interceptor está construido de lámina cold-rolled con espesor de 6 mm. (1/4"), soldada y probada a presión. Su terminación de una capa de zinc, garantiza su resistencia a la corrosión y oxidación. Se puede instalar sobre el piso o a nivel del mismo y su tapa superior tiene una terminación corrugada, a fin de evitar resbalones y accidentes.



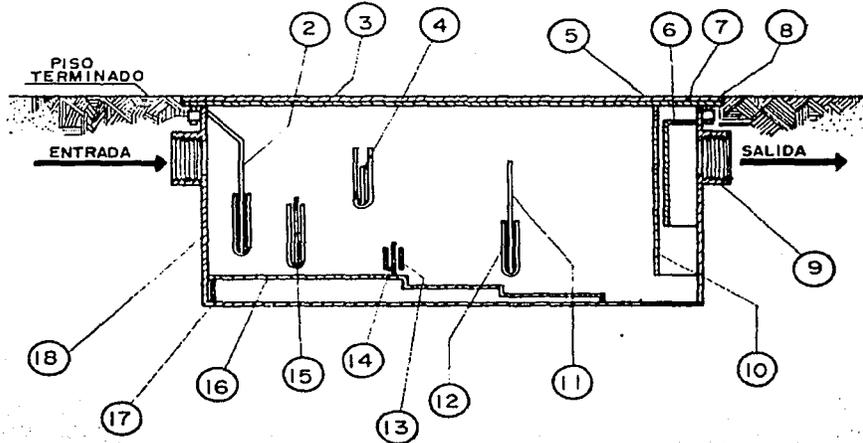
ESTE INTERCEPTOR TIENE UNA CAPACIDAD DE ALMACENAJE DE 18.14 KILOS. DE GRASA

LA CAPACIDAD DE FLUJO DEL INTERCEPTOR ES DE 45 LITROS POR MINUTO.

TODAS SUS PARTES SE ENCUENTRAN GALVANIZADAS PARA EVITAR LA CORROSION.

LA TAPA DEL INTERCEPTOR DE GRASAS SE ENCUENTRA LABRADA PARA EVITAR RESBALAMIENTOS, YA QUE SU INSTALACION SE RECOMIENDA AL NIVEL DEL PISO.

#### INSTALACION Y PARTES DE LA CAJA INTERCEPTORA DE GRASAS



- |   |  |   |
|---|--|---|
| 2.- 1-05-158 Placa desviadora primaria.             | 8.- 2-05-023 Marco sujeción p/emp. y tapa. | 14.- 1-05-160 Placa mampara chica.                  |
| 3.- 2-05-024 Tapa y placa c/remaches.               | 9.- 1-05-129 Cople.                        | 15.- 1-05-159 Placa mampara grande.                 |
| 4.- 1-05-162 Rejilla mampara chica.                 | 10.- 1-05-122 Aceleración sifón.           | 16.- 2-05-020 Cascada armada.                       |
| 5.- 1-05-126 Tornillo cabeza plana de 10 mm. (3/8") | 11.- 1-05-161 Rejilla mampara grande.      | 17.- 2-05-017 Placa fondo y soporte cascada armada. |
| 6.- 1-05-124 "U" para cespel.                       | 12.- 1-05-134 Guía soporte de mampara.     | 18.- 2-05-015 Sección frontal armada.               |
| 7.- 1-05-154 Junta de tapa y caja.                  | 13.- 1-05-123 Soporte "U" de mampara.      |   |

Figura 7.1. Catálogo Helvex.

## **CAPITULO 8**

### **DISEÑO DE LA INSTALACION DE EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES**

La instalación de evacuación de aguas pluviales se diseña con base en el área de captación de lluvia y la intensidad de la lluvia de diseño. A diferencia de la instalación de evacuación de aguas residuales, las tuberías pueden trabajar a tubo lleno dependiendo de la cantidad de lluvia.

Cabe mencionar que con el fin de recuperar los mantos acuíferos, se deberá considerar lo dispuesto en el Artículo 77 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, el cual se refiere a la superficie mínima que deberá dejarse sin construir en un predio, la cual deberá ser jardinada y deprimida, o en su caso por necesidades propias de la edificación podrá cubrirse con adopasto, adocreto o con cualquier tipo de material que permita en gran parte la infiltración de las agua s pluviales al subsuelo.

De acuerdo con el artículo 91 del Reglamento del Servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal, publicado el 25 de enero de 1990, para los nuevos desarrollos urbanos los sistemas de evacuación de aguas residuales y pluviales, deben construirse por separado, pudiéndose así aprovechar las aguas pluviales para el riego de áreas verdes, lavado de patios o para que el agua se infiltre al subsuelo, dependiendo de las características de éste.

#### **8.1. Cálculo del gasto de diseño**

El Gobierno del Distrito Federal propone emplear el criterio del método de la fórmula racional. Para el diseño de la bajadas ramales y redes generales pluviales se utilizará la expresión de Chezy, con el coeficiente de rugosidad calculado por Manning.

Se autoriza la aplicación de otro método de diseño diferente al propuesto siempre y cuando el gasto descargado al drenaje municipal por la edificación tenga un caudal máximo de aguas pluviales equivalente al que se obtenga para dicha edificación, mediante el uso de la fórmula racional. Cuando el gasto de aguas pluviales sea mayor a los permitidos, el proyectista quedará obligado a diseñar dentro de la obra estructuras tales como: pozos de absorción, tanques de tormentas, cisternas de almacenamiento de aguas pluviales, campos de oxidación, etc., con la finalidad de retardar la salida de las aguas pluviales hacia la red municipal.

El Instituto de Ingeniería se encargó de adaptar la fórmula racional para la cuenca del Valle de México; mediante su empleo se podrá determinar en forma general el gasto máximo de aguas pluviales que escurren dentro de las edificaciones, para tal efecto la fórmula queda como sigue:

$$Q_p = 2.778 C I A \dots\dots(Ecuación 8.1)$$

Donde:

$Q_p$  gasto pluvial en l/s

2.778 coeficiente de conversión de unidades s

C coeficiente de escurrimiento (adimensional)

I intensidad de lluvia en mm/h  
A área de captación en ha

El coeficiente de escurrimiento se obtiene como valor ponderado de los coeficientes específicos de escurrimiento de diversas superficies de contacto del agua de lluvia. Los valores más comunes del coeficiente de escurrimiento se presentan en el Cuadro 8.1.

Cuadro 8.1. Coeficientes de escurrimiento

| VALORES TÍPICOS DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO "C"<br>DE ACUERDO CON EL MANUAL DE HIDRAULICA URBANA |                              |        |
|---|------------------------------|--------|
| TIPO DEL AREA<br>DRENADA  | COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO |        |
|   | MINIMO                       | MAXIMO |
| <b>ZONAS COMERCIALES</b>  |                              |        |
| Zona comercial  | 0.75                         | 0.95   |
| Vecindarios   | 0.50                         | 0.70   |
| <b>ZONAS RESIDENCIALES</b>  |                              |        |
| Unifamiliares   | 0.30                         | 0.50   |
| Multifamiliares<br>espaciados   | 0.40                         | 0.50   |
| Multifamiliares<br>compactos  | 0.60                         | 0.75   |
| Semiurbanas   | 0.25                         | 0.40   |
| Casas habitación  | 0.50                         | 0.70   |
| <b>ZONAS INDUSTRIALES</b>   |                              |        |
| Espaciado   | 0.50                         | 0.80   |
| Compacto  | 0.60                         | 0.90   |
| Cementerios y parques   | 0.10                         | 0.25   |
| Campos de juego   | 0.20                         | 0.35   |
| Patios de ferrocarril   | 0.20                         | 0.40   |
| Zonas suburbanas  | 0.10                         | 0.30   |
| Asfaltadas  | 0.70                         | 0.95   |
| De concreto hidráulico  | 0.80                         | 0.95   |
| Adoquinados   | 0.70                         | 0.85   |
| Estacionamientos  | 0.75                         | 0.85   |
| Techados  | 0.75                         | 0.95   |
| <b>PRADERAS</b>   |                              |        |
| Suelos arenosos planos<br>(pendientes 0.02)   | 0.05                         | 0.10   |
| Suelos arenosos con<br>pendientes medias<br>(0.02-0.07)   | 0.10                         | 0.15   |
| Suelos arenosos<br>escarpados (0.07 o más)  | 0.15                         | 0.20   |
| Suelos arcillosos planos<br>(0.02 o menos)  | 0.13                         | 0.17   |
| Suelos arcillosos con<br>pendientes medias<br>(0.02-0.07)   | 0.18                         | 0.22   |
| Suelos arcillosos<br>escarpados (0.07 o más)  | 0.25                         | 0.35   |

