



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**INSTALACION DE DRENAJE, DEL PROGRAMA DE LA
ASIGNATURA INSTALACIONES SANITARIAS EN
EDIFICACION, APROBADO POR EL CONSEJO TECNICO DE
LA FACULTAD DE INGENIERIA EL 30 DE AGOSTO DE 1990**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:
ZARAGOZA MARTINEZ ANDRES

DIRECTOR DE TESIS:
ING. ENRIQUE BARRANCO VITE



CIUDAD DE MEXICO

MARZO DEL 2004



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
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/ 094/02

Señor
ANDRÉS ZARAGOZA MARTÍNEZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. ENRIQUE BARRANCO VITE**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como **TRABAJO ESCRITO** de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

"INSTALACIÓN DE DRENAJE, DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIÓN, APROBADO POR EL CONSEJO TÉCNICO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EL 30 DE AGOSTO DE 1990"

- I. ANTECEDENTES DE INSTALACIONES DE ALCANTARILLADO EN EDIFICIOS
- II. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS DE DISEÑO
- III. RED DE DRENAJE DE AGUAS RESIDUALES: CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE CÁLCULO
- IV. RED DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES: CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE CÁLCULO
- V. CÁRCAMOS DE BOMBEO PARA AGUAS RESIDUALES Y AGUAS PLUVIALES
- VI. TUBERÍAS PARA LA RED DE DRENAJE
- VII. REUSO DE LAS AGUAS RESIDUALES
- VIII. EJEMPLO DE APLICACIÓN
- IX. 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 21 de junio de 2002.
EL DIRECTOR

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

AGRADECIMIENTOS.

A Él, que me envió justo en el momento y al lugar indicado.

A mi padre Vicente Zaragoza†, quien con su ejemplo me enseñó tantas cosas.

A mi madre Maria Concepción Martínez, quien siempre me ha apoyado y brindado
lecciones de fortaleza y bondad.

A cada uno de mis hermanos, Marco Antonio, Cuauhtémoc, Orlando y Mayra
Mónica†, quienes son y serán los mejores hermanos.

A esa mujer, que sabe que siempre será muy especial para mí.

A mis amigos, porque cuento con ellos, y ellos cuentan conmigo.

A mi Universidad y a mi Facultad por alimentar y abrir mis ideas y horizontes.

A mis profesores, quienes ocuparon unos días de sus vidas para cambiar la mía.

A quienes ayudaron a formar el hombre que ahora soy, A Ω .

INDICE

Introducción

Capitulo 1

Antecedentes de instalaciones de alcantarillado en edificios. 1

Capitulo 2

Reglamentación y normas de diseño. 12

Capitulo 3

Red de drenaje de aguas residuales: características y métodos de calculo. 26

Capitulo 4

Red de drenaje de aguas pluviales: características y métodos de calculo. 61

Capitulo 5

Cárcamos de bombeo para aguas residuales y aguas pluviales. 71

Capitulo 6

Tuberías para la red de drenaje. 80

Capitulo 7

Reuso de las aguas residuales. 91

Capitulo 8

Ejemplos de aplicación 95

Capitulo 9

Conclusiones 140

Bibliografía 142

INTRODUCCIÓN

El diseño de las instalaciones sanitarias en las edificaciones es de gran importancia, ya que estas proporcionan las comodidades y confort necesarios para un nivel de vida óptimo.

A pesar de la importancia que tienen las instalaciones sanitarias, se descuida el diseño y construcción de las mismas.

Cuántas veces hemos tenido un problema con un wc que no evacua los residuos?, con una coladera que se tapa en las temporadas de lluvia?, ruidos molestos en el drenaje?, inundaciones en los primeros niveles de un edificio?, malos olores?, filtraciones en muros?, insuficiencia de servicios sanitarios en algún lugar?, y un largo etcétera.

Problemas que pueden prevenirse y solucionarse de forma eficiente, rápida y económica con solo hacer un diseño de las instalaciones sanitarias de aguas residuales y pluviales de forma pensada y razonada, para que estas presten un servicio óptimo durante su vida útil y que su mantenimiento sea menor.

Es por ello que se elaboro el presente material como un elemento de apoyo bibliográfico para la impartición de la materia y para todo aquel que este interesado en el tema, ya que permite la comprensión de los conceptos básicos del diseño de las instalaciones sanitarias en edificaciones.

Este documento esta dividido en siete capítulos, donde a lo largo de ellos se hace un recorrido por el temario del curso y se ve con detenimiento cada tema y las implicaciones que tiene en el diseño, construcción, y mantenimiento de las instalaciones sanitarias.

A fin de establecer criterios generales de diseño de los sistemas sanitarios, se consultaron los reglamentos, normas, leyes y recomendaciones que existen en torno al tema.

Los temas que se tratan se podrían resumir en tres primordiales: sistemas de recolección de aguas residuales, sistemas de recolección de aguas pluviales y sistemas de ventilación.

Se presentan temas tales como los componentes de los sistemas de recolección y ventilación de aguas residuales y pluviales, carcamos de bombeo, sistemas de bombas, tipos de tuberías utilizadas, accesorios comunes así como su dimensionamiento y elección.

En el caso de los sistemas de recolección de aguas residuales, se brinda una idea de los fenómenos transitorios hidráulicos que se presentan en ellos, a fin de lograr una mejor entendimiento de su comportamiento, sin tratar de forma basta los aspectos teóricos de los fenómenos involucrados, puesto que los mismos son tema de estudios especializados.

Siendo este trabajo un intento por dar las bases para el diseño de instalaciones hidráulicas y sanitarias, solicito la comprensión de los lectores en relación con cualquier omisión que contenga. Asimismo, cualquier sugerencia o recomendación para corregir alguna deficiencia del trabajo o mejorar el contenido del mismo, será apreciada y aprovechada.

1.1. - Definiciones.

Las instalaciones hidráulica sanitarias conforman un conjunto de obras que se ejecutan en el interior de los edificios con la finalidad esencial de distribuir, en forma higiénica, adecuada y oportuna, el agua que se emplea para el consumo y el aseo personal; de eliminar en forma rápida el agua usada, las deyecciones y otros residuos a medida que se van produciendo y canalizar, también hacia el exterior, las aguas de lluvia que caen en el inmueble. Al mismo tiempo esas instalaciones deben facilitar la eliminación hacia la atmósfera, de gases que se producen por la fermentación de los residuos que conduce el drenaje, impidiendo su salida a los ambientes habitables.

Drenaje Sanitario- Pluvial.

Las tuberías que componen el drenaje sanitario tienen por misión el alejamiento rápido de las deyecciones y aguas servidas. Son de material impermeable a los líquidos y gases, de superficie interior lisa, con sección circular suficiente y pendiente adecuada para asegurar un libre escurrimiento. Su destino final puede ser el subcolector urbano o en su defecto, sistemas depurativos especiales en zonas desprovistas de ese servicio público. El escurrimiento del líquido se resuelve en forma natural por gravedad, para lo cual se construyen con pendiente adecuada. Esta pendiente en los drenajes domiciliarios se gradúa entre un mínimo y un máximo de manera que el escurrimiento se realice a velocidades apropiadas, entre 0.8 m/s y 2.0 m/s.

El diámetro de las tuberías de drenaje no se determina mediante los principios teóricos ortodoxos de la hidráulica, adoptándose normas prácticas que tienen en cuenta que el agua no debe ocupar totalmente la sección, para dejar un cierto excedente libre que permite la circulación del aire necesario para el arrastre de los gases que en ellas se generan.

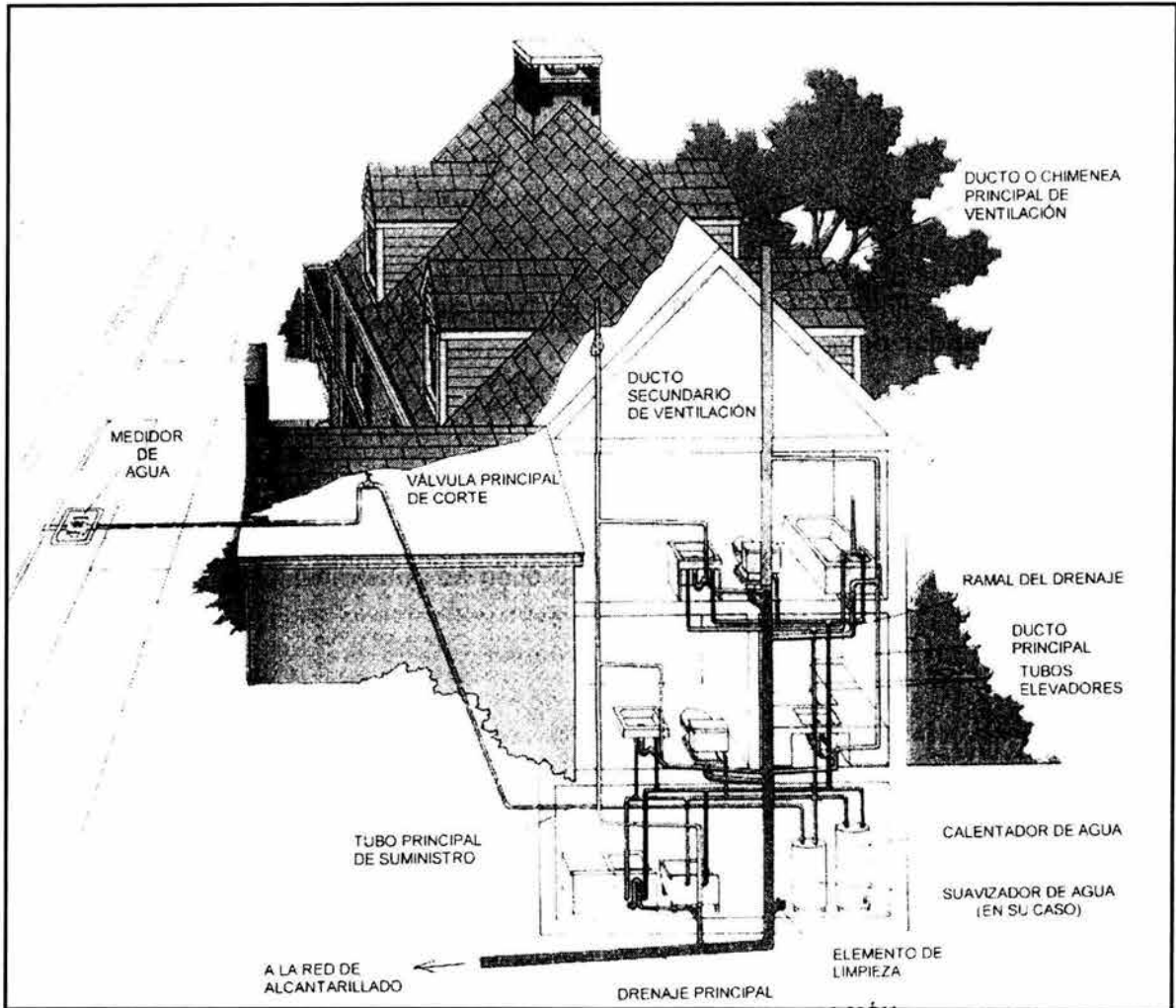


Figura 1.1. Sistema de drenaje de una casa habitación.

Sistema de drenaje y ventilación.

El sistema de drenaje sanitario se instala para retirar las aguas de desperdicio y aguas jabonosas de los accesorios de la red (wc, bidet, lavabos, fregaderos, tinas, jacuzzi, etcétera), y de los aparatos (lavadora de ropa, lavadora de trastos, etcétera), así como las aguas pluviales y se complementa con un sistema de ventilación que proporciona un medio de circulación de aire dentro de las tuberías de drenaje.

En la figura 1.2 se muestra un sistema de drenaje sanitario y de ventilación.

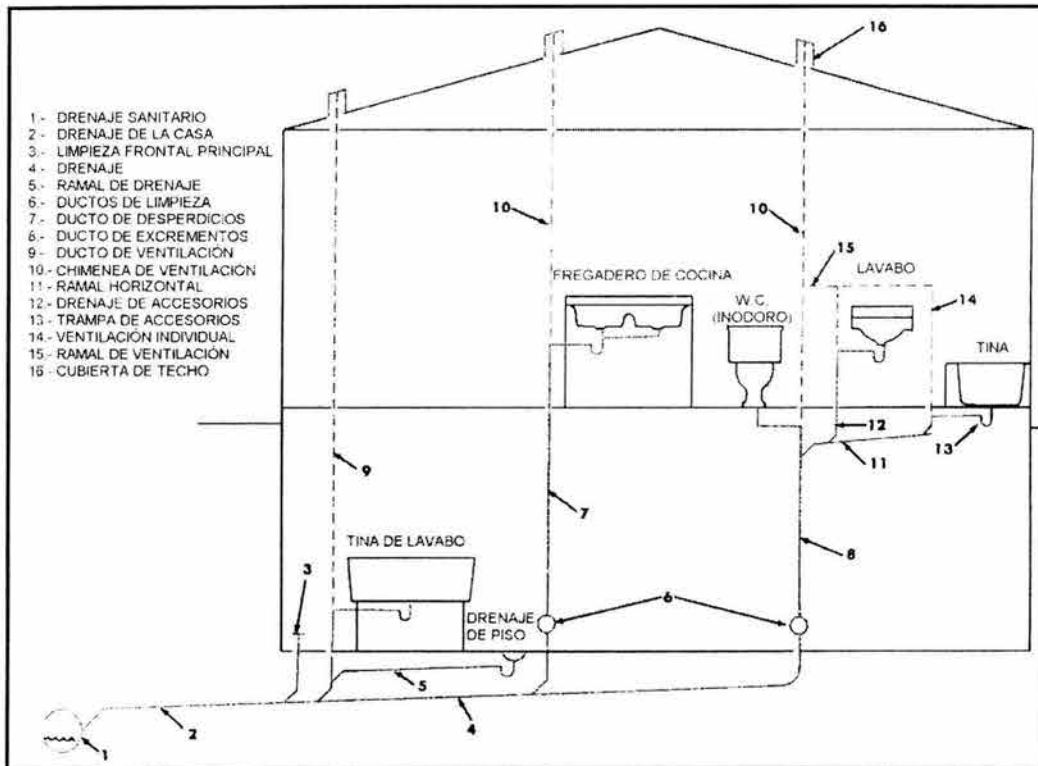


Figura 1.2. Sistema de drenaje sanitario y de ventilación de una edificación.

En un sistema de drenaje son aplicables los siguientes términos:

Alcantarillado sanitario. Es un sistema de alcantarillado municipal utilizado para conducir las aguas residuales que se generan en las edificaciones hacia los colectores, es recomendable un sistema independiente del sistema de drenaje de aguas pluviales.

Acometida del drenaje de aguas residuales. También se le conoce como drenaje de un edificio o edificación, es la parte del sistema que se conecta desde el final del drenaje de la casa o edificio y transporta su descarga al alcantarillado municipal. Generalmente es antecedido por un sifón o registro que sirve para mantenimiento en caso de obstrucción de la red de drenaje interior del edificio. La tubería debe de tener una pendiente adecuada para desalojar las aguas de forma óptima.

Colector o drenaje de la edificación. Es la parte mas baja de la tubería horizontal del sistema de drenaje que recibe la descarga de aguas negras, desperdicios de las tuberías de drenaje, ya sean ramales o bajantes dentro de la edificación. Esta tubería llega hasta el limite del predio.

Ramal de drenaje. Es una tubería horizontal que tributa al colector de la edificación y recibe descargas únicamente de los accesorios o aparatos que están a un mismo nivel, pero alejados del colector principal.

Accesos de limpieza. Es un herraje con una placa removible o tapón que se coloca en las tuberías verticales de drenaje para permitir el acceso a los tubos para el propósito de limpieza y mantenimiento en el interior de los mismos, en el caso de las tuberías horizontales se colocan registros con tapas herméticas a nivel de piso para el mismo fin.

Bajantes de aguas negras. Son las tuberías verticales de la red que transportan el agua residual colectada en cada nivel hacia los ramales o al colector. Por economía se deben procurar que sean la menor cantidad posible, por lo que es común hacer arreglos para que cada nivel de la edificación converja a una sola bajante.

Drenaje de accesorios. Es la tubería que se conecta a cada accesorio (lavabo, wc, tina, fregadero, regadera, etcétera), y que cuenta en cada caso con una trampa o sifón y con una tubería de ventilación. Todas las tuberías de accesorios confluyen al ramal de drenaje más cercano, que por cada nivel existe.

Red de ventilación. Es un sistema de tuberías que permiten la circulación de aire y ventilan el sistema de drenaje de una edificación al que este conectado, además de que garantiza el correcto funcionamiento hidráulico de la red de drenaje, elimina y previene de los malos olores. El sistema de ventilación consta también de bajantes, ramales y ventilación individual para cada accesorio.

El sistema de drenaje de aguas pluviales.

El sistema de colección y conducción de aguas de lluvia se ilustra en la figura 1.3, y consiste de un conjunto de tuberías para transportar y disponer adecuadamente el agua de lluvia o de otras precipitaciones hacia el alcantarillado o a cualquier otro lugar destinado para tal efecto.

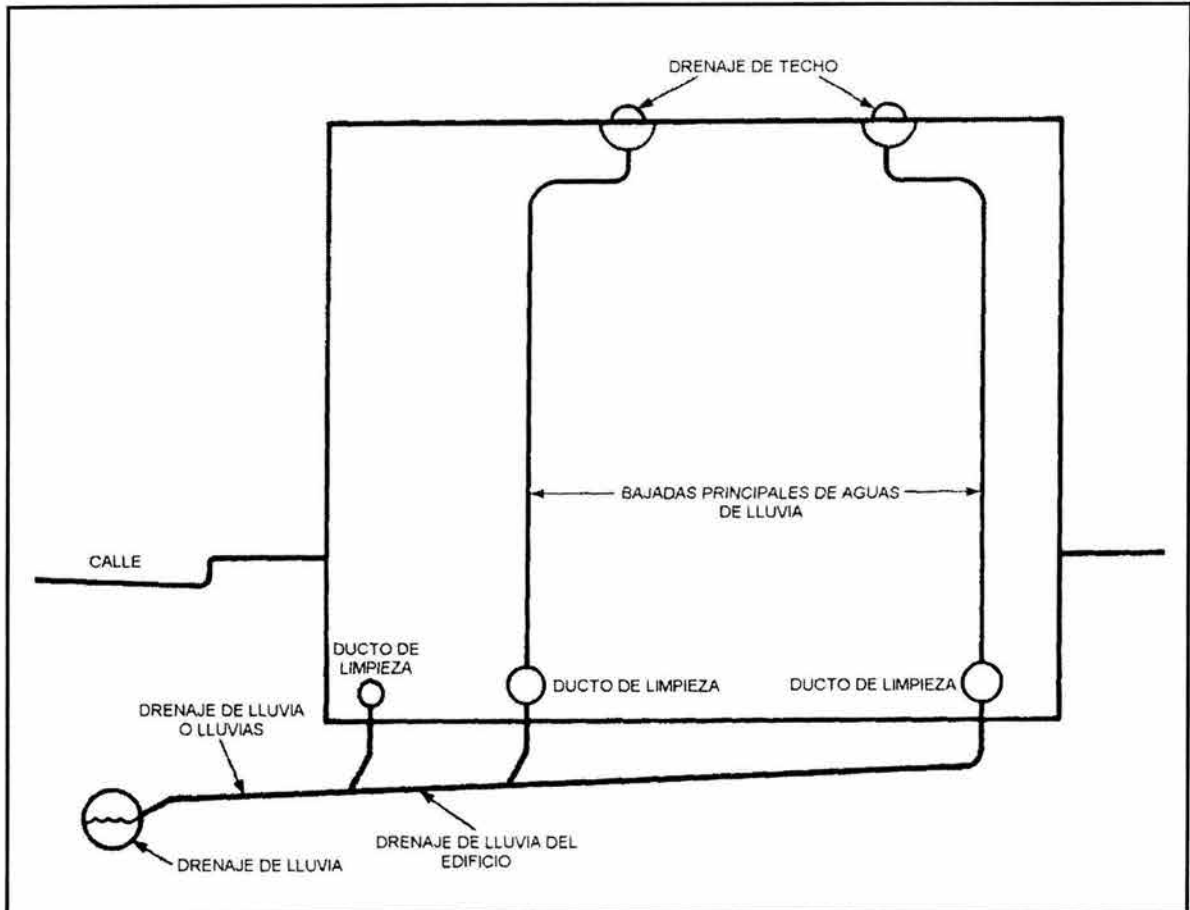


Figura 1.3 Sistema de drenaje de aguas pluviales de una edificación.

Los siguientes términos son utilizados a los sistemas de drenaje pluvial:

Drenaje pluvial. Es un sistema de alcantarillas utilizado para conducir las aguas de lluvia, las aguas superficiales, o bien, aguas similares, pero no contaminantes hacia los colectores, es recomendable un sistema independiente del sistema de drenaje de aguas residuales.

Acometida pluvial. Es el punto de interconexión entre los sistemas de drenaje municipal pluvial y el sistema de drenaje pluvial de la edificación. La acometida comienza en los límites del predio hasta la conexión con la red de alcantarillado; en ocasiones se coloca un sifón o registro dentro de los límites del predio que sirve para inspección y limpieza de la tubería.

Drenaje pluvial del edificio. Es un sistema de alcantarillado que conduce únicamente agua de lluvia, que se colecta en las azoteas, patios y áreas abiertas del inmueble y que se

encuentra dentro del edificio. Las tuberías horizontales que lo integran se alojan por debajo del nivel de piso terminado.

Bajadas principales de aguas pluviales. Es una tubería vertical que se encuentra dentro de un edificio y que conduce al agua de lluvia del techo al alcantarillado pluvial, en puntos cercanos a la conexión se colocan ductos de limpieza o registros para el mantenimiento de estas tuberías.

Drenaje de techo o pisos. Es una alcantarilla o coladera instalada para coleccionar el agua que se acumula sobre la superficie de un techo, patios o áreas abiertas y para descargarla en el interior de la canalización de horizontal o en otro caso a la bajada principal.

Instalaciones Especiales.

Las instalaciones especiales responden a la eventual necesidad de acondicionar algunos drenajes domiciliarios que se incorporan a los colectores de la red externa, para que no provoquen su deterioro u obstrucción. Los drenajes sanitarios y domésticos corrientes no necesitan ningún tratamiento previo, pero otros de naturaleza especial como los que se originan en: salas de calefacción, estaciones de servicio, garajes, lavados de automóviles, grandes restaurantes, laboratorios, caballerizas, tejedurías, marmolerías, etc., si requieren de algunas instalaciones especiales a efecto de lograr determinadas condiciones de temperatura, la remoción de materia sólida en suspensión, cambiar su grado de acidez, etc. Estos tratamientos se resuelven en el ámbito de las instalaciones sanitarias domiciliarias con: pozo de enfriamiento (reducción de la temperatura por debajo de los 40 °C), interceptor de grasa y aceite, interceptor-decantador, interceptor de grasa, equipos e instalaciones para neutralización de ácidos y otros.

1.2. - Relación con la salud pública.

El medio ambiente tiene influencia decisiva sobre el bienestar y la salud de la población. El saneamiento del medio ambiente de las grandes ciudades, es decir, el del medio urbano donde reside el hombre contemporáneo, es motivo del estudio de las instalaciones sanitarias. Los beneficios derivados de las obras de saneamiento efectuadas en nuestro país, están registrados estadísticamente mediante un notable descenso de la tasa de mortalidad con la habilitación de los servicios de agua potable, los de alcantarillado y drenaje, producidos en los años recientes.