La intensidad de lluvia se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I = 60 \text{ hp} / \text{tc} \dots\dots\dots(\text{Ecuación 8.2})$$

Donde:

I intensidad de precipitación en mm/h

hp(tr,d) precipitación media para un período de retorno tr y la duración tc, en mm

tc tiempo de concentración en min

Para fines prácticos el tiempo de concentración, podrá considerarse igual a la duración de la tormenta de diseño. Para determinar el periodo de retorno y la duración de la tormenta, de acuerdo al tipo de obra que se trate y a la zona donde se ubique deberán consultarse los datos climatológicos del lugar.

En obras de gran importancia y magnitud, será necesario obtener la intensidad de lluvia en la estación pluviométrica más próxima a la zona donde se ubique la obra, en base al periodo de retorno y duración establecidos.

El gasto máximo a conducir es el captado por la o las coladeras pluviales que aporten agua a la bajada.

Las tuberías deberán diseñarse para trabajar a  $\frac{1}{4}$  de la superficie que ocuparía la sección transversal total de dicha tubería.

La intensidad de lluvia de diseño para bajadas de aguas pluviales será de 150 mm/h y la duración de tormenta a considerar será de 5 min. En el Cuadro 8.2. se muestran la intensidades de lluvia máximas que han ocurrido en la Ciudad de México.

Cuadro 8.2. Intensidad máxima de lluvia

| Intensidad máxima de lluvia en los cinco primeros minutos más intensos<br>en el Valle de México durante los últimos 72 años con datos SARH-UNAM,<br>expresados en mm/h |        |      |        |      |        |
|--|--------|------|--------|------|--------|
| 1923   | 103.20 | 1947 | 147.60 | 1971 | 174.00 |
| 1924   | 117.60 | 1948 | 240.00 | 1972 | 136.00 |
| 1925   | 108.00 | 1949 | 120.00 | 1973 | 128.00 |
| 1926   | 121.20 | 1950 | 156.00 | 1974 | 189.00 |
| 1927   | 117.60 | 1951 | 120.00 | 1975 | 117.00 |
| 1928   | 204.00 | 1952 | 114.00 | 1976 | 98.00  |
| 1929   | 126.00 | 1953 | 150.00 | 1977 | 126.00 |
| 1930   | 96.00  | 1954 | 132.00 | 1978 | 165.30 |
| 1931   | 128.40 | 1955 | 186.00 | 1979 | 132.00 |
| 1932   | 132.00 | 1956 | 120.00 | 1980 | 114.80 |
| 1933   | 122.40 | 1957 | 120.00 | 1981 | 131.60 |
| 1934   | 100.80 | 1958 | 96.00  | 1982 | 102.80 |
| 1935   | 120.00 | 1959 | 240.00 | 1983 | 127.00 |
| 1936   | 120.00 | 1960 | 102.00 | 1984 | 137.20 |
| 1937   | 169.20 | 1961 | 90.00  | 1985 | 285.40 |
| 1938   | 126.00 | 1962 | 132.00 | 1986 | 128.00 |
| 1939   | 124.80 | 1963 | 108.00 | 1987 | 260.00 |
| 1940   | 108.00 | 1964 | 162.00 | 1988 | 132.00 |
| 1941   | 102.00 | 1965 | 189.60 | 1989 | 257.00 |
| 1942   | 120.00 | 1966 | 120.00 | 1990 | 163.50 |
| 1943   | 123.60 | 1967 | 150.00 | 1991 | 189.00 |
| 1944   | 144.00 | 1968 | 255.60 | 1992 | 234.00 |
| 1945   | 138.00 | 1969 | 120.00 | 1993 | 166.70 |
| 1946   | 211.20 | 1970 | 126.00 | 1994 | 165.30 |

## 8.2. Diseño de tuberías

### Columnas

El diámetro de estas columnas se determina en función de la superficie horizontal de recolección. La distancia máxima entre columnas será de 10 a 20 m. Si una columna se conecta con un colector, de aguas residuales, la conexión debe estar, por lo menos, 1.5 m más abajo que cualquier aparato sanitario para evitar que en una lluvia torrencial el agua pueda pasar al aparato

**Cuadro 8.3 Diámetros en columnas de aguas residuales y en columnas de aguas pluviales**

| Diámetro columna<br>Mm | Columnas de aguas residuales |                    |                               | Columnas aguas lluvia              | Diámetro columna<br>Mm |
|------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------|
|                        | Máximo número de unidades    |                    | Longitud máxima de la columna | Area de recolección m <sup>2</sup> |                        |
|                        | Por planta                   | En toda la columna |                               |                                    |                        |
| 40                     | 3                            | 8                  | 18                            | Hasta 8                            | 40                     |
| 50                     | 8                            | 18                 | 27                            | De 9 a 25                          | 50                     |
| 70                     | 20                           | 36                 | 31                            | De 26 a 75                         | 70                     |
| 80                     | 45                           | 72                 | 64                            | De 76 a 170                        | 80                     |
| 100                    | 190                          | 384                | 91                            | De 171 a 335                       | 100                    |
| 125                    | 350                          | 1020               | 119                           | De 336 a 500                       | 125                    |
| 150                    | 540                          | 2070               | 153                           | De 501 a 1000                      | 150                    |
| 200                    | 1200                         | 5400               | 225                           | -                                  | 200                    |

El diámetro mínimo de columna donde descarguen WC es 80 mm.

El diámetro mínimo de las columnas pluviales, cuando se piense descarguen impurezas es de 80 mm.

En el cálculo del diámetro de columnas para aguas pluviales, se ha considerado una intensidad de la lluvia de 10 cm/hora máximo. Para otras intensidades bastará multiplicar los valores del área de recolección por la relación  $i/10$ , donde  $i$  es la intensidad máxima en cm/hora.

La tabla supone columnas empotradas. Si van al descubierto, conviene emplear el diámetro superior inmediato.

### Colectores

Los cuadros calculan el diámetro en función de la superficie de recolección y de la pendiente del tubo.

Ningún colector debe tener una pendiente inferior al 1%.