El saneamiento urbano debe resolver la evacuación de las aguas servidas; las aguas de lluvias y la eliminación de la basura y desperdicios producidos en la vida cotidiana. Afronta también la protección del medio ambiente: del aire por las emanaciones de gases tóxicos, olores, polvos y humos; de los cursos de agua y otras fuentes de aprovisionamiento, por descargas de líquidos domiciliarios e industriales de naturaleza contaminante.

También son importantes las acciones emprendidas por entidades gubernamentales para dotar de los servicios a las poblaciones, así como darles el mantenimiento periódico para su óptimo funcionamiento al igual que recaudar impuestos para seguir construyendo y mejorando las obras sanitarias que la sociedad requiere.

Todo lo anterior en beneficio de la salud de la población y en mejora constante del nivel de vida de la sociedad, al mantenerla libre de enfermedades provocadas en general por la carencia de sistemas sanitarios adecuados, tales como las que se muestran en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Enfermedades causadas por aguas residuales

ORGANISMOS	ENFERMEDAD	OBSERVACIONES
Ascaris, enterobius	Lombrices de nematodos	Implica peligro de contagio humano por efluentes de aguas residuales y lodos secos usados como fertilizantes
Bacillus anthracis	Anthrax	Se encuentra en agua residual. Las esporas son resistentes al tratamiento
Brucelia	Brucelosis. Fiebre de Malta en el hombre. Aborto contagioso en carneros, cabras y reses	Transmitida normalmente por la leche infectada o por contacto. Se sospecha también de las aguas residuales
Entoameba histolytica	Disentería	Es diseminada por aguas contaminadas y lodos empleados como fertilizantes. Común en climas tropicales
Leptospira icterohemorrhagiae	Leptospirosis (enfermedad de Well)	Transportada por ratas de drenajes
Mycobacterium tuberculosis	Tuberculosis	Se le ha aislado del agua residual y corrientes contaminadas. Las aguas residuales son una posible forma de transmisión. Deberá tenerse cuidado con las aguas residuales y lodos sanitarios
Salmonella paratypi	Fiebre paratifoidea	Es común en aguas residuales y efluentes en época de epidemia
Salmonella typi	Fiebre tifoidea	Es común en aguas residuales y efluentes en época de epidemia
Salmonella	Envenenamiento de alimentos	Es común en aguas residuales y efluentes
Schistosoma	esquistisomiasis	Probablemente es destruida por un tratamiento eficiente
Shigella spp	Disentería bacilar	Las aguas contaminadas son la principal fuente de infección
Taenia	Solitaria	Los huevos son muy resistentes están presentes en lodos y efluentes de aguas residuales. Representan un peligro para el ganado en tierras irrigadas con aguas residuales o abonadas con lodos de ellas
Vibrio choleras	Cólera	Es transmitido por aguas residuales y aguas contaminadas

1.3. - Relación con la red de alcantarillado municipal.

La infraestructura sanitaria, esta integrada por obras o instalaciones que tienen por objeto alejar las aguas servidas y facilitar el escurrimiento de las aguas de lluvia.

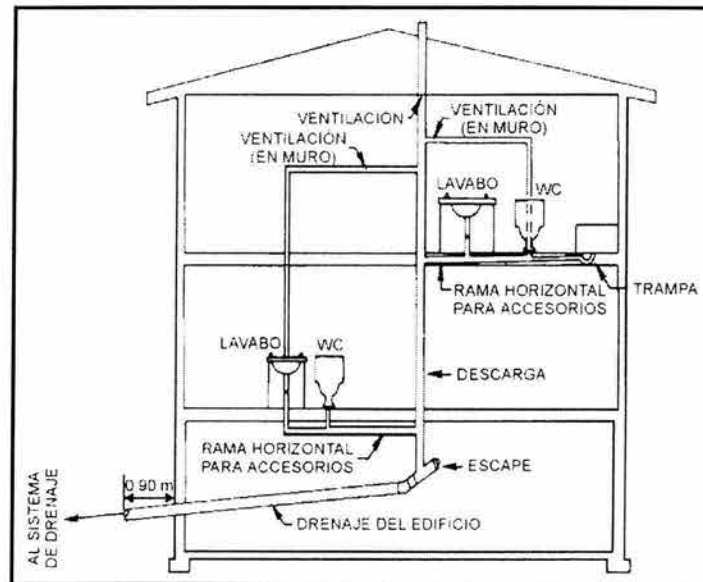


Figura 1.4. Sistema de drenaje en departamentos

Las partes de estas obras se pueden clasificar en dos tipos:

a) de drenaje sanitario

- 1- redes colectoras (atarjeas y subcolectores)
- 2- colector
- 3- emisores
- 4- instalaciones de bombeo
- 5- establecimientos de depuración

b) de drenaje pluvial

- 1- bocas de tormenta
- 2- conductos pluviales

La forma en que se relacionan la instalación del edificio con la red de alcantarillado municipal es por medio de una acometida que une ambos sistemas.

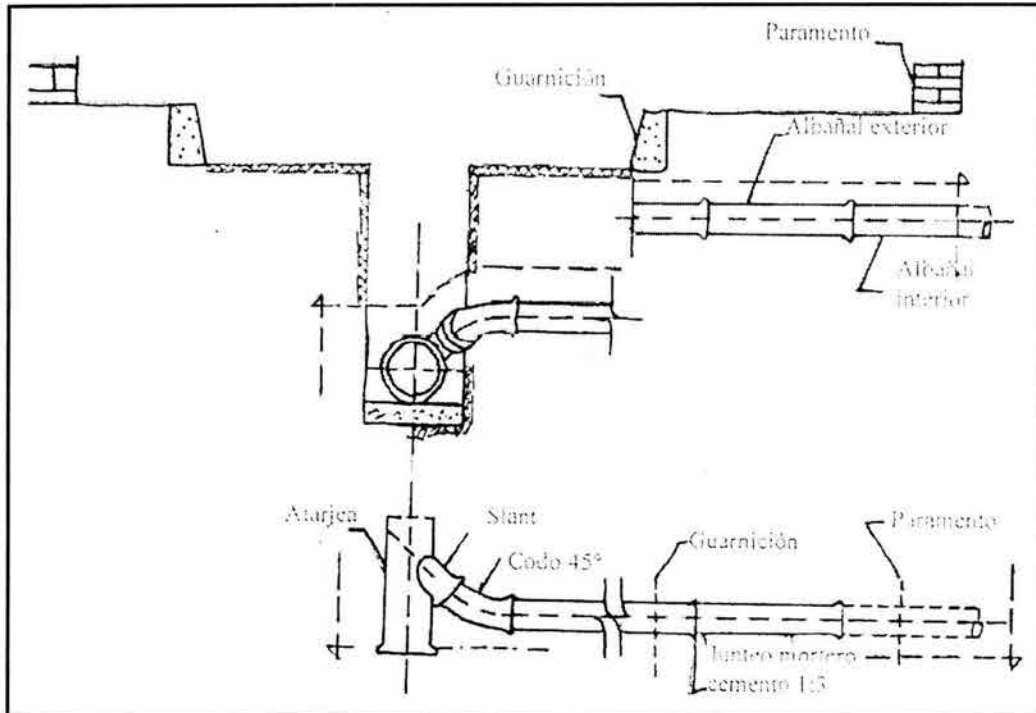


Figura 1.5. Acometida al sistema de alcantarillado.

La acometida es la canalización que se extiende desde la red municipal bajo la calle, o desde el pozo negro, hasta la pared del edificio y queda completamente fuera del mismo. Inmediatamente al lado del paramento interior del muro de cimentación se puede instalar un sifón general empalmado con el colector interior. El conducto de ventilación protege el sifón general de la pérdida de su función de obturador. En la mayoría de los casos se construye un registro dentro de los límites del predio que sirva para inspección y limpieza del colector interior del edificio.

La acometida suele tener una pendiente del 2% y no menos de 15 cm de diámetro si es de concreto, ni de 10 cm si es de hierro fundido. Para edificios grandes se adopta el mismo diámetro que tiene el colector horizontal. Para distancias mayores de 1.5 m entre la atarjea y el límite del paramento, la acometida debe ser de hierro fundido.

Si el conducto de acometida canaliza aguas residuales y además aguas pluviales, se tendrán que adaptar sus dimensiones para que su funcionamiento sea óptimo.

En la figura 1.5 se ilustra la acometida a una edificación y las partes que la integran.

Características en zonas urbanas y rurales.

Atendiendo a las características resulta necesario aclarar el concepto sobre redes exteriores de alcantarillado. En las zonas urbanas los drenajes sanitarios y pluviales, se brindan por redes que se emplazan en la vía pública, consistentes en canalizaciones ubicadas bajo el nivel de calzadas y veredas. Estas canalizaciones constituyen lo que se conoce como red exterior de drenaje sanitario.

La evacuación de los líquidos residuales, en las zonas urbanizadas se resuelve con redes de atarjeas y subcolectores, que se enlazan a tuberías de mayor diámetro llamadas colectores que descargan en los denominados emisores, que a su vez conducen esos líquidos lejos de los poblados a lugares apropiados de vertimiento o a las plantas de tratamiento o depuración.

En la actualidad los líquidos pluviales se eliminaban en forma conjunta con los sanitarios (sistema combinado), pero se sigue la tendencia a la eliminación por separado mediante una red independiente de alcantarillado (sistema separado).

En zonas rurales y en algunas suburbanas no se dispone de los servicios nombrados. La eliminación de las aguas residuales se resuelve por medio de sistemas depurativos especiales como por ejemplo: pozos de absorción, con o sin la interposición de cámaras sépticas, zanjas depuradoras, tanques Imhoff (cámaras digestoras), sistemas de percolado, piletas de estabilización, entre muchos otros sistemas.

2.1.- Requisitos de la instalación.

Para la aprobación de proyectos, construcción y habilitación de las instalaciones sanitarias en edificaciones, se aplican los reglamentos y normas que en las respectivas jurisdicciones rigen a estos efectos.

El diseño de cualquier instalación sanitaria debe de cumplir con todos los requisitos de algún reglamento o norma, para encontrarse dentro de un margen confiable de seguridad y un nivel adecuado de servicio.

Se debe recordar que para todo inmueble comprendido dentro del radio donde exista red de alcantarillado, es obligatorio dotarlo de servicio de drenaje.

Durante la elaboración del anteproyecto de las instalaciones sanitarias se tendrán reuniones de trabajo con el proyectista para definir los espacios y lugares convenientes para los conductos verticales en los cuales se alojaran las bajadas de aguas residuales y pluviales y las tuberías de ventilación que no hayan sido contempladas en el anteproyecto arquitectónico. También se definirán en estas reuniones los lugares que requieren de "dobles muros" para alojar las tuberías de la red de aguas residuales. Los conductos deben prolongarse en línea recta desde la azotea hasta la planta baja o sótano evitando desviaciones en la medida de lo posible.

Cuando la magnitud del edificio lo justifica, deben determinarse de manera preliminar las características de los equipos que se requieran principalmente en cuanto a su tamaño. Se sugiere al proyectista dibujarlos y recortarlos para ensayar su acomodo en los espacios destinados a ellos con el fin de determinar la mejor distribución tomando en cuenta el espacio requerido y disponible para su operación y mantenimiento. En forma similar se hará con las fosas sépticas, carcamos de bombeo o planta de tratamiento de aguas residuales en caso de estar consideradas en el proyecto.

En los proyectos, los trazos de la instalación sanitaria debe efectuarse sobre copias del anteproyecto arquitectónico.

A continuación se presenta una lista de los diferentes tipos de instalaciones en edificaciones que se tienen que tomar en cuenta en el diseño de las instalaciones de aguas residuales y pluviales.

- a) Instalaciones hidráulicas:
 - agua fría uso domestico
 - agua caliente
- b) Especiales
 - vapor alta y baja presión
 - de diversos fluidos en laboratorios y fabricas
 - etcétera

Es importante, una vez que se determino el trazo y la configuración de la instalación, definir cual o cuales serán los materiales a emplear en el proyecto.

En la actualidad existe una gran variedad de materiales que son empleados en las instalaciones sanitarias.

Para tener una visión clara del proyecto será necesario establecer el tipo de muebles y accesorios sanitarios que se requieren. La elección de estos elementos se hará con base en el numero de usuarios, clase y destino de la edificación. Por lo que no serán iguales, por ejemplo las regaderas de un cuartel y las de una residencia o los lavabos de una escuela y los de un hotel, etcétera.

La cantidad de usuarios se puede estimar basándose en reglamentos y normas, o a partir de las dimensiones y distribución de los servicios de la edificación, presentados en los planos arquitectónicos.

En los reglamentos y normas que se mencionan se da una idea clara de todos estos detalles que se necesitan prever y resolver para que la instalación sanitaria tenga un desempeño óptimo a lo largo de toda la vida útil de la edificación.

2.2. - Reglamentación.

En nuestro país, debe tenerse presente que dependiendo de la ubicación del proyecto, deberán consultarse los reglamentos locales vigentes. En la Ciudad de México, existen el Reglamento de Agua y Drenaje para el Distrito Federal (RADDF), el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal (RCDF), además del Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios (RISRE), en el que se establecen las normas técnicas y legales para el diseño de instalaciones sanitarias; el RISRE se complementa con las Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje.

Algunos organismos han elaborado sus propias especificaciones para instalaciones especiales que deben cumplirse en sus proyectos, como las normas del IMSS, PEMEX, etcétera.

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 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 algunas disposiciones de estos reglamentos y normas.

Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios (RISRE)

Artículo	Sinopsis
26	Pendiente mínima en las azoteas del 1.5%
27	Por cada 100 m ² de azotea o proyección horizontal se instalara 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.
68	Todo inodoro al instalarse deberá de quedar provisto de un tubo ventilador.
69	Los mingitorios estarán provistos de desagües con sifón de obturación hidráulica y ventilación individual o en serie.
70	El desagüe de tinas, regaderas, bidet y lavadoras de ropa contara con un obturador hidráulico tipo bote. Los lavabos y vertedores tendrán un sifón con obturación hidráulica y ventilación individual o en serie.
81	Los cambios de dirección de albañales y las conexiones de ramales se harán con deflexión de 45° como máximo.
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 limite del predio y la vía publica.
85	El tamaño de los registros de acuerdo a su profundidad será: Para profundidad hasta un metro 40 x 60 cm Para profundidad hasta dos metros 50 x70 cm Para profundidad de mas de dos metros 60 x80 cm Las cubiertas no serán menores de 40 x60 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 lamina galvanizada, fierro fundido o de otros materiales aprobados por la autoridad sanitaria, y se fijaran de manera sólida a los muros.
89	Las bajadas de agua pluvial no podrán utilizarse como tubos ventiladores
90	Las bajadas pluviales se conectaran al albañal por medio de un sifón o una coladera de obturación hidráulica y tapa a prueba 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	Quedan 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.
105	A juicio de las autoridades correspondientes, se practicara la prueba del agua o de aire en las instalaciones hidráulica o sanitaria de un edificio.

Para conocer más a detalle todas y cada una de las normas del Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios es necesario leerlo detenidamente para no omitir algún

concepto o especificación que sea de importancia para un determinado proyecto en particular.

Reglamento de Construcción para el Distrito Federal.

Artículo	Sinopsis
155	En las edificaciones establecidas en la fracción II del artículo 53 de este reglamento, el Departamento exigirá la realización de estudios de factibilidad de tratamiento y reuso de aguas residuales, sujetándose a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos aplicables para definir la obligatoriedad de tener separadas sus instalaciones en aguas pluviales, jabonosas y negras, las cuales se canalizarán por sus respectivos albañales para su uso, aprovechamiento o desalojo; de acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias.
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 que conducen las aguas residuales de una edificación hacia fuera de los límites de su predio serán de 15 cm de diámetro interior como mínimo y su pendiente mínima será del 2%
161	En las zonas donde no exista red de alcantarillado público, el Departamento autorizará el uso de fosas sépticas de procesos bioenzimáticos de transformación rápida, siempre y cuando se demuestre la absorción del terreno. A las fosas sépticas descargarán únicamente las aguas negras que provengan de inodoros y mingitorios. En las zonas donde el suelo sea inadecuado para la absorción de las aguas residuales, el Departamento determinará el sistema de tratamiento a instalar.
162	La descarga de agua de fregaderos que conduzcan a pozos de absorción o terrenos de oxidación deberán contar con trampas de grasa registrables. Los talleres de reparación de vehículos y las gasolineras deberán contar en todos los casos con trampas de grasa en las tuberías de agua residual antes de conectarlas a colectores públicos.
163	Se deberán colocar desarenadores en las tuberías de agua residual de estacionamientos públicos descubiertos y circulaciones empedradas de vehículos.

Todos estos lineamientos se encuentran en el Reglamento de Construcción del Distrito Federal en el Capítulo VI denominado Instalaciones, en la Sección Primera Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias.

Normas Técnicas complementarias para instalaciones de abastecimiento de agua potable y drenaje.

Artículo	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 realizara con base en la expresión de Manning.
4.2.7	<p>Los ramales pueden ser interiores y exteriores.</p> <p>Para los interiores se recomienda:</p> <ol style="list-style-type: none">1. - Para diámetros de 75 mm o menores, $S = 2\%$2. - Para diámetros de 100 mm o mayores, $S = 1\%$ <p>Deberá considerarse la localización de tapones registros, a las siguientes máximas distancias, para facilitar su mantenimiento.</p> <p>Para diámetros de 200 mm o menores, $L = 15\text{m}$</p> <p>Para diámetros de 250 mm o mayores, $L = 30\text{ m}$</p> <p>Para los exteriores se utilizara la ecuación de continuidad y la fórmula de Manning, teniendo en cuenta:</p> <ol style="list-style-type: none">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 md) 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 quedara 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.

Esta información ha sido extraída de las Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje.

En general los reglamentos y normas están concebidos como un manual de recomendaciones para el proyecto, estableciendo exigencias mínimas y tablas de uso práctico para instalaciones corrientes. Para casos especiales o con instalaciones más complejas o de mayor envergadura, es obligación del proyectista encontrar las soluciones técnico-económicas más adecuadas.

Esto consiste en realizar todos los estudios que sean necesarios, adoptar las decisiones reglamentarias en la utilización de materiales, artefactos, mecanismos y dispositivos aprobados y/o admitidos con el fin de resolver el problema que se presente y además asumir la responsabilidad emergente. Esto debe quedar claro ya que en el RCDF se establece que el proyectista o calculista que consigna su firma es responsable de todo problema que surja por el diseño y construcción de dichas instalaciones.

Los profesionales tienen la total responsabilidad por la calidad del proyecto, de los materiales empleados y artefactos instalados, de la dirección y construcción de las obras, así como el estricto cumplimiento de las normas y reglamentaciones antes mencionadas. Dichos profesionales, al asumir las respectivas encomiendas, adquieren la responsabilidad profesional y civil de sus propias actuaciones, ya sea ante los propietarios y los terceros, como ante los organismos competentes, las gubernamentales y los Consejos Profesionales que rigen sus habilitaciones, tanto durante la ejecución de las obras como en el período que marca la ley.

2.3. - Datos básicos para el diseño.

Para un proyecto de instalación sanitaria es necesario contar con la siguiente información:

- Diámetro y profundidad del colector o atarjea municipal existente, así como su separación con respecto al predio. Con este diámetro y con el diseñado para la descarga del predio y su profundidad, se establecerá si la conexión puede efectuarse mediante un slant o si se requiere un pozo de visita.
- Tipos de edificios según su uso y destino: unifamiliar, multifamiliar, industrial, comercial, religioso, educativo, deportivo, oficial. Se indicarán las medidas del terreno y las plantas funcionales completas, con proyección de aleros, balcones y galerías sobre la planta inferior y de los sótanos en la superior, vacíos y patios de aire y luz, espesores de muros, escaleras, rampas y su sentido de subida; denominación de locales, cortes longitudinales y transversales que permitan representar en elevación las características del edificio, su instalación y los niveles de piso terminado en cada planta.
- Información arquitectónica, que consiste en contar con los planos de la edificación amueblada, que muestren sus vistas en planta y perfil, para desarrollar sobre ellos los anteproyectos de las instalaciones y para estimar en forma preliminar la

capacidad de cada equipo. En los planos del anteproyecto arquitectónico se mostrará la localización de los sanitarios, cocinas, cuartos de lavado, así como el tipo de muebles y aparatos sanitarios.

- De la Instalación:
 - Accesorios: inodoros, mingitorios, vertederos, fregaderos de cocinas, lavavajillas, coladeras de piso, carcamos y equipos de bombeo, etcétera, tuberías de desagüe y ventilación de los mencionados artefactos, indicando material, diámetro y pendiente.
 - Desagües Pluviales: coladeras de desagüe, canaletas y los desagües que los canalizan, etcétera, indicando material, diámetro y pendiente.

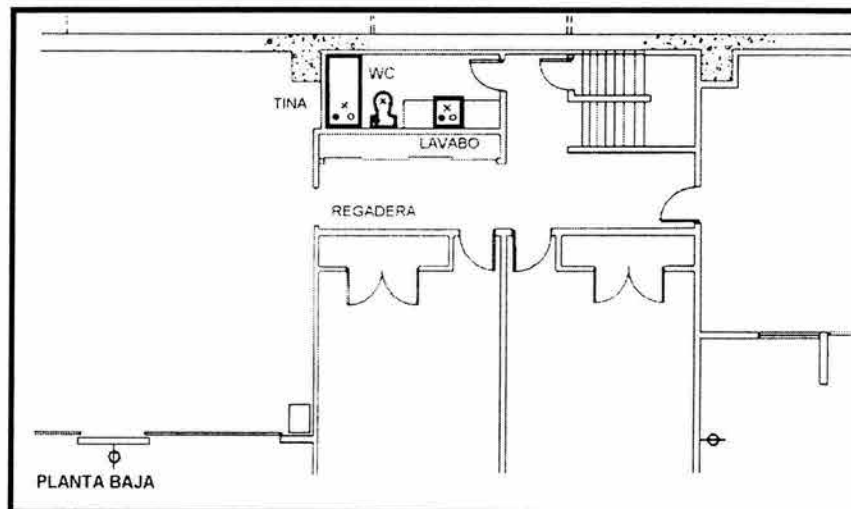


Figura 2.1 Croquis de una edificación, planta baja.

Trazo de la red de drenaje.

Para el trazo de la red de drenaje en edificaciones se hacen las siguientes recomendaciones:

- Las líneas de drenaje se trazaran de tal manera que tengan un recorrido mínimo y el menor numero posible de piezas especiales.
- El trazo deberá ser paralelo a los ejes principales de la estructura en la medida de lo posible.
- Las tuberías no deben trazarse de manera que atraviesen elementos estructurales (columnas, traveses, castillos, etcétera).
- Las tuberías verticales deben trazarse por los conductos determinados por el proyectista, evitando los cambios de dirección innecesarios.