Cuadro 8.4 Diámetros en colectores de aguas residuales y en colectores de aguas pluviales.

| Diámetro colector mm | Colectores aguas residuales      |      |      | Colectores aguas pluviales          |      |      | Diámetro colector Mm |
|----------------------|----------------------------------|------|------|-------------------------------------|------|------|----------------------|
|                      | Máx. número unidades de descarga |      |      | Sup máx. recolección m <sup>2</sup> |      |      |                      |
|                      | Pendiente                        |      |      | Pendiente                           |      |      |                      |
|                      | 1%                               | 2%   | 4%   | 1%                                  | 2%   | 4%   |                      |
| 35                   | 1                                | 1    | 1    | 8                                   | 12   | 17   | 35                   |
| 40                   | 2                                | 2    | 3    | 13                                  | 20   | 27   | 40                   |
| 50                   | 7                                | 9    | 12   | 28                                  | 41   | 58   | 50                   |
| 70                   | 17                               | 21   | 27   | 50                                  | 74   | 102  | 70                   |
| 80                   | 27                               | 36   | 48   | 80                                  | 116  | 163  | 80                   |
| 100                  | 114                              | 150  | 210  | 173                                 | 246  | 352  | 100                  |
| 125                  | 270                              | 370  | 540  | 307                                 | 437  | 618  | 125                  |
| 150                  | 510                              | 720  | 1050 | 488                                 | 697  | 995  | 150                  |
| 200                  | 1290                             | 1860 | 2640 | 1023                                | 1488 | 2065 | 200                  |
| 250                  | 2520                             | 3600 | 5250 | 1814                                | 2557 | 3720 | 250                  |
| 300                  | 4390                             | 6300 | 9300 | 3022                                | 4231 | 6090 | 300                  |

Diámetro mínimo para colectores.  
Con descarga de 1 WC 80 mm.  
Con descarga de mas de 2 WC 100 mm.

### Ejemplo

Diseñar el drenaje de aguas pluviales, para un edificio con un área de captación de 180 m<sup>2</sup> ubicado en la Ciudad de México y calcular el gasto pluvial.

Cálculo del gasto pluvial.

Para el cálculo del gasto pluvial se utiliza la ecuación 8.1. Dado que se trata de un edificio del cuadro 8.1 podemos considerar que para una zona residencial y una casa habitación el coeficiente de escurrimiento sería del orden de 0.60.

En la Ciudad de México la intensidad de lluvia promedio según datos históricos es aproximadamente de 150 mm/h.

Entonces el gasto de agua pluvial sería

$$Q=2.778CIA$$

$$Q=2.778 (0.60) (150\text{mm/h}) (0.0180\text{ha})$$

$$Q=4.5 \text{ l/s}$$

Cálculo de columnas

Del cuadro 8.3 para un área de recolección de 180 m<sup>2</sup> y una intensidad de lluvia de 150 mm/h, tendremos que multiplicar el diámetro de la tabla por 1/10 con l en cm/h es decir multiplicaremos por 1.5, entonces el diámetro sería de 100mm por 1.5 quedando el diámetro de la columna de 150 mm.

### Cálculo del colector.

Para una pendiente del 2% y una área de recolección de  $180 \text{ m}^2$  obtenemos del cuadro 8.4 que el diámetro sería de 100mm, pero dado que la columna es de 150 mm el colector también será de 150 mm.

## **CAPITULO 9**

### **DISPOSICION INDIVIDUAL DE AGUAS RESIDUALES**

La depuración de aguas residuales de edificaciones localizadas en lugares aislados, donde no exista una red de alcantarillado municipal, se realizará mediante tanques sépticos, filtros biológicos y otros dispositivos. Se caracterizan por su bajo costo, no sufren averías, no requieren gastos de mantenimiento, no necesitan fuerza motriz y se pueden instalar en todos los terrenos.

Entre los sistemas de disposición de aguas residuales están los tanques sépticos y el tanque Imhoff

#### **9.1. Tanques sépticos**

Los tanques o fosas sépticas son depósitos subterráneos herméticos de fermentación, están diseñadas para el tratamiento de aguas fecales debiendo evitarse la introducción en las fosas sépticas de grasas, aguas pluviales, así como productos detergentes procedentes de lavadoras. Dichas aguas se enviarán por conductos separados directamente a una zona de absorción.

Se construyen en lugares donde no existe alcantarillado, pero que cuentan con sistema de agua potable que permite el uso de inodoros

Para obtener un correcto funcionamiento de las fosas sépticas es necesaria la absorción por el terreno de las aguas tratadas que ésta va expulsando de su interior.

#### **Partes que integran un tanque séptico**

Las fosas sépticas están formadas como se muestra en la Figura 9.1, por trampas para grasa que se colocarán cuando se reciban desechos de cocinas colectivas, garajes, y locales de elaboración de alimentos, tanque séptico elemento donde se desarrollan los procesos de sedimentación y séptico, caja distribuidora para mejor funcionamiento de las zanjas de filtración, zanjas o pozo de filtración (debe existir siempre que las condiciones locales lo permitan), pozo de absorción (será necesario en determinados casos en sustitución del campo de oxidación).

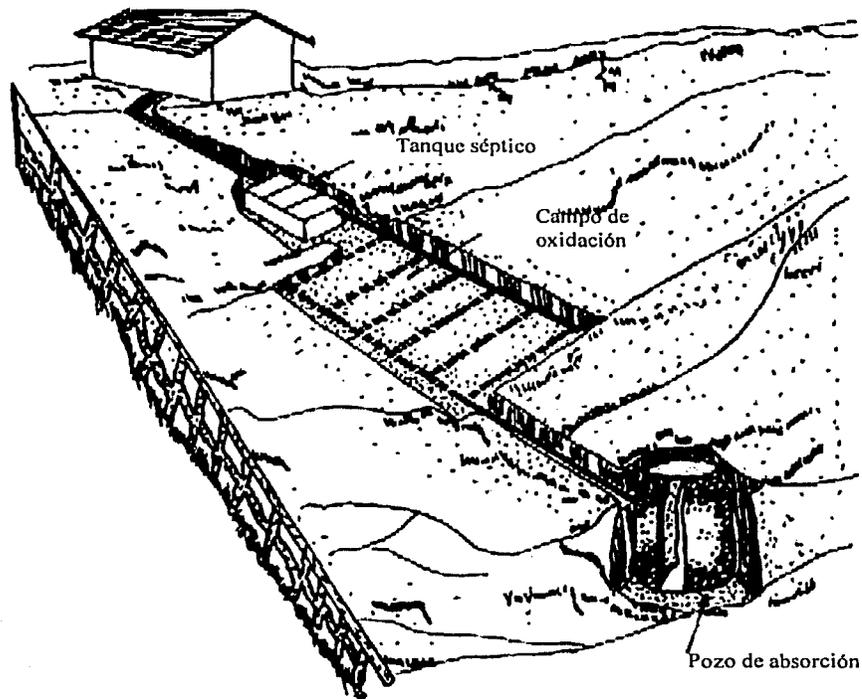


Figura 9.1. Partes que integran un tanque séptico

### **Trampa para grasa**

Las trampas para grasa son dispositivos que deben instalarse cuando se eliminan desechos grasosos. Deben colocarse antes del tanque séptico y contar con tapa para limpiarlos frecuentemente. Es preferible ubicarlos en lugares sombreados para mantener bajas temperaturas en su interior. La trampa para grasas se muestra en la Figura 9.2.

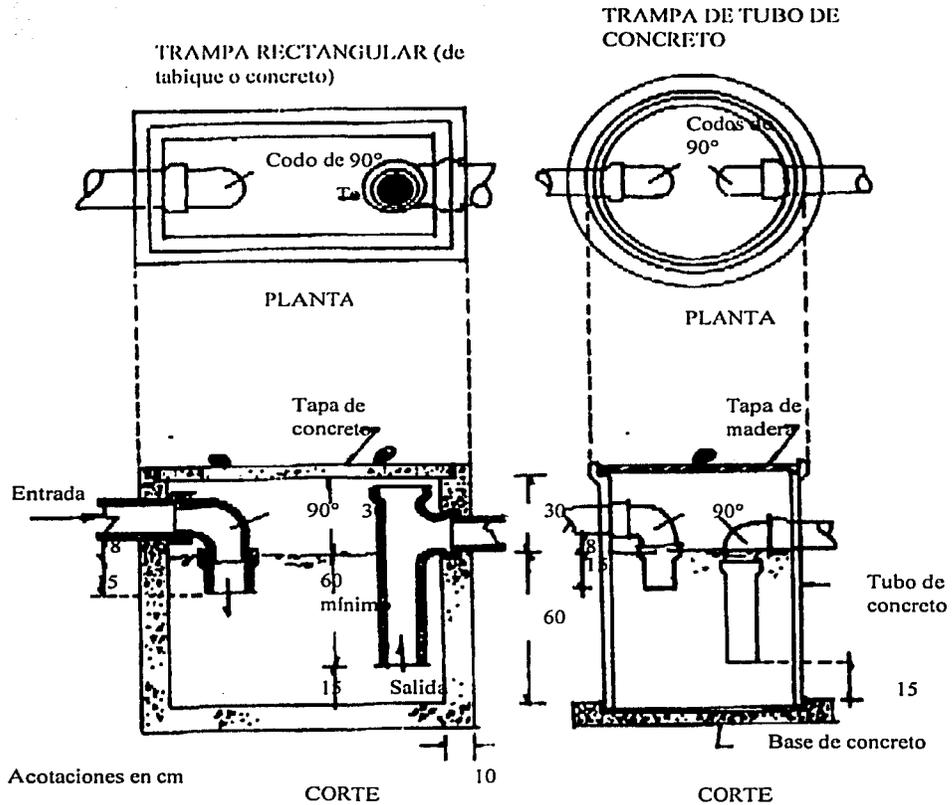


Figura 9.2 Trampa para grasas

### Tanque séptico

El tanque séptico propiamente dicho es un depósito rectangular donde se vierten las aguas residuales y se compone de una hasta tres cámaras usualmente ubicadas bajo el nivel del suelo y de un campo de disposición del agua residual para su filtración.

El objetivo del tanque es recibir tanto las excretas como las aguas grises domésticas, con la finalidad de que los sólidos se sedimenten y sufran digestión anaeróbica en un tiempo de retención de tres días.

La localización del tanque y del campo de absorción o infiltración no debe hacerse cerca de edificios, cuerpos de agua o árboles grandes que por medio de sus raíces puedan dañar las instalaciones.

Los tanques sépticos son viables para una o varias familias, escuelas, edificios, hoteles, etcétera, que cuenten con abastecimiento de agua continua así como con suficiente terreno permeable.

En Cuadro 9.1, se presentan las distancias recomendadas para la ubicación del tanque y las zanjas de filtración.

Cuadro 9.1. Distancias recomendadas para la ubicación del tanque y las zanjas de filtración

| Distancia mínima       | Tanque séptico | Zanjas de filtración |
|------------------------|----------------|----------------------|
|                        | Metros         | Metros               |
| Edificios              | 1.5            | 3.0                  |
| P. de la propiedad     | 1.5            | 1.5                  |
| Pozos                  | 15.0           | 30.0                 |
| Ríos                   | 15.0           | 30.0                 |
| Tanque de agua potable | 3.0            | 3.0                  |
| Árboles grandes        | 3.0            | 3.0                  |

### Modelos de tanques sépticos

Aunque existen diferentes modelos, los tanques sépticos tradicionales de un solo compartimiento o cámara son los más baratos y los más fáciles de construir.

La CEPIS/OPS/OMS mencionan que en el tanque de dos cámaras se logran mejores rendimientos en lo que se refiere a reducción de patógenos y sólidos en suspensión y recomienda que el primer compartimiento sea el doble del segundo.

El tanque de dos cámaras tiene un costo mayor pero es más viable porque tiene la ventaja de que se limpia con menor frecuencia que el de una cámara y logra un mejor tratamiento del agua residual. Se recomienda para zonas con densidad poblacional media.

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

### Procesos internos del tanque séptico

#### Separación de sólidos

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

#### Digestión de los lodos.

Los sólidos y líquidos son sometidos a descomposición por la acción de las bacterias anaerobias y por los compuestos que se producen (bióxidos de carbono y metano). Esta descomposición que prospera teóricamente sin oxígeno libre es llamada séptica.

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

#### Estabilización del líquido

Los cambios químicos que sufre el líquido en el tanque séptico no afectan a los patógenos. El efluente que se envía al campo de absorción contiene alto número de bacterias patógenas infecciosas, por lo que no se debe usar en riego, ni descargarse directamente a un cuerpo receptor de agua.

#### Disposición del efluente

La disposición del efluente se efectúa después de la sedimentación del agua residual y de la transformación de la materia orgánica en el tanque séptico.

Antes de diseñar un sistema subterráneo para eliminar aguas negras se determina si el suelo es apropiado para la absorción del efluente del tanque séptico, y el área que se requiere para filtración (Ar).

Es común que el efluente del tanque contenga altas concentraciones de materia orgánica, nutrientes y gran número de patógenos por lo que no debe descargarse directamente a drenaje superficial (suelo) o a cuerpos de agua, por ello se deberá descargar a zanjas de filtración y/o pozos de absorción.

En general deben cumplirse dos condiciones:

1. El tiempo de filtrado (Tf) debe ser de 10-30 minutos por día y por metro cuadrado. Comúnmente para un diseño práctico se utiliza un promedio de 20 minutos/ metro cuadrado día .
2. El nivel freático debe estar por lo mínimo a 1.5 metros bajo el fondo de la zanja o pozo de absorción.

Cuando se determina que el tanque séptico es aplicable, pueden considerarse dos posibles opciones para filtrar el efluente: zanjas de filtración y pozos de absorción.

#### **Caja de distribución**

Se sitúa inmediatamente después del tanque séptico al que se une por una tubería de junta hermética. Su función es mandar el total del efluente del tanque distribuyéndolo en partes proporcionales al número de salidas previstas para el proceso de oxidación, para ello todas las tuberías deberán colocarse al mismo nivel, garantizando así una distribución uniforme en las zanjas de filtración.

Se recomienda localizar la tubería de entrada a 5 cm y la salida a 2 cm del fondo de la caja. El ancho no debe exceder de 45 cm y el largo estará determinado por el número de orificios de salida considerando un espaciamiento mínimo de 25 cm entre los ejes de los tubos.

Las paredes y el piso deben ser impermeables, deben tener un tapa movable para su limpieza, se muestra una caja de distribución en la Figura 9.3.