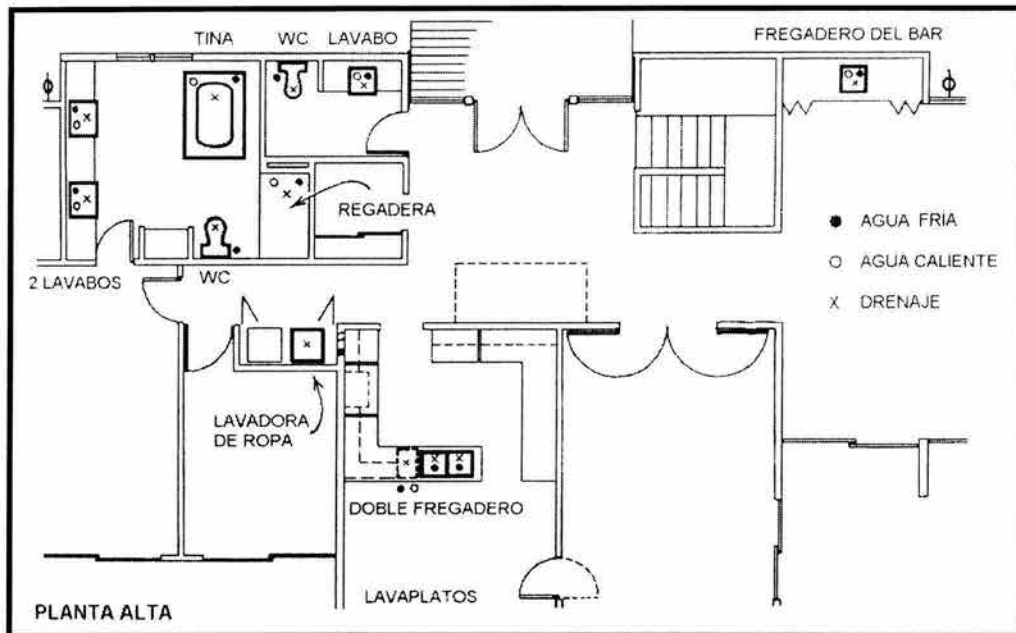


Figura 2.2 Croquis de una edificación, planta alta.

Determinación del numero de servicios.

De acuerdo al tipo de edificación y al numero de personas que la habiten se da el numero de muebles sanitarios necesarios para cubrir satisfactoriamente las necesidades sanitarias.

Para los casos en que se necesite tener en cuenta el numero de habitantes por vivienda para la aplicación de algunas disposiciones de los reglamentos, se considera lo siguiente:

Para viviendas de una recamara o dormitorio: 3 habitantes

Para viviendas de dos recamaras o dormitorios: 5 habitantes.

Para viviendas de tres recamaras o dormitorios: 7 habitantes.

Para viviendas de mas de 3 recamaras o dormitorios, 2 habitantes mas por cada recamara o dormitorio adicional.

En toda edificación habrá un excusado por lo menos. Cuando el numero de habitantes pase de 10, se instalaran excusados a razón de uno por cada 10 personas o fracción que no llegue a este numero.

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

Cada departamento o vivienda contara con un lavadero, que puede estar instalado en las azoteas, azotehuelas o pozos de luz.

En la tabla 2.1, se muestran los requisitos mínimos de servicios sanitarios para diferentes tipos de instalaciones y para diversas magnitudes de usuarios de ellos.

Tabla 2.1. Requerimientos mínimos de servicios sanitarios.

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
Oficinas	Hasta 100 personas	2	2	--
	De 101 a 200	3	2	--
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	--
Comercio	Hasta 25 empleados	2	2	--
	De 26 a 50	3	2	--
	De 51 a 75	4	2	--
	De 76 a 100	5	3	--
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	--
Baños públicos	Hasta 4 usuarios	1	1	2
	De 5 a 10	2	2	1
	De 11 a 20	3	3	4
	De 21 a 50	4	4	8
	Cada 50 adicionales o fracción	3	3	4
Salud	- Salas de espera - Por cada 100 personas			
	De 101 a 200	2	2	--
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	--
		2	1	--
	- Cuarto de camas - Hasta 10 camas	1	1	1
	De 11 a 25	3	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1
	- Empleados - Hasta 25 empleados	2	2	--
	De 26 a 50	3	2	--
	De 51 a 75	4	2	--
De 76 a 100	5	3	--	
Cada 100 adicionales o fracción	3	2	--	
Educación y cultura. Educación elemental, media y superior.	Cada 50 alumnos	2	2	--
	Hasta 75 alumnos	3	2	--
	De 76 a 150	4	2	--
	Cada 75 adicionales o fracción	2	2	--

Tabla 2.1. Requerimientos mínimos de servicios sanitarios. Continuación .

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
Instalaciones para exhibiciones	Hasta 100 personas	2	2	--
	De 101 a 400	4	4	--
	Cada 200 adicionales o fracción	1	1	--
Recreación	- Entretenimiento - Hasta 100 personas			
	De 101 a 200			
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	--
		4	4	--
	- Deportes y recreación - a) Canchas y centros deportivos	2	2	--
	Hasta 100 personas	2	2	2
	De 101 a 200	4	4	4
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	2
	b) Estadios: Hasta 100 personas	2	2	--
De 101 a 200	4	4	--	
Cada 200 adicionales o fracción	2	2	--	
Alojamiento	Hasta 10 huéspedes	1	1	1
	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	2	1
Seguridad	Hasta 10 personas	1	1	1
	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1
Funerarias	Hasta 100 personas	2	2	--
	De 101 a 200	4	4	--
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	--

Tabla 2.1. Requerimientos mínimos de servicios sanitarios. Continuación.

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
Comunicaciones y transportes	- Estacionamientos - Empleados Publico	1	1	--
	- Terminales y estaciones de transporte - Hasta 100 personas	2	2	--
	De 101 a 200	2	2	1
	Cada 200 adicionales o fracción	4	4	2
		2	2	1
	- Comunicaciones - Hasta 100 personas	2	2	--
	De 101 a 200	3	2	--
	2	1	--	
Industrias	Industrias, almacenes y bodegas donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto desaseo:			
	Hasta 25 personas			
	De 26 a 50	2	2	2
	De 51 a 75	3	3	3
	De 76 a 100	4	4	4
	Cada 100 adicionales o fracción	5	4	4
		3	3	3
	Demás industrias, almacenes y bodegas:	2	1	1
	Hasta 25 personas	3	2	2
	De 26 a 50	4	3	2
De 51 a 75	5	3	3	
De 76 a 100	3	2	2	
Cada 100 adicionales o fracción				
Espacios abiertos	Jardines y parques: Hasta 100 personas	2	2	--
	De 101 a 400	4	4	--
	Cada 200 adicionales o fracción	1	1	--

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

Los excusados, lavabos y regaderas a que se refiere la tabla anterior, se distribuirán por partes iguales en locales separados para hombres y mujeres. En los casos en que se

demuestre el predominio de un sexo sobre otro entre los usuarios, podrá hacerse la proporción equivalente, señalándolo así en el proyecto.

En el caso de locales sanitarios para hombres será obligatorio agregar un mingitorio para locales con un máximo de dos excusados. A partir de locales con tres excusados, podrá sustituirse uno de ellos por un mingitorio, sin necesidad de recalcular el número de excusados. El procedimiento de sustitución podrá aplicarse a locales con mayor número de excusados, pero la proporción entre éstos y los mingitorios no excederá de uno a tres.

En los sanitarios de uso público indicados en la tabla 2.1 se deberá destinar, por lo menos, un espacio para excusado de cada diez o fracción, a partir de cinco, para uso exclusivo de personas impedidas.

Los sanitarios deberán ubicarse de manera que no sea necesario para cualquier usuario subir o bajar más de un nivel o recorrer más de 50 metros para acceder a ellos;

Los sanitarios deberán tener pisos impermeables y antiderrapantes y los muros de las regaderas deberán tener materiales impermeables hasta una altura de 1.50 m.

El acceso a cualquier sanitario de uso público se hará de tal manera que al abrir la puerta no se tenga a la vista regaderas, excusados y mingitorios.

3.1. - Red de drenaje para aguas residuales.

Un sistema de recolección de aguas residuales consta básicamente de un sistema de colección de aguas residuales y de un sistema de ventilación.

El sistema de colección de aguas residuales incluye todas las tuberías instaladas, accesorios y equipo dentro de la edificación para conducir las aguas residuales, hacia un sitio de disposición adecuado.

El sistema de ventilación consta de tuberías que proporcionan un flujo de aire hacia el sistema de recolección de aguas residuales con el objeto de mantener la presión atmosférica dentro de toda la red y garantizar el buen funcionamiento de todo el sistema.

La red de recolección puede ser de dos tipos:

- Unitaria o combinada, que consiste en recolectar las aguas de lluvias y residuales en la misma red.
- 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 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.

Recorrido de las aguas residuales en el sistema de colección.

La recolección de las aguas residuales se inicia en el drenaje de cada mueble sanitario o equipo, donde tuberías del mismo diámetro del accesorio conducen las aguas residuales de cada aparato hacia las ramificaciones o derivaciones; después las ramificaciones horizontales de tuberías las llevan hacia los bajantes verticales o columnas de aguas residuales.

Los bajantes conducen las aguas residuales hacia el colector de la edificación, el cual debe estar por debajo del nivel de todas las tuberías de colección de aguas residuales del sistema; finalmente el colector descarga las aguas residuales al sitio de disposición de las mismas. La figura 3.1 muestra un esquema general de un sistema de colección de aguas residuales.

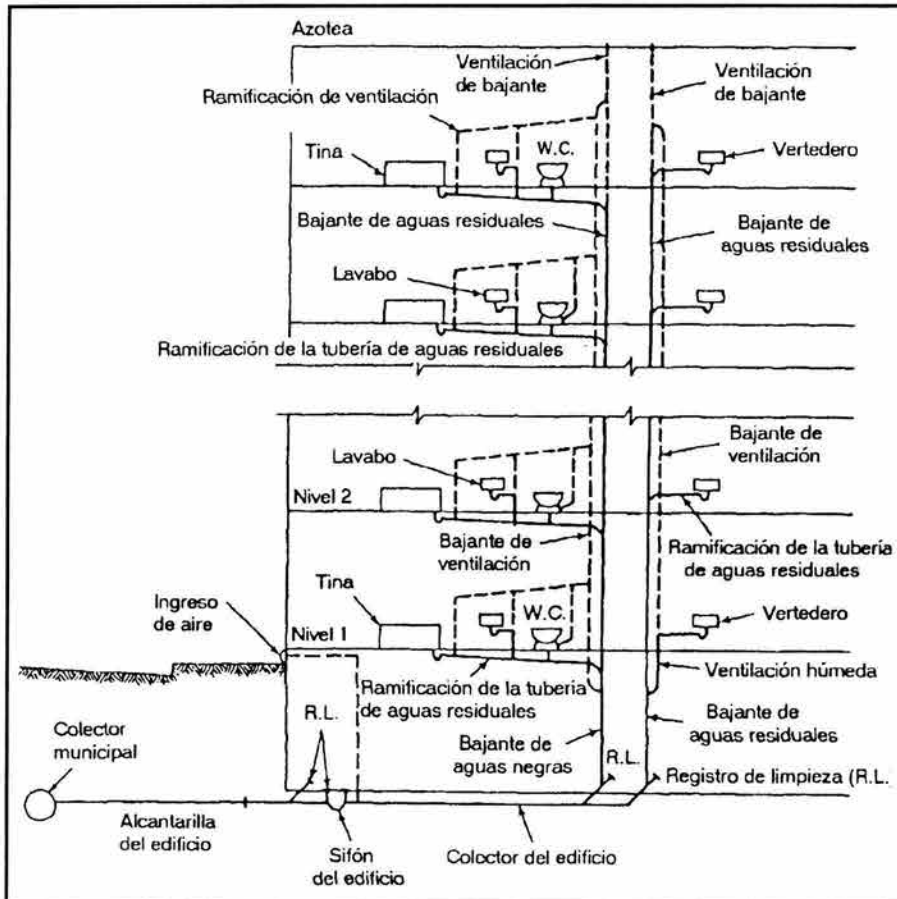


Figura 3.1 Ejemplo de un sistema de recolección de aguas residuales en un edificio de varios niveles.

Diseño del sistema de colección de aguas residuales.

El diseño de la red de colección 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 resultan diámetros que muchas veces no se encuentran en el rango de los diámetros comerciales, por lo que se anula la exactitud de un cálculo hidráulico riguroso.

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

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

- Uso privado: casas habitación, departamentos, baños privados de hoteles y similares, destinadas al uso por un individuo o una familia.
- Uso semipúblico: oficinas, fabricas, dependencias, etcétera, instalaciones utilizadas por el número limitado de personas que ocupan el edificio.

- Uso publico: baños públicos en aeropuertos, centrales de autobuses, escuelas, cuarteles, etcétera, en donde no hay limitaciones de personas ni del número de usos.

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

La unidad de descarga o unidad mueble se ha establecido igual a 28 litros por minuto, que es aproximadamente el valor de la descarga de un lavabo de uso privado

La tabla 3.1 presenta los valores en unidades de descarga para algunos muebles tipo según la clase de instalación.

Tabla 3.1. Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones y sifones de descarga.

Clase de aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo del sifón y de la derivación, en mm.		
	Clase			Clase		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°
Lavabo	1	2	3	35	35	35
WC.	4	5	6	80	80	80
Tina	3	4	4	40	50	50
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 de restaurante (vajilla)	3	8	8	40	80	80
Fregadero de restaurante (alimentos)	3	6	6	40	50	50
Lavadero ropa	3	3	6	40	40	50
Lavadero 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 ²	1	3	3	50	50	50
b) Intensidad Máxima: 20 cm/hora, cada 8.5 m ²	1	3	3	50	50	50

3.2. - Sifones o sellos hidráulicos .

El sifón es un dispositivo que tiene por objeto evitar que pasen al interior de la edificación los olores procedentes de la red de colección, al mismo tiempo que permite el paso de 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 el 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 colocara en un sitio inaccesible y menos aun empotrado en la pared.

Existen diferentes tipos de sifones como puede observarse en la figura 3.2. Los sifones en P, en S y de botella, se colocan directamente a la salida del desagüe de los muebles y aparatos (lavabos, bidet, fregaderos); los sifones de pavimento o bote sifónico con tapa ciega y bote sifónico con tapa de sumidero, sirven para los aparatos que tienen la salida de 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 ultimo los propios del aparato, como en el caso de los excusados, vertederos y urinarios que tienen el sifón colocado en el interior del mismo aparato.

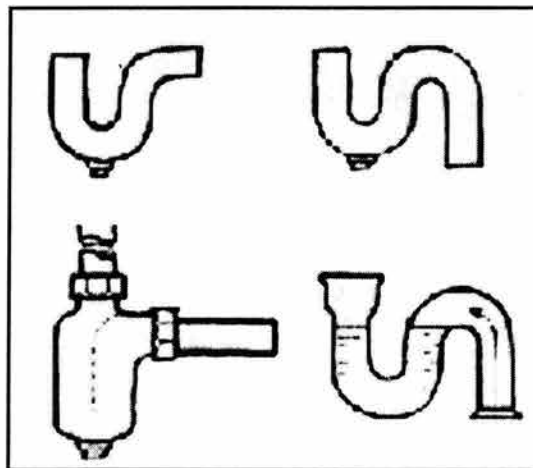


Figura 3.2 Diferentes tipos de sifones.

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 produzca en los sifones altas o bajas presiones.

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

- a) El sifonamiento por compresión, conocido también como circulación inversa del aire, ilustrado en la figura 3.3, 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 mas abajo del que descargó, se produzca una presión mayor a la atmosférica, que pudiera llegar a empujar el agua del sifón al interior de aparato, perdiendo el cierre hidráulico, que ocasionaría la presencia de olores en el interior del cuarto de baño.

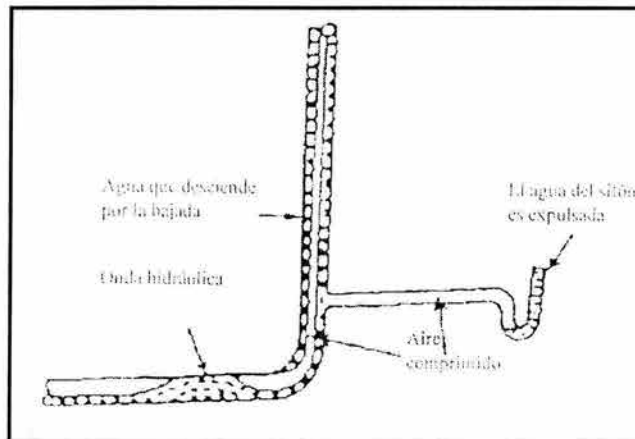


Figura 3.3 Sifonamiento por compresión.

- b) El sifonamiento por aspiración, conocido también como sifonaje inducido, ilustrado en la figura 3.4, 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 que en los muebles situados mas arriba se produzca una presión menor a la atmosférica, que podría succionar el agua del sifón perdiendo así el cierre hidráulico.

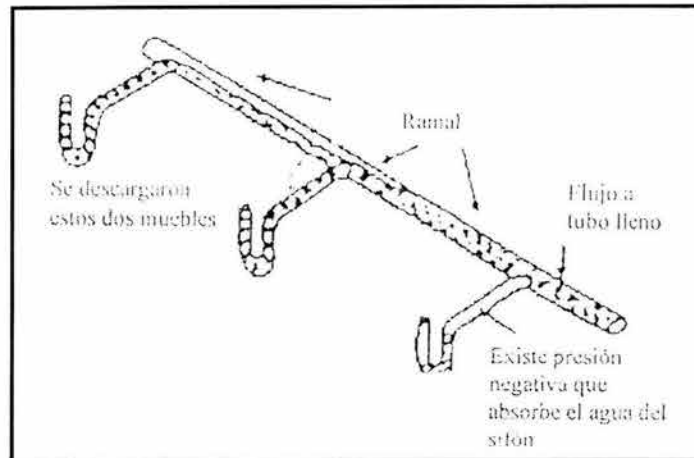


Figura 3.4 Sifonamiento por aspiración.

- c) El autosifonamiento mostrado en la figura 3.5, 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.

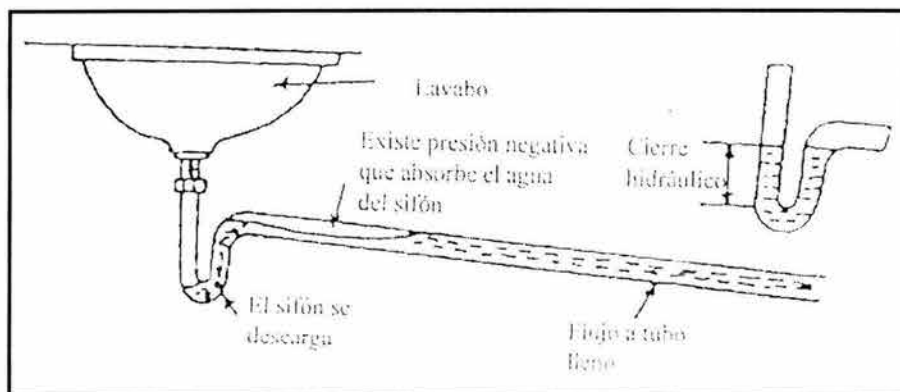


Figura 3.5 Autosifonamiento.

- 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 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 3.6.

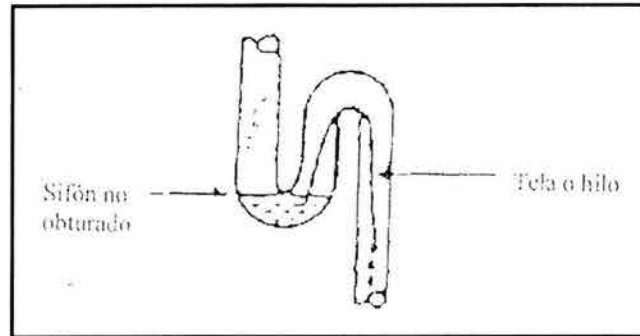


Figura 3.6 Capilaridad en sifones.

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.

Cuando no existe una ventilación adecuada, el funcionamiento incorrecto de los sifones pueden producir ruidos molestos. Aunque es de mencionarse que tales ruidos también se pueden deber a velocidades excesivas en la corriente de los residuos.

3.3. - Red de ventilación.

El sistema de ventilación sirve para proteger los sellos sanitarios contra el sifonaje y a la red de colección de aguas residuales de las variaciones indeseadas de presión que afecten su óptimo desempeño.

Ventilación principal. Es el suministro más importante de aire del sistema de ventilación; ésta suministra aire a los bajantes de ventilación y a sus ramificaciones, las cuales lo conducen hasta las ventilaciones individuales y las tuberías horizontales de aguas residuales.

Cada edificio debe tener al menos un bajante o columna de ventilación; éste debe extenderse, sin reducción de su diámetro, en toda su longitud desde la azotea del edificio, hasta su parte más baja. Generalmente, el bajante de ventilación forma parte de la ventilación principal y es fundamental para lograr una circulación adecuada de aire en todo el sistema de recolección de aguas residuales. La función principal del bajante de ventilación es suministrar aire al bajante o columna de aguas residuales, ya que al producirse descargas en éste, el aire es arrastrado en el descenso de las mismas, por lo

que se hace necesario el ingreso de aire del exterior, a fin de evitar variaciones bruscas en la presión del bajante.

Cada bajante de aguas residuales debe estar acompañado de un bajante de ventilación; la localización más efectiva de la conexión del bajante de ventilación al bajante de aguas residuales, es por debajo de todas las conexiones de ramificaciones de aguas residuales, lo más cerca posible de la base del bajante de aguas residuales. En la figura 3.7 se ilustran formas de conexión entre bajantes de ventilación y bajantes de aguas residuales.

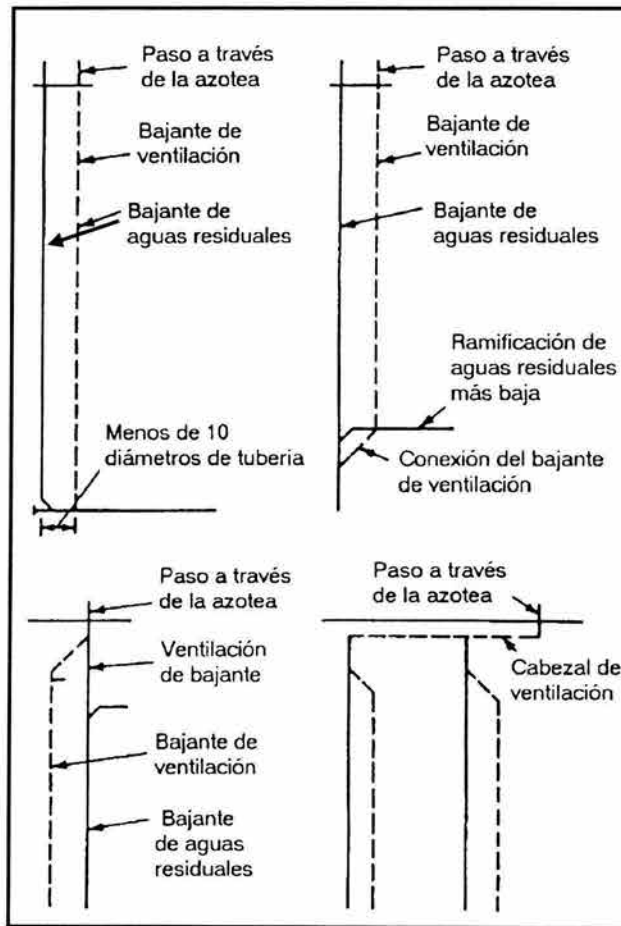


Figura 3.7. Conexiones de bajantes de ventilación.