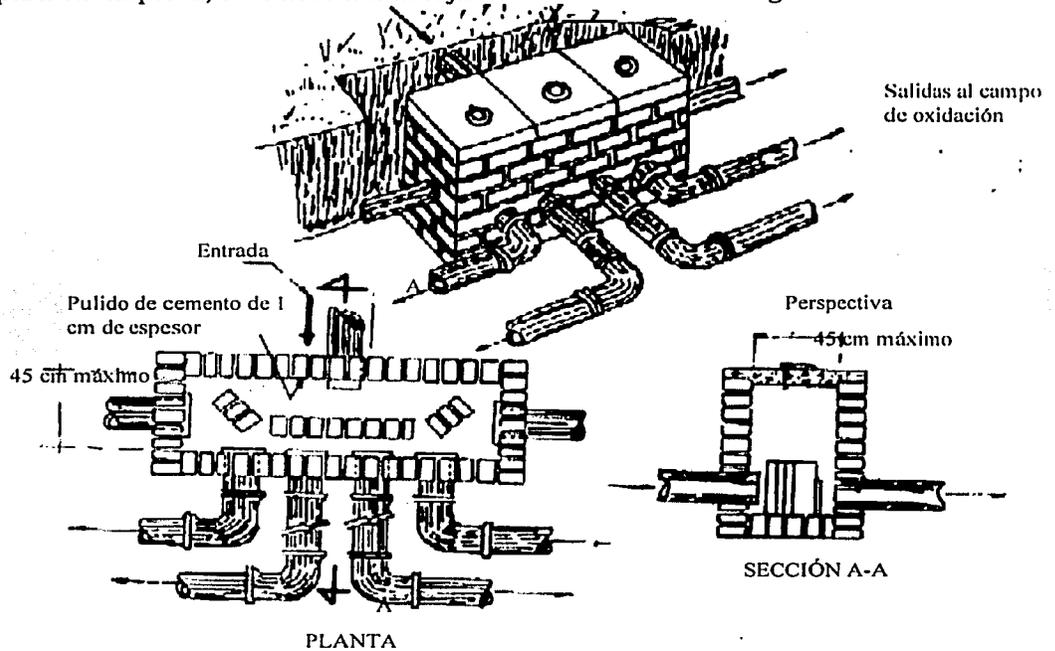


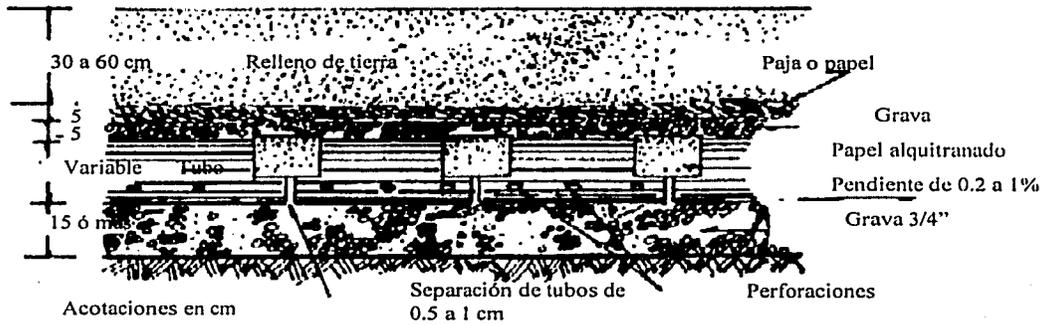
Figura 9.3 Caja de distribución

### Zanjas de filtración

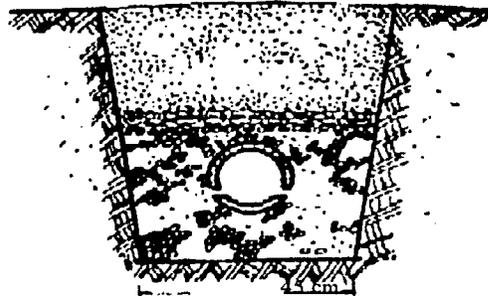
El sistema de zanjas es el método más económico y fácil de construir para mejorar el efluente de un tanque séptico por medio de filtración.

Este sistema no debe proyectarse si el suelo es rocoso, demasiado arcilloso, pantanoso o el nivel freático este a menos de 1.5 metros; además la disposición del efluente por medio de zanjas dependerá del tamaño del predio, ya que es necesario 1 metro cuadrado/ 20 litros de agua residual.

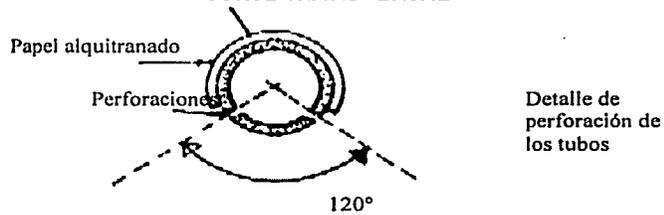
Las zanjas de absorción se excavan de 60 a 100 cm de profundidad, separadas a 1.80 m y a 30 m de largo; las cuales se pueden rellenar con piedra partida, tezontle, gravilla, arena gruesa y tierra, como se ilustra en la Figura 9.4 y 9.5.



CORTE LONGITUDINAL

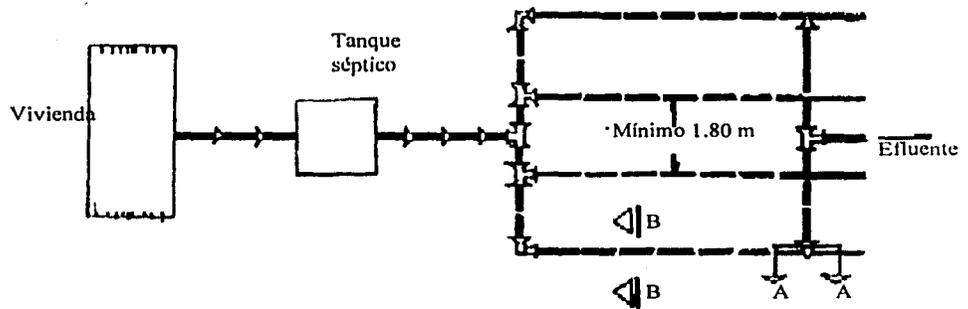


CORTE TRANSVERSAL



Detalle de perforación de los tubos

Figura 9.4. Zanjas de filtración



PLANTA

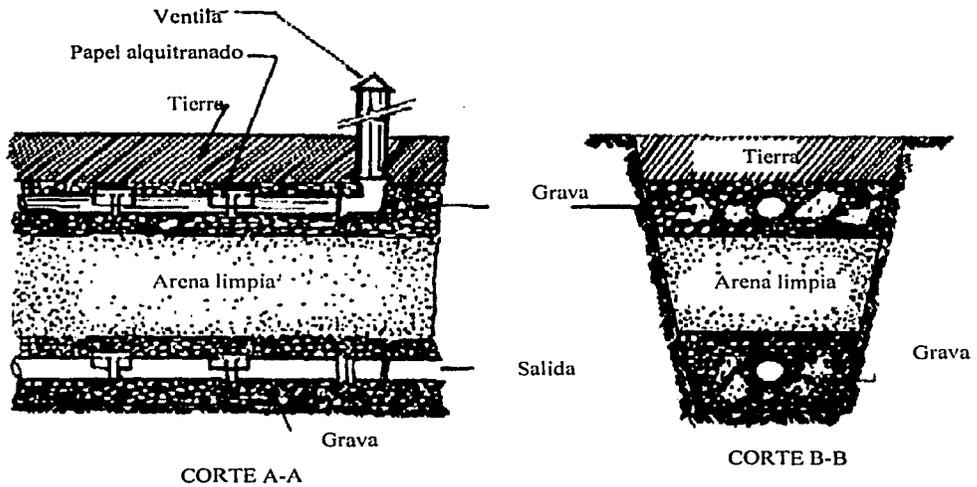
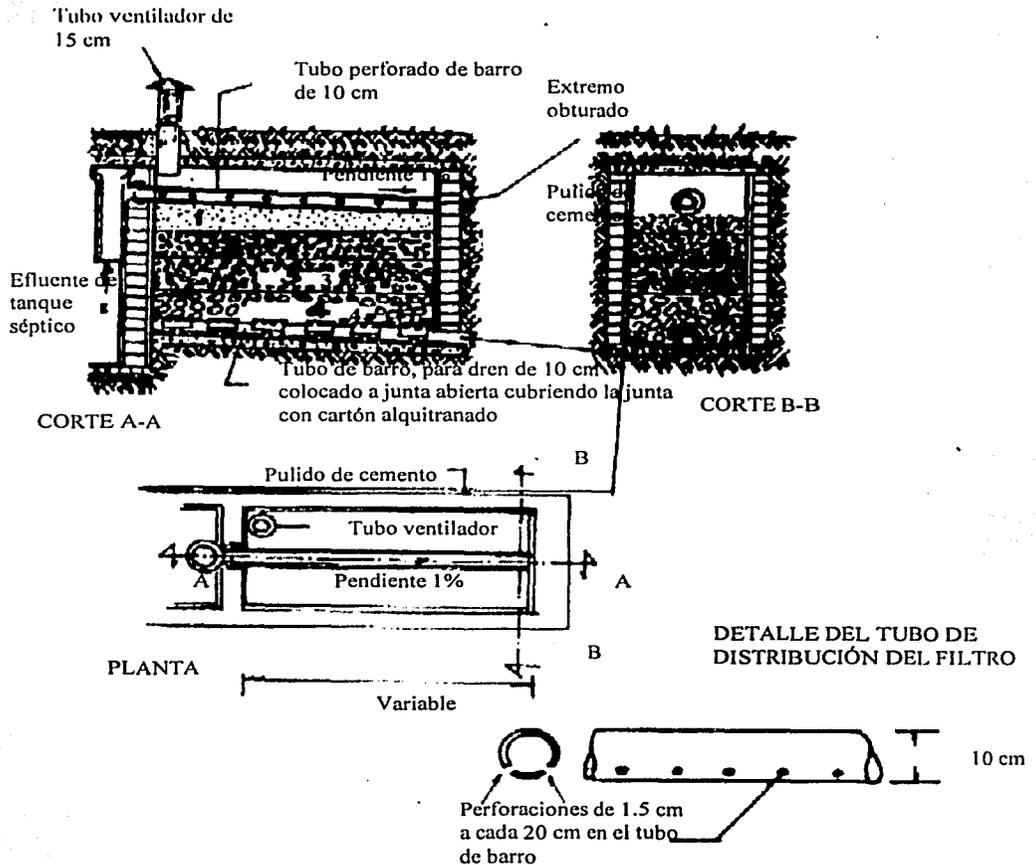


Figura 9.5 Zanjas de filtración

#### Cámara de oxidación.

Cuando el terreno no es lo suficiente mente grande para construir zanjas de filtración, se recomienda instalar un filtro anexo al tanque séptico fabricado con material impermeable, enterrado y tapado, con ventilación al exterior, relleno con piedra triturada o pedacería de tabique. Sus dimensiones se calculan a razón de  $0.1 \text{ m}^3$  de material filtrante por persona y para diez personas como mínimo. No es aconsejable utilizarlo para tanques con un volumen mayor de 3000 litros. El efluente se distribuye por medio de tubos perforados sobre el material filtrante, recolectándose en drenes ubicados en el

fondo, que a su vez se conectan con un pozo de absorción para su disposición final. En la figura 9.6 se muestra una cámara de oxidación.



1. Capa de confitillo de 5mm de diámetro de 10 cm de espesor.
2. Capa de grava de 3 cm de diámetro de 20 cm de espesor.
3. Capa de grava de 3 a 6 cm de diámetro de 20 cm de espesor.
4. Capa de grava o piedra de río de 6 a 10 cm de diámetro de 30 cm de espesor.

Figura 9.6 Cámara de oxidación

#### Pozo de absorción

Las aguas provenientes de las zanjas de filtración o las cámaras de filtración se conducen al pozo de absorción, donde las aguas se filtran al subsuelo a través de paredes y pisos permeables. Las dimensiones y el número de pozos necesarios dependerán de la permeabilidad del terreno y se diseñarán de

acuerdo con las experiencias que se tengan en la región o lugar donde se construyan. En la Figura 9.7 se muestra un pozo de absorción.

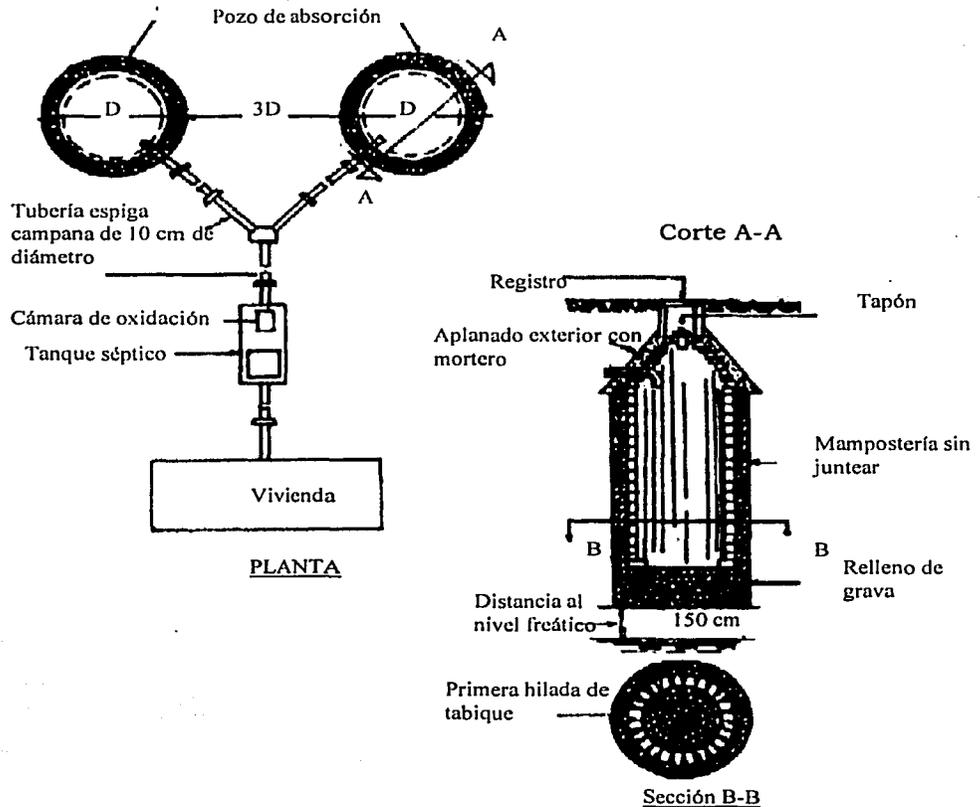


Figura 9.7 Pozo de absorción

### Diseño del tanque séptico

El diseño y construcción de un tanque séptico debe tener la capacidad para remover casi todos los sólidos sedimentables en un tiempo de retención mínimo de 24 a 72 horas.

Normalmente dos tercios del tanque se usan para almacenar los sólidos y la nata cloacal, por lo tanto el tamaño del tanque séptico debe basarse en una retención inicial de tres días, se sugiere la forma rectangular con una longitud igual al doble o triple del ancho.

En el periodo de retención los sólidos ligeros y grasas forman una costra o nata gruesa, la cual puede fluir a través de una salida localizada inmediatamente debajo de la capa de grasas o podrán ser interceptadas mediante una trampa para grasas que se construye antes del tanque séptico.

Las siguientes consideraciones se deben tomar en cuenta en el diseño de un tanque séptico:

El volumen del líquido generado ( $V_g$ )

El  $V_g$  de aguas residuales por persona por día se estima en 70% del consumo por habitante por día (l/hab día).

El 30% restante se considera que se gasta en la preparación de alimentos, consumo directo, aseo de la vivienda y la que absorbe la ropa en el lavado.