Una ventilación del bajante, es una extensión de la tubería del bajante de aguas residuales por encima de la ramificación horizontal más alta conectada al mismo, y que termina por encima de la azotea del edificio. La figura 3.8, muestra la diferencia entre un bajante de ventilación y una ventilación de bajante.

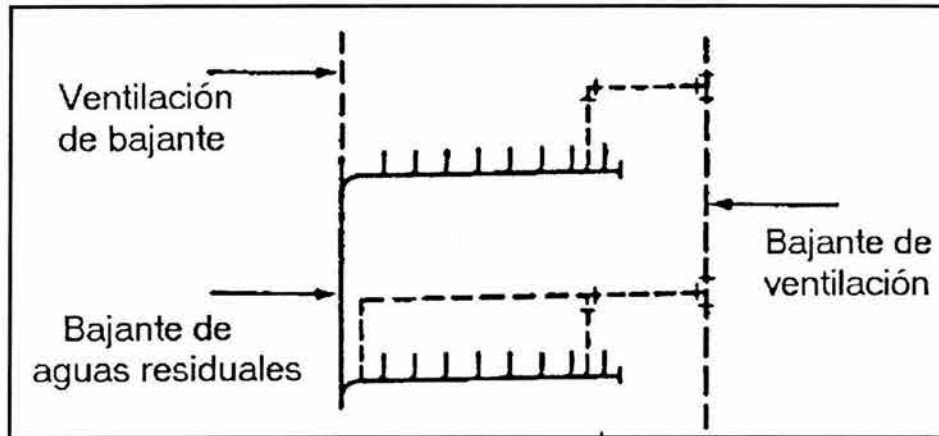


Figura 3.8. Ventilación de bajante y bajante de ventilación

Un grupo de muebles sanitarios, sean de un baño, de una cocina o cualquier otra combinación, que esté ubicado en el último nivel del edificio, puede ser instalado sin ventilación individual, si el drenaje de cada mueble sanitario es conectado de manera independiente al bajante de aguas residuales y las descargas del WC y de la tina están al mismo nivel. En este caso, todos los muebles sanitarios son ventilados a través de la ventilación del bajante; cualquier otra condición distinta de la mencionada, requiere la utilización de ventilaciones individuales.

Ventilación individual. Es una tubería instalada para ventilar el sello sanitario de un mueble conectándolo con el sistema de ventilación, generalmente un bajante, por encima de la salida de los muebles servidos; la apertura de ventilación del mueble sanitario debe ser localizada por encima de la parte más baja del final de la descarga en el sello sanitario. Para garantizar una ventilación apropiada, se han establecido longitudes máximas de las tuberías de ventilación que varían entre 0.75 m para diámetros de 1 ¼ " hasta 3 m para diámetros de 4".

Ventilación Común. A fin de reducir las longitudes de tubería utilizada, dos muebles sanitarios pueden ser colocados, espalda con espalda, en lados opuestos de la pared, y suministrarles aire con una sola tubería; este tipo de ventilación se conoce como ventilación común. En estos casos, los muebles deben descargar de manera independiente, con entradas al mismo nivel.

Ramificación de ventilación. Tubería que es utilizada para conectar una o más ventilaciones individuales al bajante de ventilación o a la ventilación del bajante.

Ventilación húmeda. Es una tubería que sirve tanto como tubería de drenaje de aguas residuales, como de tubería de ventilación, siempre y cuando se trate de muebles sanitarios distintos del WC y por lo tanto, solo permite el desalojo de pequeñas cantidades de descarga. Este tipo de ventilación reduce la longitud de tubería requerida para ventilación individual. Para poder utilizar este tipo de ventilación se debe cumplir con las siguientes condiciones:

Para el último nivel de un edificio:

- No más de una unidad de descarga será conducida en diámetros de ventilación húmeda de 1 1/2" y no más de cuatro unidades de descarga en diámetros de ventilación húmeda de 2".
- La longitud del drenaje no debe exceder la distancia permisible máxima entre el sello sanitario y la ventilación.
- Las conexiones de las ramificaciones de aguas residuales al bajante de aguas residuales deben estar al mismo nivel o por debajo de las descargas de w.c. como se ve en la figura 3.9.

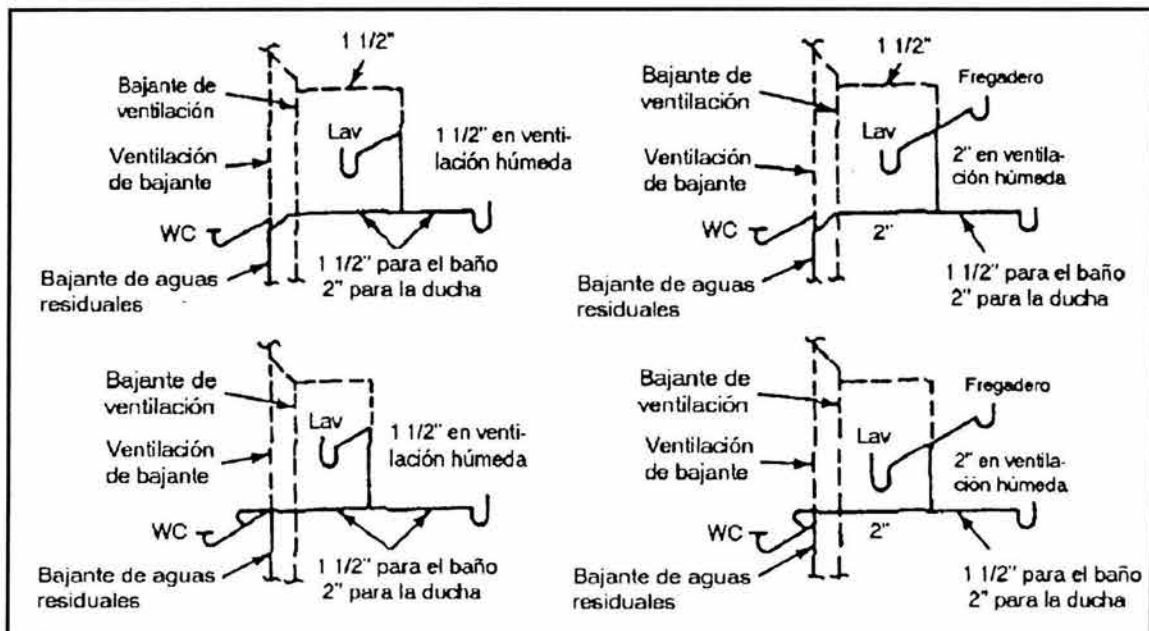


Figura 3.9. Ventilación húmeda en el último nivel de edificios.

Para niveles inferiores del edificio:

- Las reglas son similares a las anteriores, con excepción de que los WC deben ser ventilados y el diámetro mínimo de la ventilación húmeda es de 2". En los casos en que los WC están conectados directamente a la ventilación húmeda en la mitad superior de su descarga, con un ángulo no mayor de 45°, no requieren ser ventilados de manera individual, como se indica en la figura 3.10.

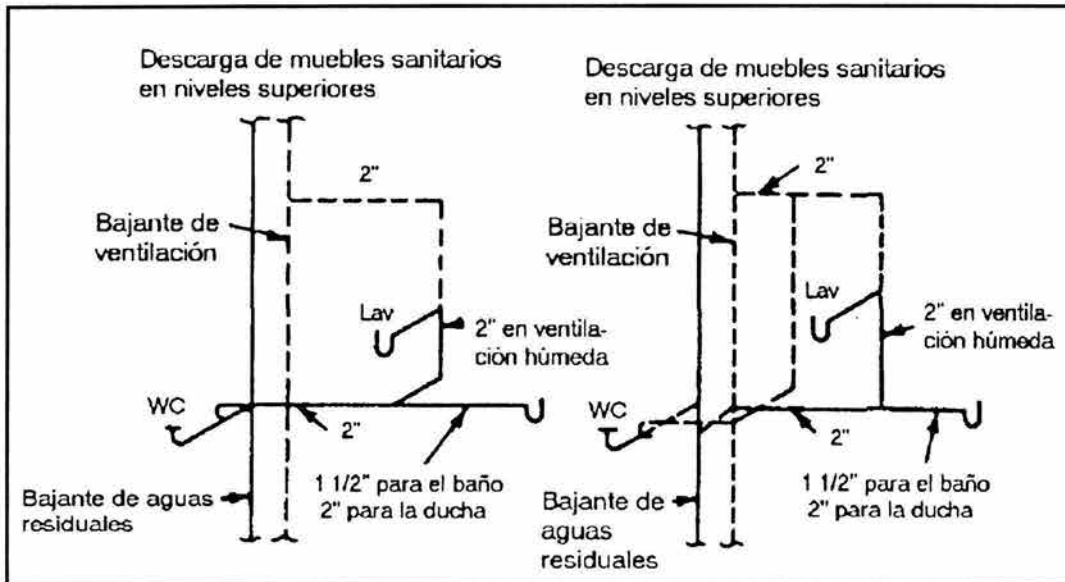


Figura 3.10. Ventilación húmeda para entresijos de edificios.

Cuando existen grupos de muebles sanitarios similares instalados en conjunto, que descargan en una ramificación de la red de recolección de aguas residuales, es común ventilarlos mediante circuitos o anillos de ventilación.

Circuito de ventilación. Es una ramificación de la tubería de ventilación que sirve a dos o más muebles sanitarios, y que va de éstos hasta conectarse con el bajante de ventilación.

Anillo de ventilación. Es similar al circuito pero, en lugar de conectarse al bajante de ventilación, se conecta a la ventilación del bajante; este tipo de ventilación se utiliza únicamente en el último nivel del edificio, puesto que si se utilizara en otros niveles, podría ocurrir que al momento de producirse descargas en los niveles superiores al sitio donde se encuentra instalado el anillo de ventilación, el flujo de aire del exterior fuera reducido, debido a la presencia de flujos de aguas residuales. En las figuras 3.11. , 3.12. y 3.13. pueden verse estos tipos de ventilación.

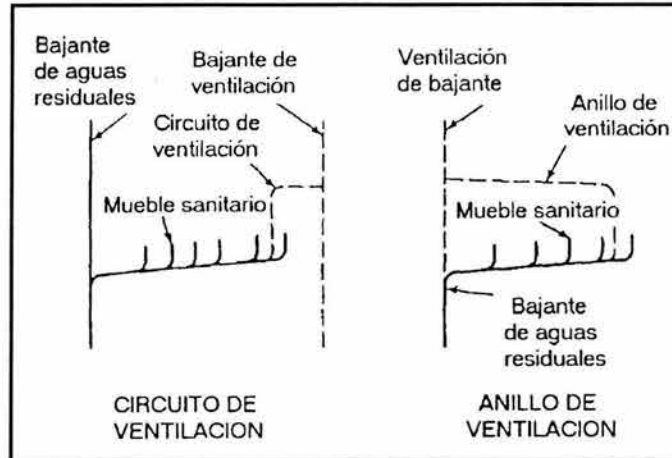


Figura 3.11. Circuito y anillo de ventilación.

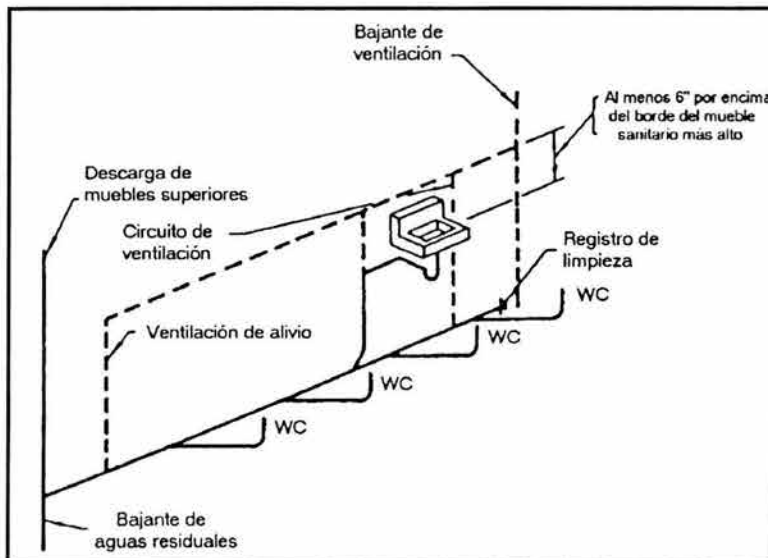


Figura 3.12. Circuito de ventilación en un conjunto de muebles sanitarios.

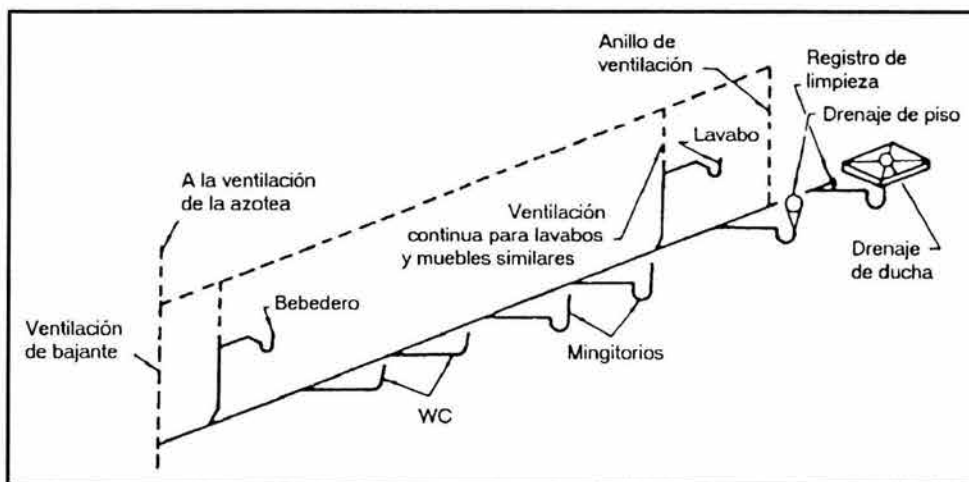


Figura 3.13. Anillo de ventilación en una batería de muebles sanitarios.

Se pueden combinar los anillos y circuitos, así como la ventilación común, para garantizar el flujo de aire de manera continua en conjuntos de muebles sanitarios; una combinación de este tipo se muestra en la figura 3.14.

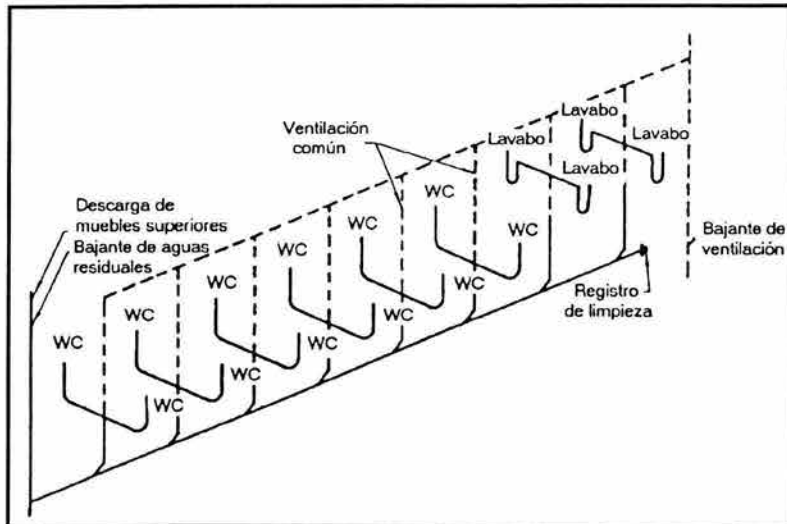


Figura 3.14 Conjunto de ventilación en el que se utiliza ventilación común.

Ventilación de alivio. Las presiones en el drenaje y en los bajantes de ventilación de un edificio de varios niveles, presentan fluctuaciones constantemente. El suministro de aire del exterior a través de las conexiones de los bajantes de ventilación en la base de los bajantes de aguas residuales y en las ramificaciones horizontales de drenaje no puede, en algunas ocasiones eliminar estas fluctuaciones, por lo que se hace necesario la utilización de este tipo de ventilación.

Estas fluctuaciones son debidas principalmente a la descarga simultánea de los drenajes de los distintos entresijos del edificio. Por tanto, la utilización de la ventilación de alivio es necesaria para el suministro de aire en sitios congestionados donde se tiende al desarrollo de obstrucciones, previniendo variaciones excesivas de presión que podrían causar sifonaje en los sellos sanitarios de muebles sanitarios cercanos a los puntos en los que se generan éstas. Los sitios en los que generalmente se utiliza este tipo de ventilación son los siguientes:

- Cuando el flujo de aguas residuales en un bajante tiene una desviación con un ángulo de 90° , generalmente en la base del mismo, se tiene una tendencia a la disminución de la velocidad del flujo, en el cambio de dirección vertical a dirección horizontal; lo anterior, permite el desarrollo de un salto hidráulico, con la consiguiente obstrucción del

paso de aire, por lo que la presión se incremento en los sitios cercanos al cambio de dirección, ver la figura 3.15.

- Cuando el agua fluye de manera horizontal y es desviada verticalmente o con ángulos mayores a 45°, se produce una aceleración de la misma originando con esto una presión negativa que origina sifonaje en los muebles sanitarios cercanos a la desviación, ver la figura 3.15.

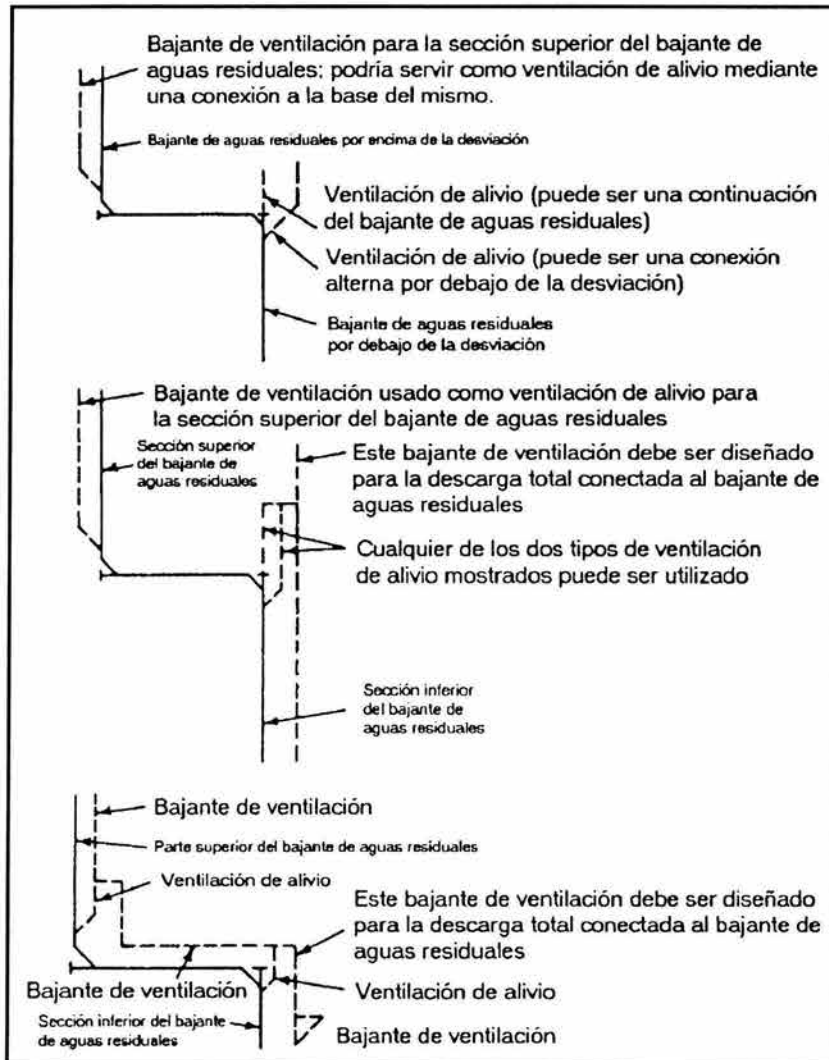


Figura 3.15. Ventilación de alivio en cambios de dirección del bajante de aguas residuales.

- En zonas de acumulación de espumas. El uso de detergentes altamente espumosos en lavadoras crea serios problemas en los edificios residenciales, especialmente los elevados. Cuando el flujo de aguas residuales de los pisos superiores del edificio contiene detergentes, éstos son mezclados vigorosamente con las aguas residuales en

el bajante, conforme éstas descienden; estas espumas fluyen hacia abajo en los bajantes y se depositan en las secciones más bajas, así como en los cambios de dirección mayores de 45° del sistema de recolección de aguas residuales.

Las aguas residuales son más pesadas que las espumas y fluyen fácilmente por las tuberías sin arrastrar a éstas con el flujo. En consecuencia, las espumas se acumulan en los sitios mencionados anteriormente, lo que ocasionalmente puede originar obstrucciones en el flujo del aire, con el consiguiente riesgo de sifonaje en los sellos sanitarios; de ahí la conveniencia de utilizar ventilación de alivio en las zonas de acumulación de espumas. La figura 3.16, muestra las zonas de acumulación de espumas.

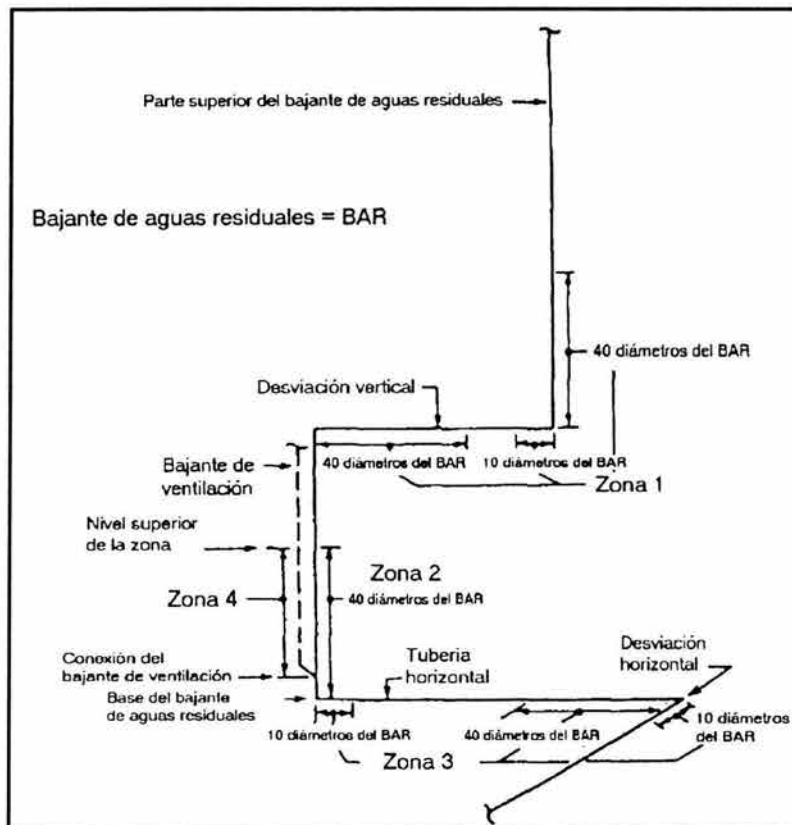


Figura 3.16. Zonas de acumulación de espumas.

Cabezales de ventilación. Tienen por objeto evitar los inconvenientes que se presentarían si cada bajante de aguas residuales o de ventilación, tuviera una salida en la azotea para permitir el ingreso de aire del exterior; por tanto, a fin de evitar lo anterior, que daría como resultado dificultades de tránsito en la azotea, malos olores, problemas en la ubicación de

las tuberías, etc., se realiza la interconexión de los bajantes mediante tuberías horizontales, que en su extremo final tienen una salida única al exterior, lo que facilita su ubicación, permitiendo por ésta el ingreso de aire del exterior como se ve en la figura 3.17.

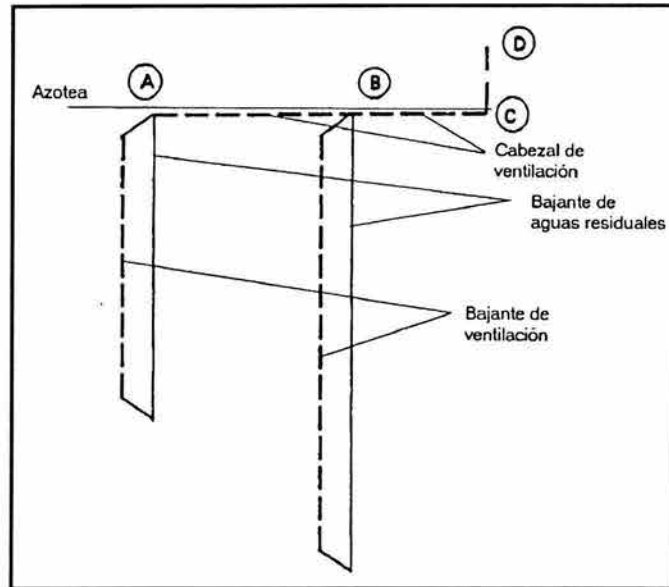


Figura 3.17 Cabezales de ventilación.

Los cabezales deben ser diseñados de tal manera, que el diámetro utilizado permita la adecuada ventilación de todos los bajantes de aguas residuales, en función de su longitud y del número de unidades de descarga que conducen.

3.4. - Dispositivos y accesorios.

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

El proyectista es el encargado y responsable de seleccionar y especificar la tubería mas adecuada, piezas especiales y sistemas de unión para usarse en algún proyecto dado. Para tomar la mejor decisión es importante considerar las siguientes características de las tuberías y de las piezas especiales.

- resistencia a la corrosión
- costo total
- resistencia física
- tipo de material

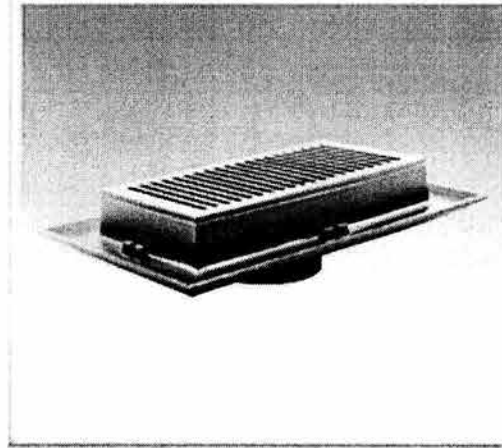
Al escoger el material de la tubería hay que tener en cuenta las condiciones del medio a las que estará sujeta como: clima, tipo de aguas residuales, esfuerzos mecánicos, abrasión, temperatura, etcétera.

A continuación se presentan algunos accesorios utilizados en las instalaciones sanitarias, con sus especificaciones y características mas comunes, cabe notar que en el mercado existe una gran variedad de modelos y marcas, así como calidades y precios entre los cuales se podrá elegir el que desempeñe óptimamente la tarea asignada por el proyectista para el buen funcionamiento de la instalación sanitaria de la edificación.

COLADERAS EXTERIORES

Coladera rectangular con rejilla removible y sello hidráulico de campana para tránsito pesado; con conexión inferior roscada para tubo de 4".

Ideal para instalarse en patios, garajes, terrazas y lugares en donde se requiera gran capacidad de drenado y vista agradable.



Coladera con rejilla removible y plato de doble drenaje para tránsito pesado; con conexión inferior roscada para tubo de 4".

Ideal para instalarse en patios, garajes, terrazas y lugares en donde se requiera gran capacidad de drenado y vista agradable.

Coladera cuadrada con rejilla removible de bronce, niquelada y cromada; con conexión inferior roscada para tubo de 4". Por su rejilla cromada puede utilizarse también en interiores sin problemas de malos olores, gracias a su campana interior que realiza un sello hidráulico.



COLADERAS INTERIORES

Coladera con rejilla redonda de acero inoxidable, con conexión roscada para tubo de 50 mm (2").

Recomendable para baños, regaderas, vestíbulos y otras áreas interiores.



Coladera con rejilla redonda de acero inoxidable y cuerpo con tres conexiones con rosca estándar para tubo, dos superiores de 50 mm y una inferior de 38 mm, que sirve para recibir el drenaje de la tina o el bidet haciendo sello hidráulico; las dos superiores sirven para escoger la que más convenga y conectar por ella la coladera al drenaje.

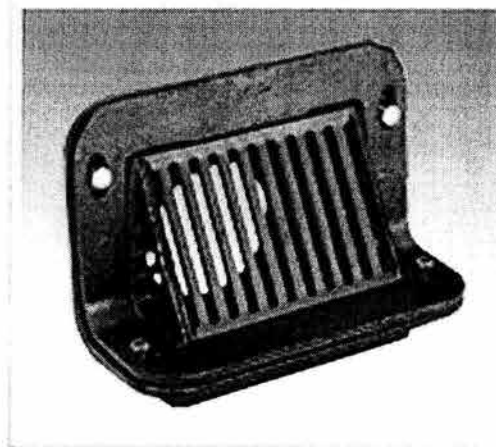
Coladera con rejilla redonda de acero inoxidable, y tres conexiones standard para tubo de 50 mm, la inferior sirve para recibir el drenaje de la tina o bidet, y las dos superiores para escoger la salida al drenaje. Por su gran capacidad permite obtener un mayor sello hidráulico. Ideal para baños, regaderas, vestíbulos.



COLADERAS PARA AZOTEAS

Coladera con rejilla removible y aditamento especial para la colocación de impermeabilizante, con salida lateral para tubo de 10 cm.

Recomendable para bajadas pluviales situadas en el pretil o esquina de azoteas, terrazas, etc.



Coladera con cúpula y canastilla de sedimentos en una sola pieza removible. Anillo especial para la colocación de impermeabilizante. Este modelo presenta conexión roscada para tubo de 4". Recomendable para todas aquellas bajadas pluviales que drenen superficies donde no existe tránsito sobre la coladera.

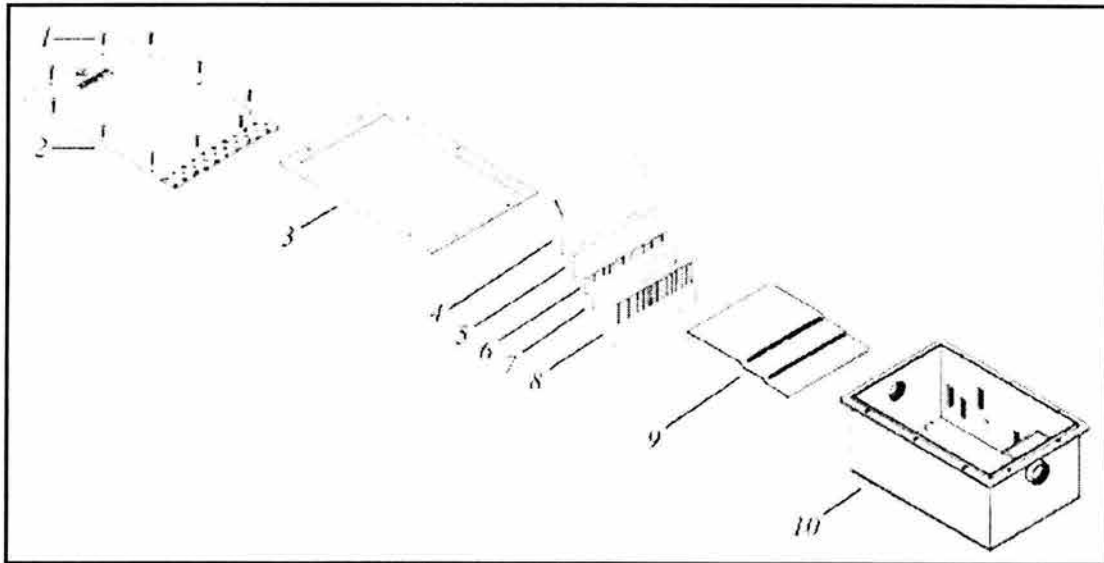
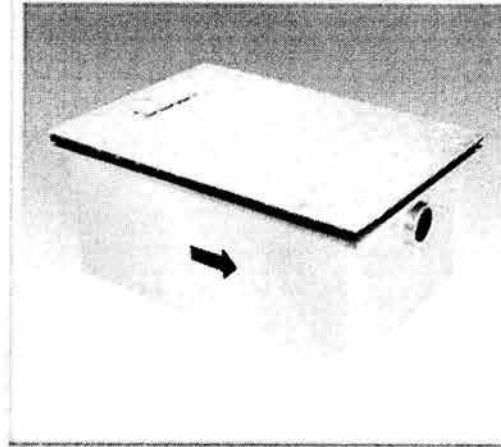
Coladera con cúpula y canastilla de sedimentos en una sola pieza removible. Anillo especial para la colocación de impermeabilizante. Este modelo presenta conexión de retacar para tubo de 4". Recomendable para todas aquellas bajadas pluviales que drenen superficies donde no existe tránsito sobre la coladera. El diseño y altura de la cúpula asegura el drenado aún cuando la parte baja se encuentre obstruida.



INTERCEPTOR DE GRASAS

Construida en lámina cold roll en espesor de 6mm (1/4"), soldada y probada a presión. De gran resistencia a la corrosión y oxidación por su terminación galvanizada en todas sus partes. Terminación corrugada antiderrapante en su tapa de registro. Su capacidad máxima de almacenaje es de 18 Kg de grasa y un caudal de flujo de 45 lts. por minuto.

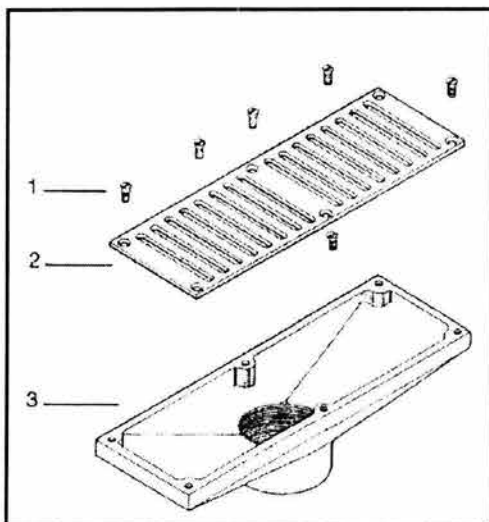
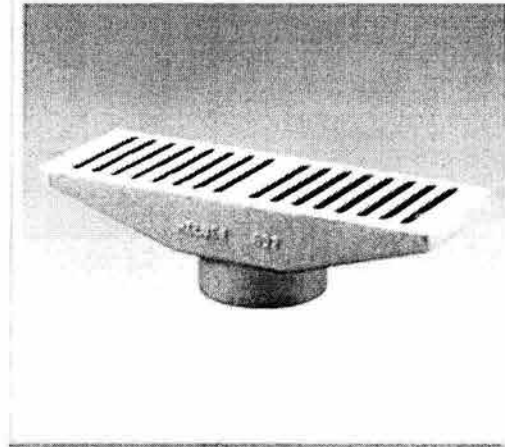
Ideal para todo lugar que requiera desalojar al agua de desperdicios antes de pasar al drenaje principal.



- 1.- Tornillo 3/8" cabeza plana
- 2.- Tapa y placa caja interceptora de grasa
- 3.- Junta de hule
- 4.- Placa desviadora
- 5.- Placa mampara grande
- 6.- Rejilla mampara chica
- 7.- Placa mampara chica
- 8.- Rejilla mampara grande
- 9.- Cascada comp.
- 10.- Caja y marco

REBOSADEROS

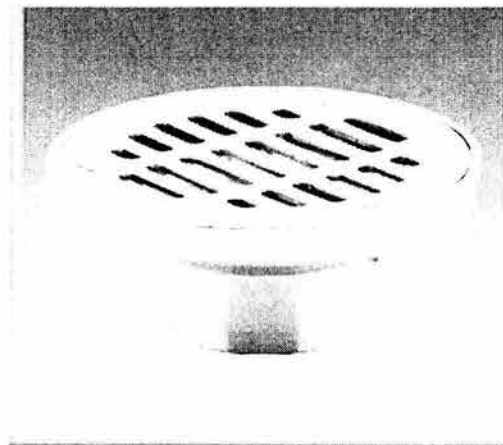
Rejilla rectangular con gran capacidad de drenado. Puede usarse como rebosadero o como inyector de agua. Sirve también como coladera en aquellos lugares que requieren una rejilla cromada con magnífica presentación y gran superficie de drenado. Conexión inferior roscada de 50 mm (2").



- 1.- Tornillo cabeza plana
- 2.- Rejilla contra coladera
- 3.- Contra rejilla.

Contra y rejilla redonda con gran capacidad de drenado. Puede usarse como coladera, rebosadero o como inyector de agua. Ideal para pasillos o corredores.

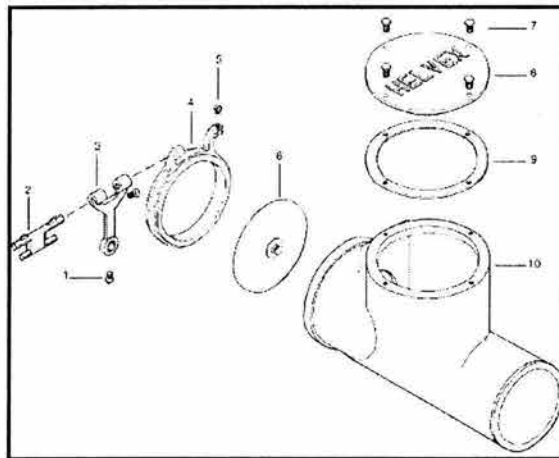
Conexión inferior para retacar,
Si se usa como coladera requiere el uso de un céspol para evitar los malos olores.



Válvula para drenaje para tubo de 153 mm (6") con compuerta de bronce

Cuerpo de hierro fundido y pintura anticorrosiva. Tapa de registro removible y apoyos de nivelación que facilitan su correcta instalación. Conexiones de campana y espiga para instalarse en tuberías de cualquier material con un diámetro nominal de 15 cm. (6").

Cuenta con una válvula de compuerta y asiento fabricados en latón y unidos por una bisagra de doble eje; su material asegura un adecuado funcionamiento de apertura y cierre a la menor presión en sentido contrario.



- 1.-TORNILLOS 3/8"
- 2.- COLUMPIO
- 3.- BRAZO TAPA INTERIOR
- 4.- ASIENTO
- 5.- TORNILLO DE 1/2"
- 6.- TAPA INTERIOR
- 7.- TORNILLO HEXAGONAL DE 5/16"
- 8.- TAPA EXTERIOR
- 9.- EMPAQUE TAPA EXTERIOR
- 10.- CUERPO VÁLVULA AGUAS NEGRAS

3.5. - Métodos de cálculo.

La elección del diámetro tanto de las tuberías de ramal o derivaciones (“horizontales”) como columnas o bajantes (verticales), se realiza mediante tablas, ya que como se menciono anteriormente, el cálculo hidráulico riguroso no proporciona valores prácticos.

Algunos factores que se tomaron en cuenta para la elaboración de dichas tablas, tienen que ver con las ecuaciones de la hidráulica de canales abiertos, con coeficientes de rugosidad del material de la tubería, con condiciones del flujo, con la pendiente de los conductos, con la geometría de estos y el gasto que se debe conducir.

Algunos de estos factores se pueden controlar y modificar para que el funcionamiento de la red de aguas residuales como la de ventilación tengan un desempeño adecuado y su diseño y cálculo sean sencillos.

La velocidad mínima de arrastre en las tuberías debe ser de 0.60 m/s, a fin de evitar depósitos de material suspendido proveniente de las aguas residuales y con un máximo de 2.0 m/s a fin de evitar ruidos excesivos. En las tuberías “horizontales”, la pendiente controla la velocidad del flujo; es una buena práctica en el diseño de las tuberías “horizontales” de drenaje mantener la mayor pendiente posible, por lo que mayor será la velocidad, dando como resultado una mayor capacidad de arrastre de sedimentos del flujo, lo que contribuye a mantener limpias las tuberías de drenaje. En la tabla 3.2 se muestran los valores de la velocidad aproximada en tuberías de drenaje sanitario.

Tabla 3.2. Velocidad aproximada de flujo de drenajes sanitarios “horizontales”.

Diámetro del tubo en pulgadas	Velocidad del flujo (m/s)			
	Pendiente 0.5 %	Pendiente 1 %	Pendiente 2 %	Pendiente 3 %
1 ½		0.37	0.53	0.75
2	0.30	0.43	0.61	0.87
2 ½	0.34	0.48	0.68	0.97
3	0.37	0.53	0.75	1.06
4	0.43	0.61	0.87	1.22
5	0.48	0.68	0.97	1.36
6	0.53	0.75	1.06	1.50
8	0.61	0.87	1.22	1.72
10	0.68	0.97	1.36	1.93

Diseño y cálculo de ramificaciones o derivaciones.

El diámetro de las tuberías de derivación se obtiene seleccionando de la tabla, el valor correspondiente a la suma de las unidades de descarga de los muebles que descargan en ellas.

Las tuberías deben instalarse alineadas cuando sea posible y con pendientes adecuadas que aseguren la velocidad conveniente. Para mantener esa velocidad, debe utilizarse una pendiente mínima de 2% para tuberías con diámetros menores o iguales a 3"; si las tuberías tienen diámetros mayores a 3" la pendiente utilizada puede ser hasta del 1 %. En los casos en los que por las condiciones del edificio, estas pendientes no puedan utilizarse, las tuberías deberán tener pendientes que permitan una velocidad de 0.60 m/s.

La tabla 3.3 presenta la capacidad de las derivaciones para conducir valores de las unidades de descarga según su diámetro y pendiente de instalación.

Tabla 3.3. Unidades de descarga y diámetro en derivaciones o ramificaciones según su pendiente.

Diámetro de la derivación en pulgadas	Numero máximo de unidades mueble que pueden ser conectados.			
	Pendiente 0.5 %	Pendiente 1 %	Pendiente 2 %	Pendiente 4 %
2	--	--	21	26
2 ½	--	--	24	31
3	--	20	27	36
4	--	180	216	250
5	--	390	480	575
6	--	700	840	1000
8	1400	1600	1920	2300
10	2500	2900	3500	4200
12	3900	4600	5600	6700

La tabla 3.3, muestra diversos diámetros comerciales disponibles y su correspondencia con las distintas pendientes que pueden utilizarse y el número máximo de unidades de descarga que puede conducir cada diámetro de tubería en función de la pendiente que se utilice.

Es muy importante señalar que los diámetros que se vayan obteniendo del diseño, cumplan en principio con las disposiciones del Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios (RISRE).

Las tuberías de colección de aguas residuales deben seguir trayectorias que eviten su paso cerca de equipos o instalaciones susceptibles de ser contaminadas por filtraciones; asimismo, los cambios de dirección y conexiones entre tuberías deben realizarse con piezas especiales que no produzcan pérdidas excesivas de la energía y, consecuentemente de la velocidad, por lo que deben evitarse los codos de 90°, prefiriéndose piezas especiales tales como los codos de 45°, las yeas, etc. Además de realizarse las conexiones de tuberías a 45°, como las que se efectúan entre las derivaciones con bajantes, o de estos con los colectores del edificio.

Diseño y cálculo de columnas o bajantes.

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 consideran tres factores:

- Número total de unidades de descarga colectadas en la columna.
- Número de unidades de descarga que en cada planta vierten a la columna.
- 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 aquella, y una concentración excesiva en una planta produciría insuficiencia del diámetro de la columna en el punto en que se conecta la derivación o ramificación.

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 o bajante influye poco en la velocidad.

El término de sección de bajante o de columna, se define como aquella parte del bajante de aguas residuales, que tiene una longitud mínima de 2.45 m, entre conexiones de tuberías

“horizontales””. Es importante limitar el número de unidades de descarga que pueden tenerse por cada sección de bajante, a fin de evitar que el área transversal del bajante sea llenada, con las consiguientes variaciones en la presión. La figura 3.18, ilustra esta definición.

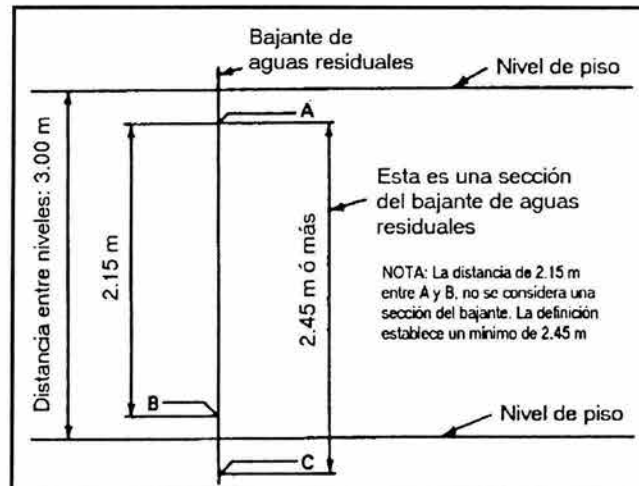


Figura 3.18. Sección de bajante.

En relación con las conexiones “horizontales” que se realicen en el bajante de aguas residuales, éstas deben evitarse en los cambios de dirección del mismo; y si la conexión es inevitable, ésta puede realizarse a una distancia igual a 10 diámetros del bajante hacia aguas abajo, a fin de evitar conflictos en la sección en la que se presenta el salto hidráulico. Si la desviación del bajante lo permite, se recomienda realizar la conexión, una vez que éste ya ha sido colocado en forma vertical, 0.60 m por debajo del cambio de dirección, a fin de evitar zonas que estén sujetas a presiones excesivas. La figura 3.19, ilustra estas recomendaciones.

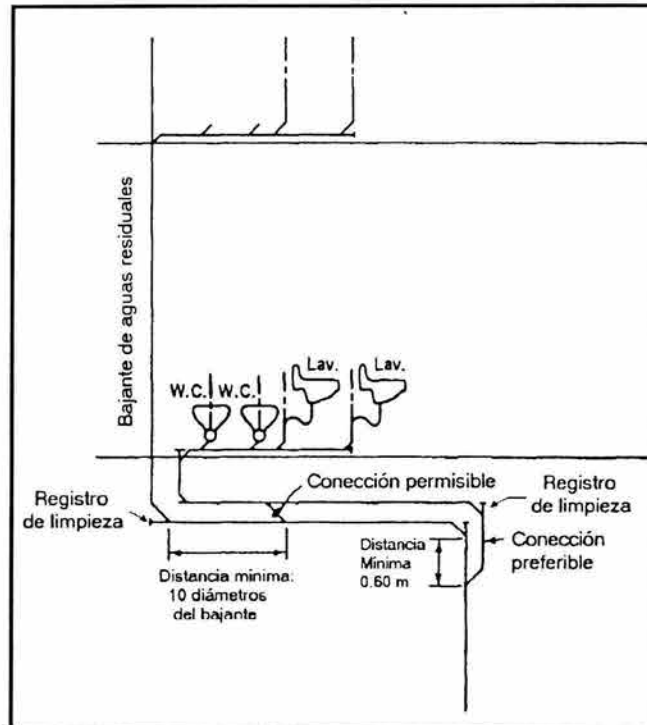


Figura 3.19. Recomendaciones en las conexiones al bajante de aguas residuales.