Por lo tanto el volumen diario del líquido ( $V_d$ ) que almacena un tanque séptico esta dado por el producto del ( $V_g$ ) por el número de usuarios ( $P$ )

$$V_d = V_g * P \text{ l/día.....(Ecuación 9.1)}$$

La OPS/OMS considera que para garantizar una vida sana en comunidades rurales es necesario una dotación mínima de 45 a 50 litros por habitante por día, mediante hidrantes públicos.

Cuando el suministro se proporciona por medio de tomas domiciliarias se considera un promedio de 90 a 100 litros/hab día.

Aportación de sólidos

Se considera que la aportación de sólidos ( $S$ ) es de 70 gr/día por persona, por lo que podemos estimar que el volumen de sólidos diarios ( $V_{sd}$ ) que se acumularan en el tanque estará dado por el producto de  $S$  por el número de usuarios ( $P$ ).

$$V_{sd} = S * P \text{ kg.....(Ecuación 9.2)}$$

Se considera que el  $V_{sd}$  aportado tiene una densidad de sólidos  $D_s$  de 1200 kg/m<sup>3</sup>

Tiempo de limpieza de sólidos

El tanque séptico debe limpiarse antes de que la acumulación de sólidos lleguen al tubo de salida, si estos alcanzan la salida el tiempo de retención disminuye y el agua residual arrastrará los sólidos al campo de absorción y atascará al sistema.

Se recomienda que el diseño de un tanque séptico se consideren tiempos de limpieza ( $T_l$ ) de tres a cinco años.

El  $T_l$  está en función del volumen de sólidos anuales ( $V_{sa}$ ) que almacena el tanque el cual puede estimarse como

$$V_{sa} = V_{sd} (365) / D_s \text{.....(Ecuación 9.3)}$$

Dimensiones de las cámaras

La experiencia indica que los tanques sépticos poco profundos funcionan también como los más profundos. Sin embargo, se recomienda que la profundidad efectiva (h) del tanque sea de 1 a 1.5m para facilitar su mantenimiento, mientras que la longitud (l) debe ser igual al doble o tripe de ancho (2 a).

La primera cámara se diseña para retener el 75% de los sólidos por lo que el volumen de la cámara es igual al 75% del  $V_{sa}$ .

El diseño de la segunda cámara se calcula para retener el 25% de los sólidos, por lo tanto el volumen de la cámara será igual al 25% del  $V_{sa}$ .

La geometría de las cámaras se calcula considerando que el largo es igual al doble de ancho y la profundidad es igual a 1m.

En la Figura 9.8 se ilustra un tanque séptico tipo que se complementa con el Cuadro 9.2 que muestra las dimensiones del tanque.

Cuadro 9.2 Dimensiones de tanque sépticos

| Personas servidas  |                             |                                | Dimensiones en metros |      |                |                |                |      |         |        |
|--------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------|------|----------------|----------------|----------------|------|---------|--------|
| Servicio doméstico | Servicio escolar (externos) | Capacidad del tanque en litros | L                     | A    | h <sub>1</sub> | h <sub>2</sub> | h <sub>3</sub> | H    | E       |        |
|                    |                             |                                |                       |      |                |                |                |      | Tabique | Piedra |
| Hasta 10           | Hasta 30                    | 1500                           | 1.90                  | 0.70 | 1.10           | 1.20           | 0.45           | 1.68 | 0.14    | 0.3    |
| 11 a 15            | 31 a 45                     | 2250                           | 2.00                  | 0.90 | 1.20           | 1.30           | 0.50           | 1.78 | 0.14    | 0.3    |
| 16 a 20            | 56 a 60                     | 3000                           | 2.30                  | 1.00 | 1.30           | 1.40           | 0.55           | 1.88 | 0.14    | 0.3    |
| 21 a 30            | 61 a 90                     | 4500                           | 2.50                  | 1.20 | 1.40           | 1.60           | 0.60           | 2.08 | 0.14    | 0.3    |
| 31 a 40            | 91 a 120                    | 6000                           | 2.90                  | 1.30 | 1.50           | 1.70           | 0.65           | 2.18 | 0.28    | 0.3    |
| 41 a 50            | 121 a 150                   | 7500                           | 3.40                  | 1.40 | 1.50           | 1.70           | 0.65           | 2.18 | 0.28    | 0.3    |
| 51 a 60            | 151 a 180                   | 9000                           | 3.60                  | 1.50 | 1.60           | 1.80           | 0.70           | 2.28 | 0.28    | 0.3    |
| 61 a 80            | 181 a 240                   | 12000                          | 3.90                  | 1.70 | 1.70           | 1.90           | 0.70           | 2.38 | 0.28    | 0.3    |
| 81 a 100           | 241 a 300                   | 15000                          | 4.40                  | 1.80 | 1.80           | 2.00           | 0.75           | 2.48 | 0.28    | 0.3    |

Para la elaboración del cuadro se considero:

Una dotación de 150 l/hab día y un periodo de retención de 24 horas, para uso domestico

El número de personas para uso escolar se determino para una jornada escolar de 8 horas

Para diferentes periodos de trabajo de uso escolar debe encontrarse la relación entre el periodo de retención y el periodo de la jornada escolar, relacionándola con la capacidad doméstica



cámara de digestión, en la cual la materia sedimentada se descompone de manera anaerobia. En el fondo de la cámara de sedimentación. En el fondo de la cámara sedimentadora. Esta formado por dos losas inclinadas que en su parte mas baja se traslapan dejando un espacio o ranura que comunica con la cámara de digestión cuyo piso forma una tolva

El tanque Imhoff tiene como propósito separar una elevada porción de las sustancias orgánicas putrescibles que se encuentran suspendidas en las aguas.

Al pasar las aguas negras por la cámara de sedimentación, se separan los sólidos sedimentables que descienden hacia la tolva y escurren a través de la ranura, hacia la cámara de digestión.

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

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

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

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

Generalmente lo tanques Imhoff permiten una detención hasta de 2.5 horas en la cámara de paso, para el gasto promedio y una capacidad en la cámara de lodos que se calcula, a partir de la base de un pie cúbico (0.03 m<sup>3</sup>) por persona servida.

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

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

advertencia al público que lo aproveche que no debe emplearlo en hortalizas o legumbres que se consuman crudas.

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

Se recomienda que en cada descarga de lodos, se tome la temperatura del material que está escurriendo, lo mismo que la temperatura ambiente. Con esto se tiene una indicación valiosa de las condiciones en que se está realizando la digestión.