La tabla 3.4 se utiliza para hacer la selección de los diámetros de las bajantes de aguas residuales. En ella se pueden definir, tres secciones:

- La primera sección, que la forma la primera columna, y proporciona el diámetro del bajante de aguas residuales;
- La segunda sección, formada por la segunda y tercera columnas, que se utiliza para la selección de bajantes de aguas residuales que tienen una altura máxima de tres niveles o tienen tres conexiones de ramificaciones "horizontales"; y
- La tercera sección, formada por la cuarta y quinta columnas, utilizada para el cálculo de los bajantes que tienen longitudes mayores a los tres niveles.

Tabla 3.4. Selección de diámetros para bajantes o columnas de aguas residuales en función de las unidades de descarga.

Diámetro de la tubería (pulgadas)	Número máximo de unidades de descarga que pueden conectarse a:			
	Ramificaciones "horizontales"**	Bajantes de un máximo de tres niveles o intersecciones	Para más de tres niveles o intervalos:	
			Total por bajante	Total en una sección del bajante
1 ¼	1	2	2	1
1 ½	3	4	8	2
2	6	10	24	6
2 ½	12	20	42	9
3	20**	30***	60***	16**
4	160	240	500	90
5	360	540	1100	200
6	620	960	1900	350
8	1400	2200	3600	600
10	2500	3800	5600	1000
12	3900	6000	8400	1500
15	7000			

**No deben conectarse más de 2 WC.

***No deben conectarse más de 6 WC.

Por tanto, para obtener el diámetro de la tubería del bajante de aguas residuales que desaloja cierto número de unidades de descarga, se debe seleccionar este valor o el inmediato superior, en las columnas tercera o cuarta, según sea la longitud del bajante de aguas residuales que se requiere diseñar. Una vez definido este valor, se procede a verificar que las ramificaciones "horizontales" no excedan los valores máximos de unidades de descarga establecidas; en caso de que esto suceda, se toma el diámetro inmediato superior como el adecuado para el bajante.

Asimismo, para bajantes de aguas residuales con diámetros de 3 pulgadas, se debe verificar que no se exceda el número máximo de descargas de los WC, que indica la tabla 3.4.

Diseño y cálculo de colectores de aguas residuales.

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

Se recurre a la tabla 3.5, y en la columna correspondiente a la pendiente del colector para aguas residuales, se encuentra el número máximo de unidades de descarga, que se aproxima (sin sobrepasar) a las unidades de descarga calculadas para el colector en diseño y de ahí, el diámetro que le corresponde.

El diámetro del colector no será nunca menor al de la columna de mayor diámetro cuyo caudal recoja. Para pendientes diferentes a las tabuladas es necesario hacer interpolación lineal.

Tabla 3.5. Diámetro de colectores para aguas residuales.

Diámetro del colector		Número máximo de unidades de descarga		
		Pendiente		
mm	pulg.	1%	2%	4%
32	1 ½	1	1	1
38	1 ½	2	2	3
50	2	7	9	12
63	2 ½	17	21	27
75	3	27	36	48
100	4	114	150	210
125	5	270	370	540
150	6	510	720	1050
200	8	1290	1860	2640
250	10	2520	3600	5250
300	12	4390	6300	9300

Diseño y cálculo de colectores mixtos.

Son aquellos que reciben las descargas tanto de las aguas procedentes de la instalación sanitaria como las pluviales. No es aconsejable conectar las 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 la tabla 3.6, la cual tiene en cuenta precisamente los regímenes de desagüe de las dos aguas, si bien las considera por seguridad, como descargando simultáneamente a régimen máximo. La tabla antes referida se ha calculado para una pendiente de los colectores del 1% y con un régimen pluviométrico máximo de 100 mm/hora de agua.

INSTALACIÓN DE DRENAJE

III.- Red de drenaje de aguas residuales: características y métodos de cálculo

La primera línea indica los diámetros de los colectores mixtos con 0 m² de superficie colectora de agua de lluvia, lo que corresponde a colectores que solo 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 esta indicado por la intersección entre la columna correspondiente a las unidades de descarga y la primera línea corresponde a los m² de superficie servida.

Tabla 3.6 Diámetros en mm de los colectores mixtos, con una pendiente del 1 %.

Área que recoge la lluvia	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	90	110	110	125	125	125	160	160	200	200	250	250	250	250	315	315
23	50	50	75	90	90	90	90	110	110	110	125	125	160	160	200	200	200	250	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	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	315
57	90	90	90	110	110	110	110	110	110	110	125	125	160	160	200	200	250	250	250	315	315	315	315
70	90	90	110	110	110	110	110	110	110	110	125	125	160	160	200	200	250	250	250	315	315	315	315
80	90	110	110	110	110	110	110	110	110	110	125	125	160	160	200	200	250	250	250	315	315	315	315
99	110	110	110	110	110	110	110	110	125	125	125	125	160	160	200	200	250	250	315	315	315	315	315
135	110	110	110	125	125	125	125	125	125	125	125	160	160	160	200	200	250	250	315	315	315	315	315
173	110	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	160	160	160	200	200	250	250	315	315	315	315	315
195	125	125	125	125	125	125	125	125	125	160	160	160	160	160	200	200	250	250	315	315	315	315	400
251	125	125	125	125	125	160	160	160	160	160	160	160	200	200	200	200	250	250	315	315	315	315	400
307	125	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	200	200	200	200	250	250	315	315	315	315	400
344	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	200	200	200	200	200	250	250	315	315	315	315	400
418	160	160	160	160	160	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	315	315	315	315	400
488	160	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	315	315	315	315	400
605	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	315	315	315	315	400
828	200	200	200	200	200	200	200	250	200	200	200	250	250	250	250	250	250	315	315	315	315	315	400
1025	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	315	315	315	315	315	400	400
1190	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	315	315	315	315	315	400	400
1525	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	315	315	315	315	400	400	400
1814	250	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	400	400	400	400	400
2095	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	400	400	400	400	400

Diseño y cálculo de las tuberías del sistema de ventilación.

El dimensionamiento de las tuberías del sistema de ventilación se realiza mediante la utilización de tablas, que han sido obtenidas con base en el cálculo de la cantidad de aire arrastrada por las tuberías de drenaje y diversas pruebas de laboratorio.

Se tienen dos tablas básicas: la tabla 3.7, que se utiliza para determinar el diámetro y la longitud máxima de ventilación de bajantes y de cabezales; la tabla 3.8, que es usada para el establecimiento de los diámetros y longitudes máximas en circuitos y anillos de ventilación. A continuación presentaremos cada una de ellas, y describiremos la forma en que se utilizan.

En relación con la tabla 3.7, ésta es utilizada para la elección del diámetro de los bajantes de ventilación y también, de los cabezales de ventilación; y se utiliza como se indica a continuación:

a) Determinación del diámetro de la tubería del bajante de ventilación:

1. En la primera columna se selecciona el diámetro del bajante de aguas residuales que se desea ventilar;
2. En la segunda columna se elige el número de unidades de descarga que están conectados al mismo o si éste no se encuentra en la tabla, el número inmediato superior.
3. En la fila que ha sido definida con los dos pasos anteriores, se escoge en el interior de la tabla, la longitud del bajante, o como en el caso anterior, si ésta no se encuentra, el número inmediato superior, para definir una columna.
4. En la columna que ha sido definida, se obtiene el diámetro del bajante de ventilación en la parte superior de la tabla.

Tabla 3.7. Diámetro y longitud de ventilación en bajantes y cabezales.

Diámetro del bajante de aguas residuales (pulgadas)	Unidades de descarga conectadas	Diámetro de ventilación requerido (pulgadas)									
		1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4	5	6	8	
		Longitud máxima de ventilación, en m									
1 ¼	2	9.1									
1 ¼	8	15.2	45.7								
1 ½	10	9.1	30.5								
2	12	9.1	22.9	60.9							
2	20	7.9	15.2	45.7							
2 ½	42		9.1	30.5	91.4						
3	10		9.1	30.5	60.9	182.9					
3	30			18.3	60.9	152.4					
3	60			15.2	24.4	121.9					
4	100			10.7	30.5	79.2	304.8				
4	200			9.1	27.4	76.2	274.3				
4	500			6.1	21.3	54.9	213.4				
5	200				10.7	24.4	106.7	304.8			
5	500				9.1	21.3	91.4	274.3			
5	1100				6.1	15.2	60.9	213.4			
6	350				7.6	15.2	60.9	121.9	396.2		
6	620				4.6	9.1	38.1	91.4	335.3		
6	960					7.3	30.5	76.2	304.8		
6	1900					6.1	21.3	60.9	213.4		
8	600						15.2	45.7	152.5	396.2	
8	1400						12.2	30.5	121.9	365.8	
8	2200						9.1	24.4	106.7	335.3	
8	3600						7.6	18.3	76.2	243.8	
10	1000							22.9	38.1	304.8	
10	2500							15.2	30.5	152.4	
10	3800							9.1	24.4	106.7	
10	5600							7.6	18.3	76.2	

b) Determinación del diámetro de la tubería de cabezales de ventilación:

1. En la segunda columna, se selecciona el número de unidades de descarga que es necesario ventilar (o el número inmediato superior), partiendo de arriba hacia abajo, sin tomar en cuenta la primera columna.
2. Una vez seleccionado el número de unidades de descarga en la segunda columna de la tabla, se escoge en el interior de la misma, sobre la fila

definida en el paso anterior, la longitud del bajante de ventilación (o la longitud inmediata superior)

3. La longitud del bajante nos define una columna, sobre la que ascendemos, para obtener en la parte superior de la tabla, el diámetro del cabezal de ventilación.

La tabla 3.8, es utilizada para elegir el diámetro de circuitos y anillos de ventilación; y se utiliza como sigue.

Tabla 3.8. Diámetro y longitud de circuitos y anillos de ventilación.

Diámetro de tuberías (pulgadas)	Número máximo de unidades de descarga	Diámetro del circuito o anillo de ventilación (pulgadas)					
		1 ½	2	2 ½	3	4	5
		Longitud máxima de ventilación, en m					
1 ½	10	6.10					
2	12	4.57	12.19				
2	20	3.05	9.14				
3	10		6.10	12.19	30.48		
3	30		--	12.19	30.48		
3	60		--	4.88	24.38		
4	100		2.13	6.10	15.85	60.96	
4	200		1.82	5.49	15.24	54.86	
4	500			4.26	10.97	42.67	
5	200				4.88	21.34	60.96
5	1100				3.05	12.19	42.67

a) Determinación del diámetro de tuberías de anillos y circuitos de ventilación:

1. En la primera columna, se selecciona el diámetro de la tubería de drenaje que se ventilará.
2. En la segunda columna, se escoge el número de unidades de descarga (o el número inmediato superior)
3. En la fila definida con los dos pasos anteriores, se elige en el interior de la tabla, la longitud de la tubería de drenaje (o la longitud inmediata superior), con lo que definimos una columna.
4. Ascendiendo en la columna definida en el paso anterior, se obtiene en la parte superior de la tabla, el diámetro del circuito o del anillo de ventilación.

5. Se verifica que las descargas de todos los muebles sanitarios conectados en batería, cumplan con la distancia mínima entre el vertedor del sello sanitario y la tubería de ventilación; si no cumple con ésta, se hará necesario colocar una tubería auxiliar que una el circuito o anillo de ventilación con la tubería de drenaje, a fin de reducir las distancias. Generalmente, esta tubería auxiliar se coloca en la parte central de la tubería de drenaje.

Con las dos tablas descritas anteriormente, se diseña con seguridad y facilidad, los distintos elementos de un sistema de ventilación.

4.1. - Red de drenaje para agua pluvial.

La instalación de colección de aguas pluviales es el conjunto de tuberías, conexiones y accesorios cuya finalidad es coleccionar y evacuar de forma eficiente y rápida, las áreas de captación de agua proveniente de la lluvia, deshielo de granizo o nieve para evitar inundaciones, daños e incomodidades dentro de las edificaciones.

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

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

Tipos de drenaje pluvial.

Se tienen dos tipos de drenaje pluvial:

a) **Sistema de drenaje pluvial convencional**

Es aquél que se diseña para desalojar el agua pluvial tan rápidamente como ésta es colectada en los puntos de concentración de la azotea o espacios abiertos. Su diseño se basa en la intensidad de precipitación y el área tributaria de cada sección del drenaje. La mayoría de los códigos establece una intensidad de lluvia de 100 mm/hora mínima y se han elaborado tablas para el cálculo de los conductos.

b) **Sistema de drenaje pluvial de flujo controlado**

Es aquél tipo de drenaje que permite que el desalojo, de las aguas pluviales colectadas, sea a una velocidad menor que la intensidad de precipitación; esto es, el escurrimiento en exceso es acumulado en la azotea y es drenado, a una velocidad controlada, durante la duración de la tormenta.

El resultado del sistema de flujo controlado es una reducción del gasto que debe transportarse; debido a la reducción del gasto pico, los diámetros de las tuberías pueden ser reducidos a favor de la economía, y también ayuda a aliviar el problema de inundación cuando ocurre una precipitación.

Una red de tuberías colecta el agua pluvial de las áreas de captación de la edificación como son patios, azoteas y demás áreas abiertas y la conduce hasta el límite del predio con la

calle, donde se une con la red de alcantarillado pluvial municipal; a esta unión se le llama acometida de aguas pluviales o conexión domiciliaria de aguas pluviales.

Las tuberías de una red interior de colección, mostradas en la figura 4.1, incluyen drenes o puntos de concentración del agua pluvial, ramales o derivaciones, columnas o bajantes y colectores, que se complementan con un sistema de ventilación.

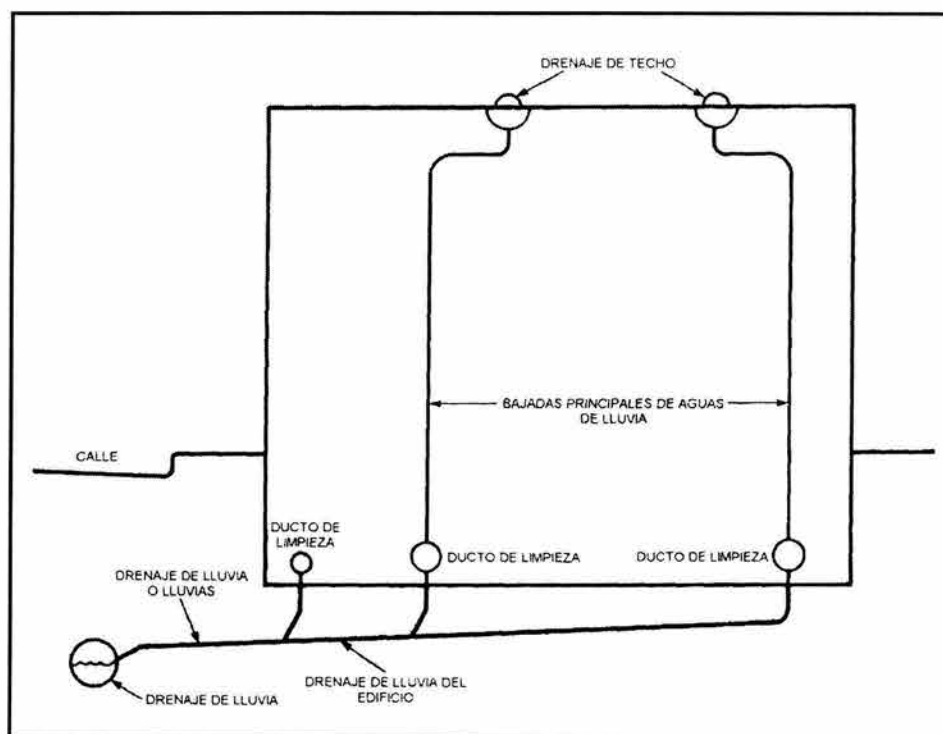


Figura 4.1. Tuberías de una red de colección de aguas pluviales.

Puntos de concentración o drenes. Son los accesorios, tales como coladeras o rejillas, 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.

Ramales o derivaciones. Son las tuberías “horizontales” que colectan el agua de lluvia de un mismo nivel de la edificación. Se recomienda que se instalen bajo la losa o bajo el piso terminado a una profundidad inferior para que tengan la pendiente adecuada para un servicio eficiente.

Columnas o bajantes. Son las tuberías verticales encargadas de transportar las aguas pluviales desde la azotea o niveles superiores hasta la planta baja de la edificación. Se instalan en los muros con abrazaderas fijadas a las losas.

Ramal del colector. Son las tuberías "horizontales" instaladas en la planta baja que colectan todas las aguas pluviales de la edificación, y la conducen hasta un colector principal.

Colector principal. Es la tubería que conduce el gasto total pluvial, colectado en la edificación, hasta el punto de conexión con la acometida del alcantarillado municipal pluvial.

Sistema de ventilación. Son las tuberías o red de tuberías, que se conectan con el sistema de colección para impedir que los malos olores puedan entrar en la edificación y para asegurar que la instalación trabajara a gravedad, evitando los problemas de sifonamiento, si la edificación cuenta con un sistema de colección mixto.

Recomendaciones para la red de colección de aguas pluviales.

En los puntos de unión de dos o más ramales de colector, en los cambios de dirección y a cada diez metros de longitud del colector principal, deberá construirse un registro, que es una estructura generalmente con forma de prisma rectangular, de tapa hermética, mediante la cual se puede revisar y en caso de ser necesario, limpiar las arenas acumuladas o residuos que tapan la tubería.

Se recomienda, en los casos en que existen drenajes sanitarios y pluviales separados, evitar la descarga del sistema pluvial en el sistema sanitario, puesto que se impondrían cargas adicionales a las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Donde se tienen sistemas públicos de alcantarillado combinado (aguas pluviales y residuales en una sola conducción), el drenaje pluvial podrá conectarse al de aguas residuales, pero deberá contarse con un sello sanitario en dicha conexión, para evitar el paso de malos olores.

Las tuberías de bajada de aguas pluviales no deben ser usadas como tuberías de ventilación o de drenaje; asimismo, estas tuberías deben ser conectadas al menos 3.0 m aguas abajo a partir de la conexión del drenaje de aguas residuales, puesto que una conexión más cercana podría impedir la descarga de las aguas residuales cuando la tubería de bajada de las aguas pluviales esté descargando.

La velocidad de flujo recomendada, en este tipo de sistema, es de 3 m/s para poder mantener todos los residuos del agua pluvial en suspensión.

Los materiales de las tuberías para construir esta instalación tienen por objetivo, no dejan 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.

4.2. - Dispositivos y accesorios.

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

El proyectista es el encargado y responsable de seleccionar y especificar la tubería mas adecuada, piezas especiales y sistemas de unión para usarse en algún proyecto dado. Para tomar la mejor decisión es importante considerar las siguientes características de las tuberías y de las piezas especiales.

- resistencia a la corrosión
- costo total
- resistencia física
- tipo de material

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, esfuerzos mecánicos, abrasión, temperatura, etcétera.

Componentes de un sistema de drenaje pluvial.

Algunos de los componentes de un sistema de drenaje pluvial son los puntos de concentración o drenes colocadas en las azoteas o espacios abiertos, así como las tuberías que conducen la precipitación fuera del edificio hasta el sitio de disposición.

Se puede hablar de varios tipos de drenes de azotea:

- a) **Drenes de azotea:** también llamados coladeras, son las más comunes y presentan la parte superior en forma de cúpula, que es la parte en donde tiene acceso el agua hacia las tuberías de drenaje. Los componentes básicos que forman este tipo de drenaje son: el colador o rejilla, la canastilla de sólidos removibles y el vertedero o desagüe, como se ve en la figura 4.2.

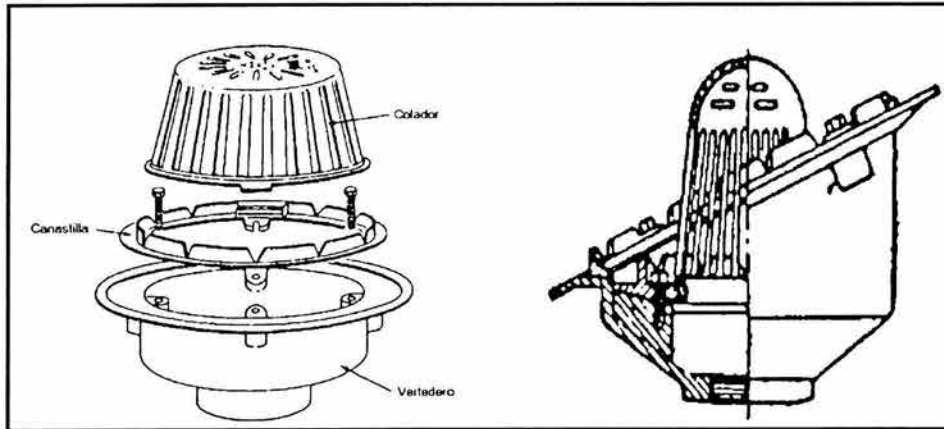


Figura 4.2. Drene o coladera de azotea.

- b) **Drenes planos:** Son similares a los anteriores pero, en lugar de tener la parte superior en forma de cúpula, presentan una superficie plana para el acceso del agua, como se observa en la figura 4.3.

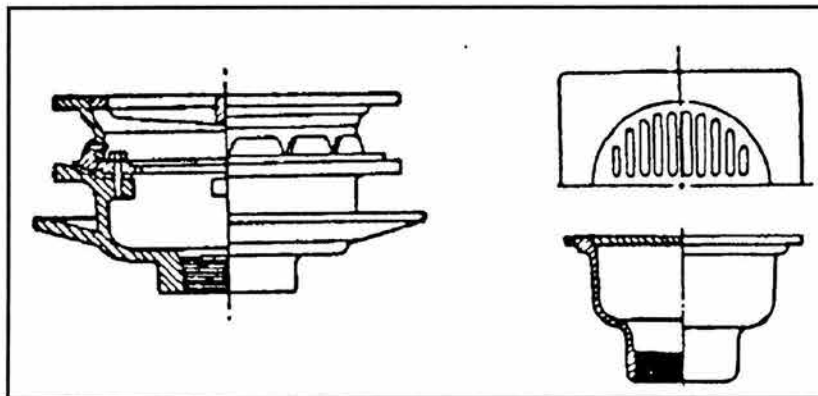


Figura 4.3. Drene o coladera plana.

- c) **Drenes de cuneta:** Se colocan en la parte lateral del edificio en forma de cuneta, como se aprecia en la figura 4.4.

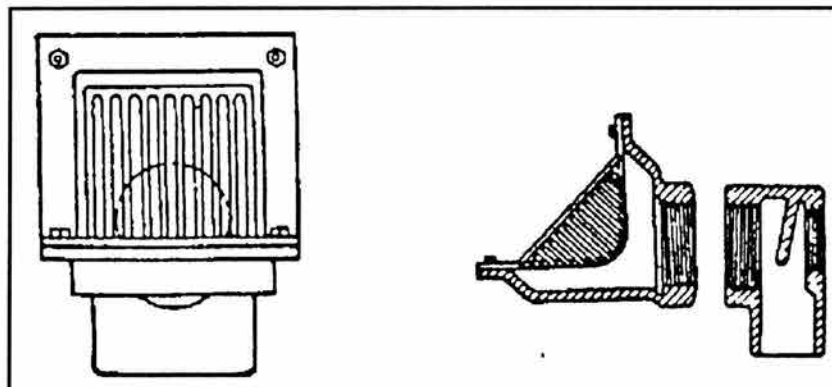


Figura 4.4. Drene o coladera de cuneta.

4.3. - Método de cálculo de la red de colección 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.

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 colección 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 este.

Cuando el gasto de aguas pluviales sea mayor a los permitidos, el proyectista quedara obligado a diseñar dentro de la obra estructuras tales como pozos de absorción, tanques de tormentas, cisternas de almacenamiento de aguas pluviales, etcétera, con la finalidad de retardar la salida de las aguas pluviales hacia la red municipal.

Procedimiento para el diseño de sistemas de drenaje pluvial convencional.

A continuación, se presenta la metodología, que deberá seguirse para el diseño de sistemas de drenaje convencional.

1. **Distribuya los puntos de concentración o drenes en la azotea, así como las conducciones principales de agua de tormenta.** Es importante distribuir, de manera uniforme, las coladeras para evitar acumulaciones de agua y, en consecuencia, sobrecargas estructurales en las azoteas de los edificios.
2. **Establezca el área tributaria total de azotea para cada punto de concentración y para cada conducción de aguas pluviales.** En este paso se obtiene el área tributaria total sumando el área tributaria horizontal (superficie de azotea) más el área tributaria vertical (paredes) más el área de azotea equivalente (equipos).
 - **Con base en las pendientes de la azotea, se determinarán las áreas tributarias de azoteas o espacios abiertos para cada dren, generalmente en m².**

- **Las paredes verticales adyacentes, cuando existan, contribuyen de acuerdo a las siguientes consideraciones, ilustradas en la figura 4.5.**

- Una sola pared: $A = 0.5 ab$
- Dos paredes opuestas de altura desigual: $A = 0.5 ab$, donde a y b son los de la pared de mayor área.
- Dos paredes adyacentes de altura igual: $A = 0.35 (ab + cd)$
- Dos paredes adyacentes de altura desigual: $A = [0.35 (ab + ac)] + 0.5bc$
- Tres paredes adyacentes de altura igual: $A = 0.5 ab$
- Tres paredes adyacentes de altura desigual: $A = 0.5 cd + 0.5 ab$, donde c y d son de la pared de menor área.
- Cuatro paredes: $A = 0.5ab$, donde a y b son los de la pared de mayor área.

- **El gasto de equipos tales como bombas, acondicionadores de aire, o equipos similares contribuyen si descargan dentro de las tuberías de colección de la azotea.**

La ecuación siguiente establece el área de azotea que produce un escurrimiento con un gasto igual al equipo que descarga en las tuberías del drenaje pluvial:

$$\text{Área de azotea equivalente} = \frac{359}{R} Q \text{ (m}^2\text{)}$$

donde:

R = la intensidad de precipitación utilizada en el diseño del sistema de drenaje pluvial expresada en cm/hora;

Q = el gasto del equipo que descarga en el drenaje pluvial, expresado en l/s.

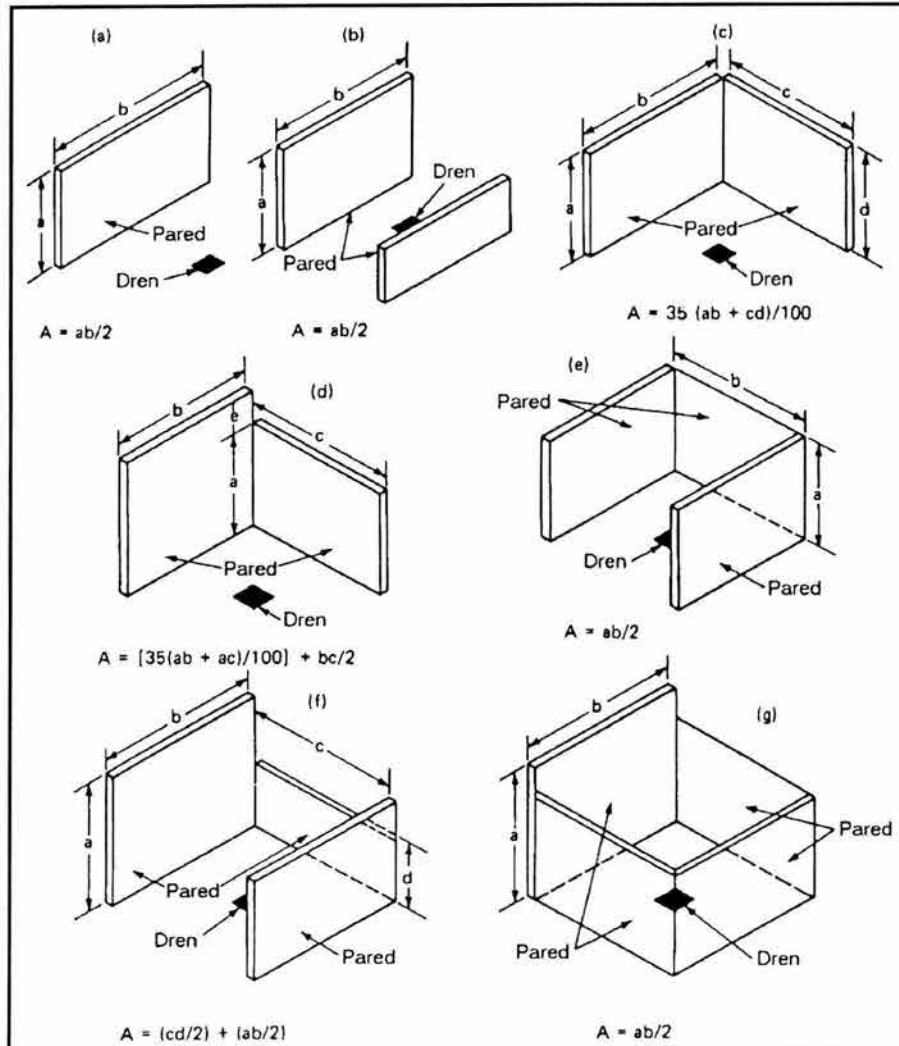


Figura 4.5. Áreas de paredes verticales

3. **Elija la colocación y la pendiente de las líneas de colección y desalojo de agua pluvial.** En este paso se define la distribución física de los conductos, "horizontales" y verticales, de las aguas pluviales y, en consecuencia, la ubicación y pendiente de los mismos.
4. **Defina la intensidad de la precipitación que será utilizada.** Para la determinación de la intensidad de precipitación puede utilizarse cualquier método conocido para la determinación de las curvas de intensidad-duración período de retorno. El período de retorno que se recomienda utilizar es de 5 a 10 años; con relación a la duración de la tormenta, ésta debe ser igual al tiempo de concentración, que se define como el tiempo en que la partícula de agua más lejana llega al drenaje de la azotea; en ese momento toda la azotea contribuye al

escurrimiento y, en consecuencia se tiene el gasto máximo de escurrimiento. Generalmente se sugiere utilizar como tiempo de concentración cinco minutos.

5. **Escoja el diámetro de los conductos verticales y “horizontales” del sistema de drenaje pluvial.** Utilizando las tablas 4.1. y 4.2, se determina el diámetro de las tuberías que permiten conducir las aguas pluviales, en función del área tributaria y de la intensidad de precipitación.

Tabla 4.1. Diámetro para conducciones verticales de drenaje pluvial.

Diámetro de la conducción (pulgadas)	Intensidad de precipitación (mm/hora)					
	50	75	100	125	150	200
	Máxima área de azotea total (m ²)					
2	130	85	65	50	40	30
2 ½	240	160	120	90	80	60
3	405	270	200	160	135	100
4	850	565	425	340	285	210
5	--	--	800	640	535	400
6	--	--	1250		835	625

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 mas abajo que cualquier aparato sanitario para evitar que en una lluvia torrencial el agua pueda reingresar e inundar al aparato. Para el caso en que las tuberías se coloquen al descubierto, se recomienda elegir el diámetro inmediato superior.

Tabla 4.2. Diámetro para conducciones horizontales de drenaje pluvial.

Diámetro de la conducción (pulgadas)	Pendiente del 1% con intensidad de precipitación en mm/hora					Pendiente del 2% con intensidad de precipitación en mm/hora				
	50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
	Máxima área de azotea total (m ²)									
3	152	101	76	61	50	207	143	107	86	71
4	349	232	174	139	116	492	328	246	196	164
5	620	413	310	248	206	876	584	438	350	292
6	994	662	497	397	331	1402	935	701	561	467
8	2136	1424	1068	854	706	3028	2018	1514	1211	1009

Las tablas calculan el diámetro en función de la superficie de colección y de la pendiente del tubo. Ninguna derivación o colector debe tener una pendiente inferior al 1%.

Sistemas de drenaje pluvial de flujo controlado.

El procedimiento de diseño para los sistemas de drenaje pluvial de flujo controlado es similar al de tipo convencional descrito anteriormente, excepto que las tuberías de drenaje son diseñadas para permitir el escurrimiento a un gasto fijo. Los sistemas de tuberías se diseñan con base en la tabla 4.3. Esta tabla indica la capacidad máximas para tuberías verticales y “horizontales”, con distintas pendientes, para distintos valores de precipitación.

La capacidad máxima de una tubería de drenaje pluvial es el gasto máximo que puede conducir sin ocasionar problemas de presión en la misma. De la misma manera que en el drenaje convencional, los diámetros de las tuberías del sistema de drenaje deben aumentar en la dirección del flujo.

Puesto que el flujo acumulado en la azotea se desaloja a un gasto fijo, se produce una acumulación de agua en las azoteas de los edificios, por lo que los ingenieros encargados de los cálculos estructurales deberán considerar estas cargas adicionales. Se recomienda evitar láminas de agua mayores a 7.6 cm en promedio, en las azoteas, así como en zonas con pendiente.

Tabla 4.3. Capacidad máxima de tuberías verticales y horizontales con pendiente en sistemas de drenajes pluvial de flujo controlado.

Diámetro de la tubería (pulgadas)	Tuberías verticales de azotea (l/s)	Tuberías horizontales con pendiente		
		1%	2.1%	4.2%
Capacidad máxima, en l/s				
3	5.8	2.1	3.0	4.3
4	12.0	4.9	6.9	9.9
5	23.0	8.8	12.0	18.0
6	35.0	14.0	20.0	28.0
8	76.0	30.0	43.0	60.0
10	---	54.0	77.0	109.0
12	---	87.0	123.0	175.0
15	---	156.0	220.0	312.0

5.1. - Características generales de los cárcamos de bombeo para aguas residuales y aguas pluviales de las edificaciones.

Como consecuencia del mayor aprovechamiento del subsuelo que existe en la actualidad, que se refleja en la construcción de garajes subterráneos y determinados locales para distintos usos, hace que las edificaciones modernas tengan una diferencia de niveles entre la red de colección de aguas residuales de la edificación con respecto a la red de alcantarillado municipal; debido a ello el colector del sótano o nivel mas bajo tendrá una cota menor que la acometida de aguas residuales municipales y el sistema ya no funcionara a gravedad, obligando a disponer de una instalación de bombeo que eleve estas aguas hasta la cota del alcantarillado municipal.

En los casos anteriores como una solución, se recomienda contar con dos redes "horizontales" de colección de aguas residuales, una colocada por arriba de la cota del alcantarillado y otra por debajo de la cota del ultimo sótano.

En la primera red se colectan 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 publico, que se concentran en un cárcamo o deposito similar, desde el cual se bombea hasta el alcantarillado.

Un cárcamo de bombeo consiste en un depósito abierto o cerrado que almacena temporalmente agua residual o pluvial para ser enviada con un equipo de bombeo hacia la red de alcantarillado municipal.

La estación de bombeo o cárcamo, en su sentido mas general está formada por los siguientes elementos, como se ve en la figura 5.1.

- Bombas.
- Conexiones de descarga
- Barras guía
- Soporte superior de las mismas
- Conjunto de Reguladores de Nivel
- Tablero de Comando

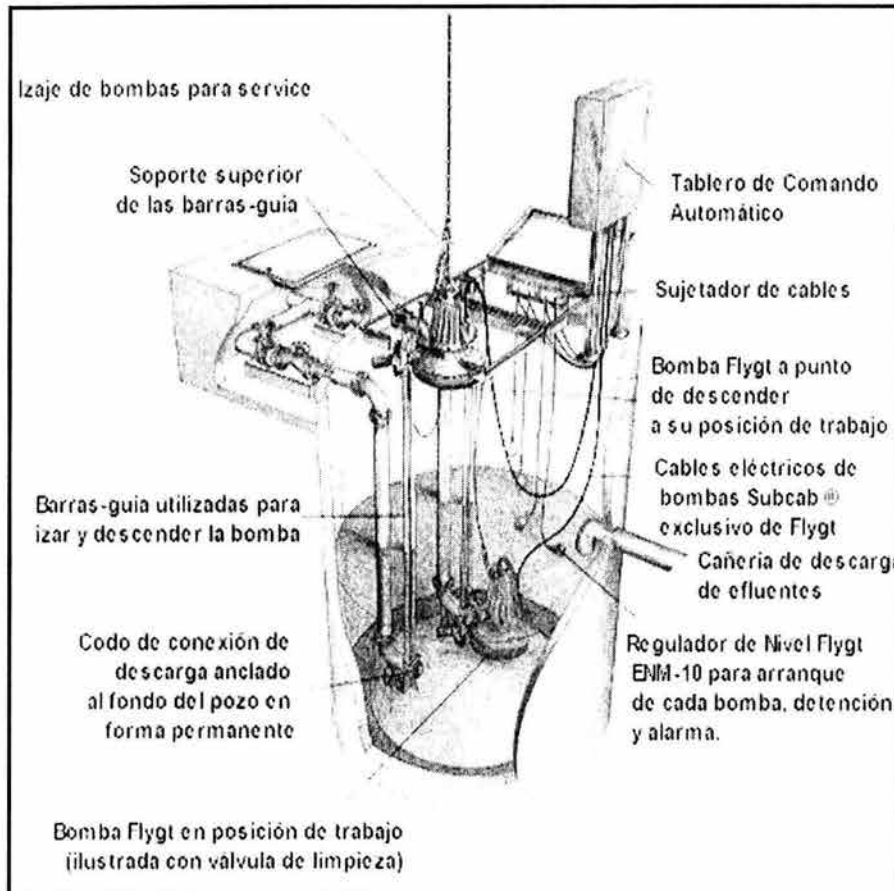


Figura 5.1 Estación de bombeo o cárcamo común.

En el cárcamo o pozo se sumergen bombas de paso integral, con gran capacidad de arrastre de aguas negras con materias sólidas en suspensión, que elevan el agua residual por impulsión hasta la acometida del alcantarillado municipal. La tubería de impulsión lleva instalada una válvula de retención para evitar que se pueda invertir la dirección del flujo.

Tipos de cárcamo.

Existen dos tipos de cárcamos que son utilizados según las necesidades de cada edificación, son el cárcamo seco y el cárcamo húmedo.

Cárcamo seco. Está físicamente dividido en dos secciones, el equipo de bombeo principal, controles y equipo dependiente se encuentra en un compartimiento contiguo al tanque que recibe el agua residual; como se ilustra en la figura 5.2.

El tamaño de estos cárcamos depende del volumen de agua residual a manejar y por tanto del número y tipo de bombas seleccionadas y de las tuberías necesarias para su operación.

Se recomienda disponer como mínimo de 0.9 metros de distancia entre las bombas y los muros más cercanos y cuando menos 1.2 metros entre las descargas de las bombas. Se necesita suficiente espacio entre bombas para sacarlas de sus bases, y espacio suficiente entre las tuberías de entrada y la de succión, también espacio suficiente para hacer algunas reparaciones en el sitio, para realizar inspecciones o para sacar las bombas a la superficie en caso de reparación. El espacio entre el cárcamo seco y la tubería de succión de la bomba, depende del tamaño del tubo, válvulas y de su colocación.

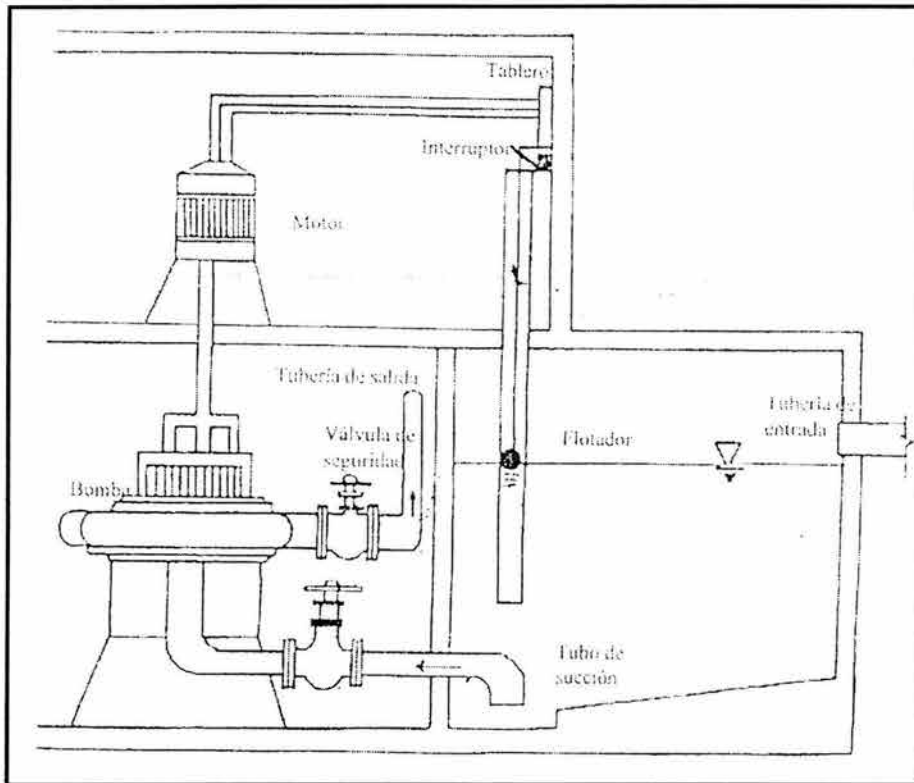


Figura 5.2 cárcamo seco.

Cárcamo húmedo. La función de un cárcamo húmedo es recibir y almacenar temporalmente aguas residuales que se colectan en la red de drenaje. Las bombas se instalan dentro del tanque que almacena el volumen a disponer, pudiendo ser impulsadas a través de un eje vertical conectado a un motor instalado en la superficie del tanque, o estar acopladas al motor formando una sola estructura de "bombas sumergibles", como se observa en la figura 5.3.

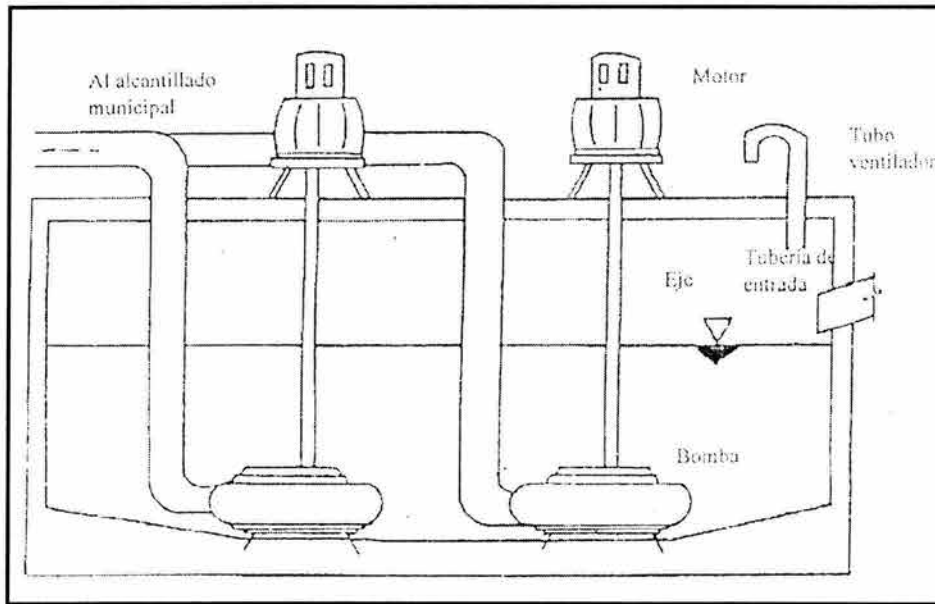


Figura 5.3. Cárcamo húmedo.

Se han desarrollado métodos para determinar el volumen requerido del cárcamo, con esto se pretende que el ciclo de bombeo (tiempo con bomba en operación más tiempo con bomba sin extracción), tenga una duración mayor que el tiempo mínimo recomendado por los fabricantes para que una bomba en un arreglo de bombas no tengan fallas por sobrecarga en el sistema de arranque.

Para el bombeo de aguas residuales se emplean con mayor frecuencia 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 flujo de los sólidos que puedan arrastrar las aguas de desecho.

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.

Sin embargo, aunque desde el punto de vista mecánico sea preferible operar las bombas por períodos largos, tiempos grandes de retención hidráulica no son compatibles con el mantenimiento de condiciones aerobias en las aguas residuales.

5.2. - Equipos de bombeo.

Existen en el mercado infinidad de marcas y modelos, estará a criterio del proyectista la elección de la adecuada sobre la base de los criterios de diseño, operación y económicos, procurando que la elección sea la óptima para el proyecto en cuestión; los más recomendados son las de tipo centrífugo, debido al amplio rango de capacidad, presión y disponibilidad.

La capacidad del equipo de bombeo estará determinada por el volumen de retención del cárcamo, ya que aquella deberá ser capaz de evacuar dicho volumen en un tiempo apropiado.

Un arreglo común de las bombas, es su instalación en paralelo, logrando con lo anterior, alternar su uso para prolongar su vida útil, así como dar facilidad de absorber solicitudes inesperadas; cada equipo debe poder suministrar el gasto máximo. Otra ventaja adicional, es la facilidad de mantenimiento de los equipos. Véase la figura 5.4.

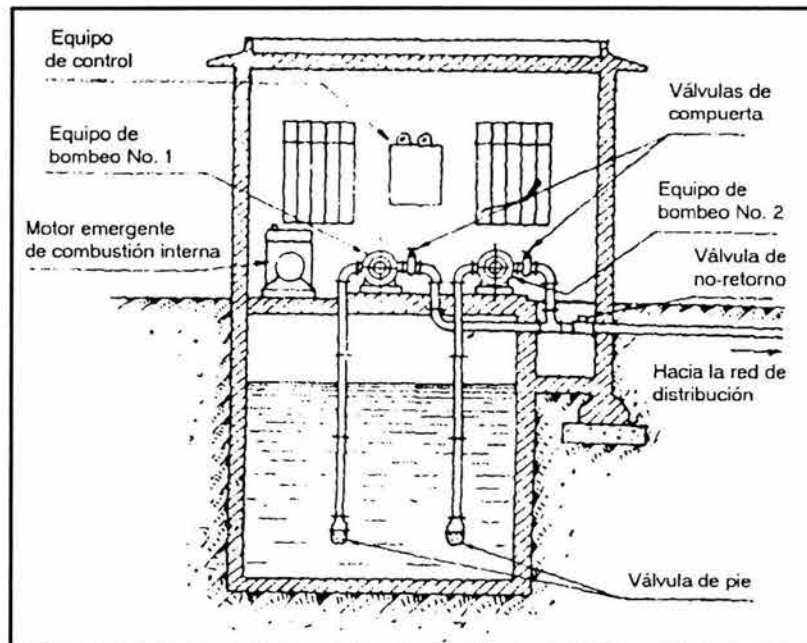


Figura 5.4. Diagrama de bombas en paralelo.