En la Figura 9.9. se presenta un tanque Imhoff

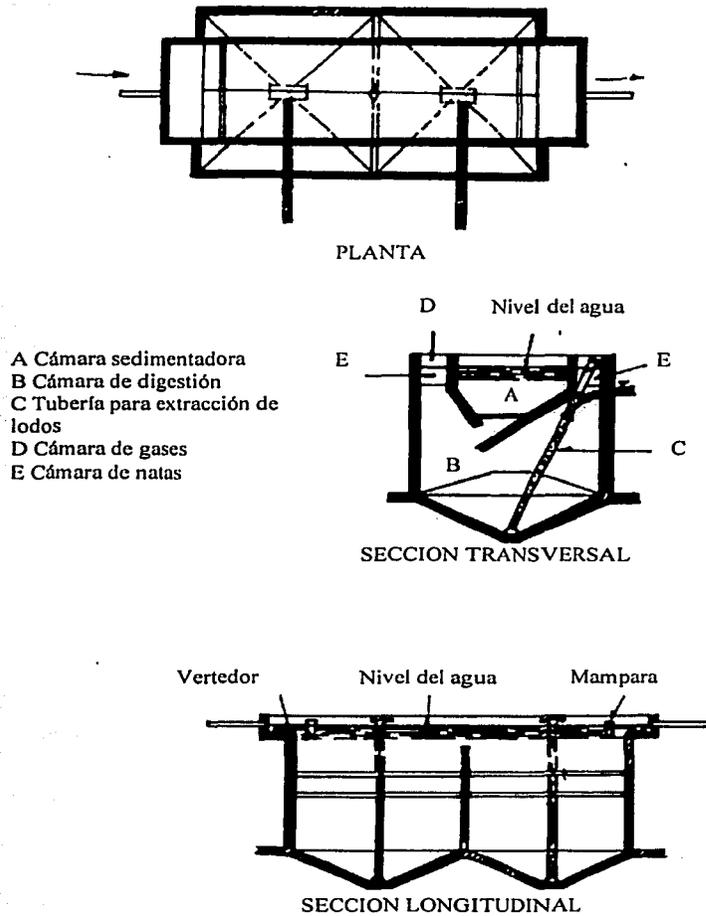


Figura 9.9 Tanque Imhoff

## **CAPITULO 10**

### **CONCLUSIONES**

En la actualidad el rápido crecimiento de las ciudades y la población hace necesario la rápida y eficiente evacuación de los desechos producidos por el hombre, para evitar la aglomeración de estos, los malos olores, la fauna nociva y los probables focos de infección.

Entre los desechos producidos por el hombre se encuentran las aguas residuales, derivadas del uso del agua potable realizado por la población para su consumo, aseo personal y la limpieza de las edificaciones.

La instalación de evacuación de aguas residuales de las casas habitación es la encargada de conducir estos desechos fuera de la edificación, hasta depositarlos en la red de alcantarillado municipal.

Existen diferentes tipos de tubería para construir la instalación, la determinación de la mejor opción se debe realizar mediante un análisis económico y de las condiciones a las que estará sujeta la tubería. Independientemente del material utilizado en la instalación es importante no arrojar sustancias que puedan dañar químicamente a la tubería, ni objetos que puedan tapar parcial o totalmente los tubos evitando así su correcto funcionamiento.

Para evitar el paso de los malos olores al interior de la edificación todos los muebles y aparatos sanitarios cuentan con un sifón (sello hidráulico).

El diseño se realiza utilizando el método unidad mueble de gasto el cual esta sujeto al número de muebles y aparatos sanitarios que puedan descargar al mismo tiempo, así como a su diámetro de salida el cual se encuentra estandarizado por los fabricantes.

Para garantizar el buen funcionamiento de la instalación debe existir una red de ventilación, cuyo objetivo es asegurar que las tuberías trabajen por gravedad, evitando de esta manera sobrepresiones o depresiones que pudieran ocasionar la pérdida del sello hidráulico (sifón) en los muebles y aparatos permitiendo la entrada de los malos olores a la edificación.

En caso de tener una edificación que produzca un caudal de aguas residuales grande o cuando la red de alcantarillado municipal se encuentre por arriba del nivel de la tubería de la edificación, es necesario la construcción de una planta de bombeo de agua residual, que permita almacenar el agua y a su vez ir evacuándola poco a poco.

Las edificaciones además deben contar con una instalación de aguas pluviales que permita evacuar el agua de lluvia de manera rápida para evitar la inundación del interior y el sobrepeso causado por el agua en los elementos estructurales de la edificación.

En sitios donde no se cuente con red de alcantarillado municipal, pero que exista el suministro de agua potable, para la eliminación y disposición de las aguas residuales, es recomendable el uso de la fosa séptica y el tanque Imhoff.

En ambos casos se realiza una descomposición anaerobia de la materia orgánica suspendida y disuelta en el agua, con el fin de darle un tratamiento primario al agua, obteniendo agua libre de materia sólida y lodos ricos en nutrientes aprovechables para el riego y abono respectivamente

## **BIBLIOGRAFIA.**

1. **INSTALACIONES DE EVACUACION EN LOS EDIFICIOS**  
Biblioteca Atrium de las instalaciones
2. **DATOS PRACTICOS DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS**  
Ing. Diego Onesimo Becerril L.  
7ª edición, 1985
3. **HIDRAULICA DEL ALCANTARILLADO**  
Ing. Anastasio Guzmán Mardueño
4. **MANUAL DE INSTALACIONES. HIDRAULICAS, SANITARIAS, AIRE, GAS Y VAPOR**  
Ing. Sergio Zepeda C.  
Editorial Limusa  
2ª Edición 1998
4. **NATIONAL PLUMBING CODES HANDBOOK**  
Woodson
5. **REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL**  
Editorial Porrúa  
22ª edición, 1998
6. **MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRAULICAS**  
Claudio Mataix  
Editorial Harla  
2ª edición, 1982
7. **EL ABC DE LAS INSTALACIONES DE GAS, HIDRÁULICAS Y SANITARIAS.**  
Enriquez Harper  
Editorial Limusa  
1ª edición, 2000
8. **INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS, VOLUMEN 1 CONDICIONES NECESARIAS PARA EL SUMINISTRO DE AGUA**  
Enrique César Valdez  
Apuntes de la Facultad de Ingeniería  
1ª edición, 1997
9. **NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DRENAJE**  
Gaceta Oficial del Distrito Federal  
27 de Febrero de 1995, No. 300 Tomo X

10. TESIS MANUAL DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS PARA  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CON TUBERIA DE PVC.

Gerardo Aguilar Sánchez  
México, D.F. 1991

11. NORMAS DE PROYECTO PARA OBRAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
EN LOCALIDADES URBANAS DE LA REPUBLICA MEXICANA.

Sergio Martínez Taboada  
Javier Mancebo del Castillo  
Secretaría de Recursos Hidráulicos

12. INSTALACIONES SANITARIAS EN VIVIENDAS.

José Ortega García  
Ediciones CEAC  
España, 1982

13. PLOMERÍA. SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA FRÍA, DESAGÜE E  
INSTALACIONES SANITARIAS.

F. Hall  
Editorial Limusa  
México, 1998

14. FUNDAMENTOS DE PLOMERÍA.

James L. Thiesse  
McGraw Hill  
México, 1981

15. CARTILLA DE SANEAMIENTO DESECHOS.

Secretaría de Salubridad y Asistencia  
México, 1963

16. MANUAL DE DISEÑO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y  
SANEAMIENTO.

Libro II Proyecto, 3ª Sección: Potabilización y Tratamiento  
Tema: Saneamiento Rural  
CNA  
México

17. DISEÑO DE ESTRUCTURAS PARA LAS DISPOSICIÓN DE AGUAS  
RESIDUALES EN SITIOS SIN INFREESTRUCTURA DE ALCANTARILLADO

Criterios y recomendaciones para proyecto de aprovisionamiento de agua y  
alcantarillado, DGCOH AL 400-85  
DDF, Secretaría General de Obras DGCOH  
México

18. ALCANTARILLADO.

Jorge Luis Lara González  
UNAM, Facultad de Ingeniería  
México, 2ª Edición 1991

19. CATÁLOGO HELVEX.

Coladeras, válvulas de drenaje e interceptor de grasa  
México

20. APUNTES TEMA # 9, EVACUACIÓN DE AGUAS.

Facultad de Ingeniería  
División del Doctorado  
Departamento de Ingeniería Sanitaria  
México

21. APUNTES TEMA # 10, CÁLCULO DE TUBERÍAS EN LA RED DE  
EVACUACIÓN.

Facultad de Ingeniería  
División del Doctorado  
Departamento de Ingeniería Sanitaria  
México

22. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN Y ELIMINACIÓN DE  
EXCRETAS.

Pedro López Alegría  
IPN  
México, 1990