Dispositivos de control.

Con este término se designan los dispositivos utilizados para arrancar y detener, de forma automática, los equipos de bombeo, una vez que el agua del cárcamo, ha alcanzado los niveles preestablecidos.

Se tienen varios tipos de accesorios para controlar la evacuación del agua residual del cárcamo; los más comunes son los siguientes:

1. Switch flotador (Flotador eléctrico)

Este dispositivo es un accesorio mecánico que es activado por un flotador que se encuentra en la superficie del agua residual acumulada en el cárcamo. Cuando el agua residual asciende hasta cierto nivel, arranca el equipo de bombeo, y cuando baja el nivel de las aguas negras se detiene. La figura 5.5, muestra este dispositivo.

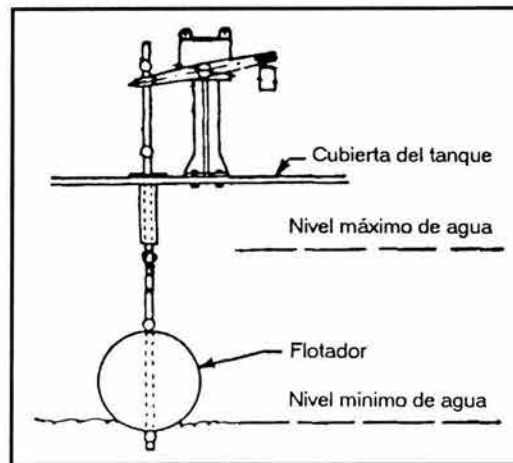


Figura 5.5. Flotador eléctrico

2. Control por electrodos (Flotador electrónico-Electronivel)

Es un instrumento eléctrico que se usa para arrancar o detener un equipo de bombeo. Varios electrodos se colocan a diferentes niveles; cuando el nivel del agua cubre (o descubre) dos o tres de estos electrodos, se abre (o cierra) un circuito eléctrico que arranca (o detiene) el equipo de bombeo.

Alarmas y dispositivos de seguridad.

Este tipo de accesorios previene al personal que opera el sistema hidráulico, de fallas en el cárcamo de bombeo.

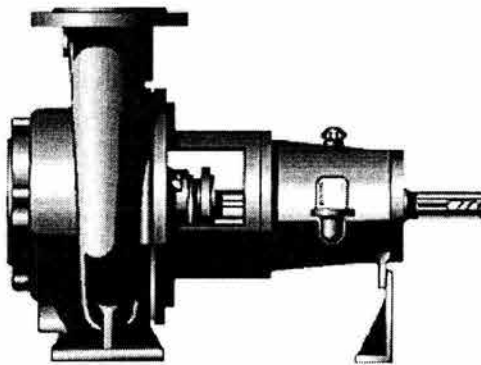
Los casos más comunes, en los que deben instalarse alarmas son los siguientes:

- Nivel alto del cárcamo: ocurre cuando el nivel de agua residual está por arriba del especificado y el equipo de bombeo no ha arrancado.
- Nivel bajo del cárcamo: esta situación se presenta cuando el nivel de agua residual está por debajo del establecido y el equipo de bombeo aún no se detiene.

- Descebado de bombas, y cebado automático por entrada en servicio de una red auxiliar de cebado.
- Arranque y parada automáticas de bomba sin carga, mediante válvula de regulación en la salida de apertura y cierre temporizados.
- Alarma por aumento peligroso de temperatura en cojinetes del motor de bomba o estator del motor.

En los casos anteriores, las alarmas deben ser de tipo auditivo y/o luminoso, a fin de llamar la atención del personal encargado de la operación del sistema.

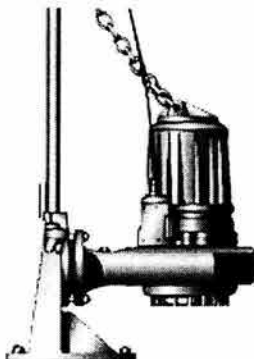
Se presentan a continuación algunos modelos comerciales de equipo de bombeo comunes utilizados en cárcamos de bombeo.



Bomba centrífuga de proceso. Permite impulsor vortex, semiabierto o de dos o tres canales. Sellado por cierre mecánico o empaquetadura con diversos planes API.

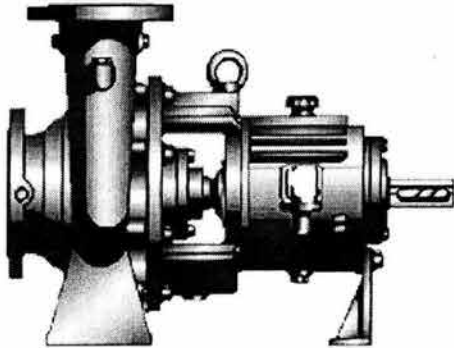
Rodamientos lubricados por aceite.

Para fluidos limpios, o agresivos, o con un importante contenido de sólidos. Diseño de tipo proceso que permite sacar el impulsor sin soltar las tuberías ni el motor.



Electrobomba sumergible para fosas sépticas.

Impulsor a canal o semiabierto. Sellado por doble cierre mecánico. Accesorios para instalación fija o transportable. Para fluidos sucios con un importante contenido de sólidos.



Bomba centrífuga de proceso "médium duty".
Impulsor cerrado. Sellado por cierre mecánico o empaquetadura con diversos planes.
Rodamientos lubricados por aceite. Para fluidos limpios o agresivos, sin abrasivos ni partículas sólidas. Diseño de proceso que permite sacar el impulsor sin soltar las tuberías ni el motor.

5.3. - Recomendaciones de diseño, operación y mantenimiento.

Para 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 evacuación de aguas residuales, debiendo cuidar su emplazamiento, haciendo que encaje en el paisaje y esmerando su aspecto arquitectónico. No deben descuidarse los impactos ambientales derivados de su ubicación.
2. La planta debe estar protegida frente a acciones exteriores, por lo que no deberán olvidarse los sistemas de protección.
3. Se procurará que la planta cuente con entradas y salidas de personal, accesos y salidas de equipo, zona de reparaciones in situ para bombas y motores, iluminación, ventilación y suelos adecuados.
4. Se deberá garantizar la impermeabilidad total de los depósitos, así como la hermeticidad de las tuberías.
5. La planta deberá contar con puentes, grúa y polipastos para el movimiento de equipos, así como de los elementos de medición y control necesarios.
6. Un 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 vibración, así como el empleo de trampas acústicas se consideran imprescindibles.
7. Se buscará por una parte que el tiempo de un ciclo de bombeo entre arranques consecutivos, o entre incrementos de velocidad de una bomba sea un valor adecuado para que no ocasione fallas por sobre carga al sistema de arranque al ser

demasiado frecuentes, y por otra parte que no sea tan grande como para causar problemas de septicidad.

8. Se deben obtener resultados favorables para cualquier combinación de gastos entrantes y de bombeo.
9. Para bombas grandes el tiempo de un ciclo de trabajo no deberá ser menor de 20 minutos, mientras que para bombas más pequeñas el tiempo de un ciclo hidráulico puede reducirse hasta 10 minutos.
10. Se recomienda que el máximo tiempo de retención hidráulica en el cárcamo no sea mayor de 2 horas y de preferencia se deben tener tiempos menores de 30 minutos.
11. Por estar al final de la red de colección de aguas residuales, las bombas deben tener capacidad suficiente para absorber los cambios en los gastos recibidos del sistema completo de aguas residuales o pluviales.
12. Tener una cubierta con objeto de impedir olores, sonidos y otros impactos ambientales.
13. Tener un fácil acceso para equipos así como para limpieza periódica de todas las instalaciones.
14. Tener un programa calendarizado de mantenimiento de equipos, controles y demás componentes de la estación de bombeo.
15. Los aparatos de elevación y accionamiento deben ser siempre dobles, para que siempre uno este en servicio y el otro en reserva, alternativamente.
16. El cárcamo debe estar bien iluminado y ventilado con accesorios a prueba de explosión, debe contar también con un adecuado drenaje de piso, con un pequeño cárcamo y una bomba para desalojar el agua y el aceite de fugas en los sellos de las conexiones.
17. Se debe contar con un generador para que, en caso de falta de corriente eléctrica, se enciendan automáticamente y permita el funcionamiento de las bombas.
18. 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 separadas de la losa al menos 5 cm en su punto más próximo y con pendientes hasta el punto de salida.
19. Los cruces de muros se realizarán a través de un contratubo de mayor diámetro que el colector, sellando el espacio intermedio.

6.1. - Tuberías para la red de drenaje.

El sistema de drenaje sanitario y ventilación y el sistema de drenaje de aguas pluviales, se construyen usando tuberías, equipos, válvulas y accesorios de diferentes materiales; para esto, es necesario que se tenga un conocimiento general sobre estos elementos usados en las instalaciones sanitarias y de acuerdo a las necesidades del proyecto hacer la elección de tal forma que los materiales y equipos presten un servicio óptimo en la edificación.

Los materiales empleados para construir una instalación sanitaria interior, son principalmente el PVC (Policloruro de Vinilo), fierro fundido, cobre y fierro galvanizado.

Los conductos elaborados con estos materiales cumplen con la tarea de conducir las aguas residuales del interior del edificio y depositarlas en un sistema externo de drenaje. Para este sistema externo, se emplea otro tipo de tuberías construidas con concreto, barro vitrificado, PVC, etcétera.

6.2. - Materiales y características comerciales.

Tubería de fierro fundido.

El fierro fundido tiene como materia prima el hierro, el cual se somete a un proceso de fundición. En este tratamiento se obtiene un hierro con un contenido de 0.05% de carbono, y puede ser considerado como acero extradulce, es decir, muy maleable. Su aplicación en las instalaciones sanitarias es muy extensa, ya que posee las siguientes características:

- La rigidez de este material, le da una alta resistencia a la instalación contra impactos.
- No se ve afectada, ni su estructura interna ni su composición química, cuando es sometido a temperaturas someramente altas.
- Su acoplamiento es perfecto, ya sea por uniones espiga campana o con juntas de neopreno y abrazaderas de acero inoxidable.

Sin embargo, el fierro fundido también tiene algunas desventajas, las cuales se mencionan a continuación:

- Su alto costo (comparado con el del PVC), lo hace en muchos de los casos antieconómico.

- El peso por metro lineal de estas tuberías es alto, y esto se puede reflejar en robustos soportes si la instalación fuera aérea.

Tubería de PVC.

El policloruro de vinilo (P.V.C.) es un material plástico sintético, clasificado dentro de los termoplásticos, materiales que arriba de cierta temperatura se convierten en una masa moldeable, a la que se puede dar la forma deseada, y por abajo de esa temperatura se convierten en sólidos.

En la actualidad; los materiales termoplásticos constituyen el grupo más importante de los plásticos comerciales, y entre estos, los de mayor producción son el PVC y el polietileno (PE).

Como todos los materiales, las tuberías de drenaje presentan ventajas y limitaciones en cada uso específico, las cuales es necesario conocer para lograr mejores resultados en el uso de este tipo de tuberías.

Las ventajas más importantes son:

- **Ligereza**, el peso de un tubo de PVC es aproximadamente la mitad del peso de un tubo de aluminio, y alrededor de una quinta parte del peso de un tubo de fierro galvanizado de las mismas dimensiones.
- **Flexibilidad**, su mayor elasticidad con respecto a las tuberías tradicionales, representa una mayor flexibilidad, lo cual permite un comportamiento mejor frente a estas.
- **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.
- **Resistencia a la corrosión**, las tuberías de PVC son inmunes a los tipos de corrosión que normalmente afectan a los sistemas de tuberías.
- **Resistencia química**, debido a su gran resistencia a la corrosión y a los productos químicos son recomendadas para instalaciones subterráneas.

La tubería de PVC tiene para su aplicación algunas limitaciones, entre las que se destacan como importantes:

- La resistencia al impacto del PVC se reduce sensiblemente a temperaturas inferiores a 0 °C.
- Las propiedades mecánicas de la tubería se afectan cuando se expone por periodos prolongados a los rayos del sol.
- El PVC puede sufrir raspaduras durante su manipulación por el trabajo.

Albañal de cemento.

Por sus características físicas y mecánicas sólo se usa en la planta baja de las construcciones, para recibir desagües individuales y generales, así como para la interconexión de registros.

Tubería de barro vitrificado.

Sus propiedades y características físicas son similares a las del albañal de cemento, por lo que en algunas veces lo puede sustituir, y en ocasiones se usa para evacuar fluidos corrosivos.

Tubería de plomo.

La tubería de plomo es en la actualidad de poco uso y se aplica normalmente en las casas habitación para recibir el desagüe de los w.c., de fregaderos y evacuar ácidos y todo tipo de fluidos corrosivos en tramos cortos.

Tubería de cobre.

La tubería de cobre, además de ser usada en instalaciones hidráulicas, se emplea también en instalaciones sanitarias para drenaje y ventilación. Es la tubería de cobre tipo DWV la que cumple con la función de las instalaciones de drenaje y ventilación.

Solo se fabrica en temple duro, lo que proporciona gran durabilidad a la tubería, además de las propiedades del cobre mismo.

Este tipo de tubería se instala generalmente con conexiones de bronce o cobre soldable y los tubos rectilíneos, son fabricados en tramos de 6.10 m y en rollos de 15 m.

Sus aplicaciones principales se encuentran en:

- Desagües individuales de lavabos, fregaderos, vertederos, etcétera.
- Para la conexión de las coladeras de piso a las tuberías de desagüe general, de albañal, fierro fundido, PVC, etcétera.
- Para la conexión de las coladeras de pisos de fuentes.

6.3. - Recomendaciones constructivas.

Es recomendable seguir las normas y reglamentos, así como los procesos constructivos para que la instalación sanitaria una vez finalizada, ofrezca un servicio óptimo.

Especificaciones generales.

Sistema sanitario.

a) Ramales de desagüe vertical y horizontal (tuberías y conexiones)

- De pvc tipo sanitario.
- De cobre tipo "dwv" (especial para drenajes).
- De fierro galvanizado cédula 40.
- Fierro fundido.

b) Bajadas de aguas negras y pluviales (tuberías y conexiones)

- De fierro fundido.
- De pvc tipo sanitario.
- De fierro galvanizado cédula 40.

c) Ventilación (tuberías y conexiones)

- De fierro fundido.
- De pvc tipo sanitario
- De cobre tipo "dwv" (especial para drenaje)
- De fierro galvanizado cédula 40.

d) Drenaje de pisos.

- Coladeras de fo.fo, con plato, rejilla y casquillo removibles.

e) Pendientes.

- Para la tubería de desagüe de muebles o equipo será del 2% para 75 mm. (3") y menores, 1% para 100 mm (4") y mayores
- Para pisos será del 0.5%
- Para azoteas será del 1.5%

f) Pruebas.

- Con agua a una presión equivalente a 300 m columna de agua (0.3 Kg./cm²), medida sobre el punto mas alto del tramo que se prueba y sostenida cuando menos durante dos horas.

g) Requisitos de ejecución

- Los ramales de desagüe quedarán instalados en forma oculta o visible, con fácil acceso para su inspección y mantenimiento.
- Para evitar que las tuberías instaladas reciban materias extrañas deberán dejarse tapadas todas las bocas hasta ser instalados los muebles o equipo.
- Aplanar el interior de los registros, redondeando las aristas. Rellenar el piso del conducto en sanitarios con pendiente del 1% hacia la coladera.
- Sujetar la tubería vertical u "horizontal" a los muros o elementos con abrazaderas metálicas apropiadas a cada 1.50 m.
- Las rejillas de las coladeras deberán quedar al mismo nivel de piso terminado para evitar estancamiento de aguas.
- Las coladeras instaladas en registro de albañal, deberán tener sello hidráulico.
- No cubrir las tuberías hasta que el supervisor de la obra revise y acepte las juntas, alineamientos, pendientes y pruebas de la misma.
- Donde se indique, la tubería se protegerá recubriéndola con concreto hidráulico.

h) Diámetros de tubería.

- En milímetros, indicados en el plano con la simbología adecuada.

i) Acotaciones.

- En milímetros.

- En centímetros.
- En metros.

j) Niveles.

- En metros.

k) Planos complementarios.

- Detalle de muebles a baja presión.
- Detalle de muebles a alta presión.
- Registros y canales.
- Fosa séptica.
- Pozos y zanjas de absorción.

l) Simbología

La universal

m) Notas generales

- Acotaciones en centímetros y niveles en metros.
- Todas las acotaciones deberán ser verificadas con los planos arquitectónicos.
- Especificaciones de materiales.
- Utilizar los planos de proyecto sanitario.
- Toda modificación estará sujeta a estudio y aprobación.

6.4. - Planos de proyecto.

La lectura de planos y especificaciones.

Uno de los elementos importantes para el diseño y construcción de instalaciones sanitarias es la elaboración, lectura y comprensión de los planos y especificaciones; los planos y las especificaciones son los trabajos de dibujo y las instrucciones escritas que indican como los varios ingenieros que intervienen (electricistas, mecánicos, estructuristas), en su caso, desean que se haga una construcción. Los planos, para la mayoría de las grandes construcciones, se dividen en tres grupos:

1. **Planos estructurales.** Muestran la estructura de soporte de un edificio o de una casa, incluyen la cimentación, los muros de carga, columnas, trabes, etcétera, así como los refuerzos del piso.
2. **Planos arquitectónicos.** Son los planos completos de una construcción (excepto los detalles estructurales y mecánicos), muestran las dimensiones generales, indicación de áreas en una casa, closets, detalles de garaje, jardín y dimensiones de muros.
3. **Planos mecánicos.** En estos planos, se muestran los sistemas de plomería, de aire acondicionado y calefacción y los sistemas eléctricos de una casa o edificio. Algunas veces los planos mecánicos se manejan por separado de los planos arquitectónicos, por los detalles que en ellos se dan; por ejemplo, en un plano de plomería se da un dibujo completo de los accesorios de plomería y su instalación, así como de las tuberías hidráulicas y de drenaje. En construcciones pequeñas, no es necesario separar los planos mecánicos y se dan como parte de los planos arquitectónicos.

La simbología.

Los ingenieros usan en los planos, para la representación de los accesorios de plomería y los tubos con sus conexiones y accesorios y válvulas, una simbología que les permite identificar fácilmente cada componente o elemento de una instalación y, por otro lado, cuando es necesario elaborar estos planos lo hacen sobre una simbología convencional que permite la fácil lectura e interpretación de los mismos.

Existen otros dibujos en donde se usa la representación de cada elemento y/o se indica de que elemento o parte se trata.

A pesar de que existen varios tipos de simbología, es necesario adecuar cada una al proyecto específico de que se trate, por lo que sí el proyectista propone una simbología, esta se debe respetar en todos los planos y ser explicada y comprensible a los demás participantes del proyecto.

Dibujos de vista en planta.

Sobre los planos mecánicos se pueden encontrar vistas en planta de los accesorios de plomería o instalación sanitaria, mostrando la forma como van a ser instalados, así como dibujos esquemáticos e isométricos de las trayectorias de la tubería.

Un dibujo de vista en planta, es simplemente un dibujo de como se observaría hacia abajo (observando desde una posición superior) en una habitación, el área misma y la disposición de los objetos dentro de ella. Para ilustrar esto, en la figura 6.1, se muestra la vista en la planta de los accesorios de un baño.

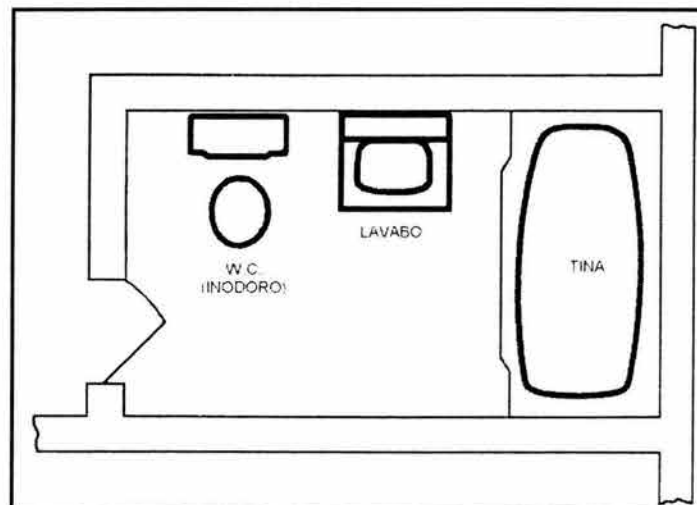


Figura 6.1. Vista en planta de los accesorios de baño.

Dibujos esquemáticos.

Un dibujo esquemático o diagrama de un sistema de colección de aguas residuales, es el dibujo de un sistema completo de tuberías sin hacer referencia a una escala o localización exacta de los conceptos o elementos que muestra el dibujo. En la figura 6.2, se muestra el dibujo esquemático del sistema de drenaje sanitario y de ventilación para el baño mostrado en la figura 6.1.

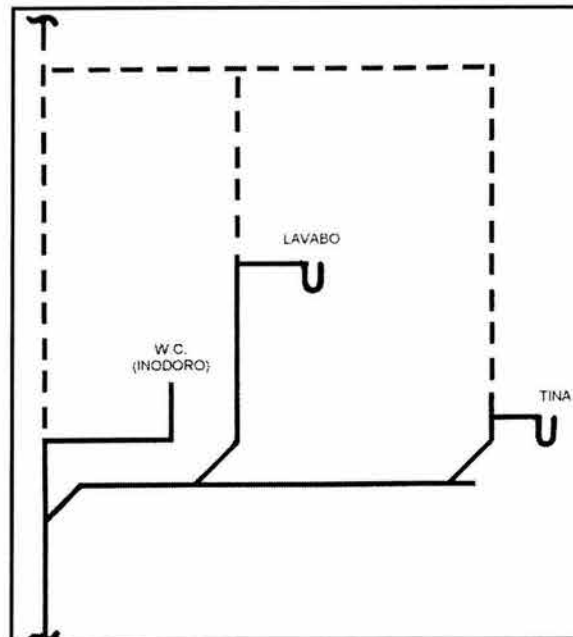


Figura 6.2. Dibujo esquemático de la red de drenaje sanitario y ventilación de un baño.

Dibujos isométricos.

Un dibujo isométrico de la red de colección de aguas residuales o dibujo isométrico de $30^{\circ}/60^{\circ}$ para tubería, es un dibujo tridimensional. Sobre el dibujo isométrico, todos los tubos que se van a instalar en posición "horizontal" se dibujan con líneas a 30° , mientras que todos los tubos verticales se dibujan con líneas verticales; en otras palabras, todas las líneas no horizontales en un dibujo isométrico representan tubos "horizontales" y todas las líneas verticales representan precisamente tubos verticales.

En la figura 6.3, se muestra el dibujo isométrico de la tubería del sistema de colección de aguas residuales y ventilación del baño mostrado en la figura 6.1. Cuando se trata de trabajos pequeños, los planos no muestran ningún dibujo de tubería, la única información que se puede tener para los trabajos de plomería son las vistas de los planos arquitectónicos, que muestran donde se deben instalar los accesorios de plomería.

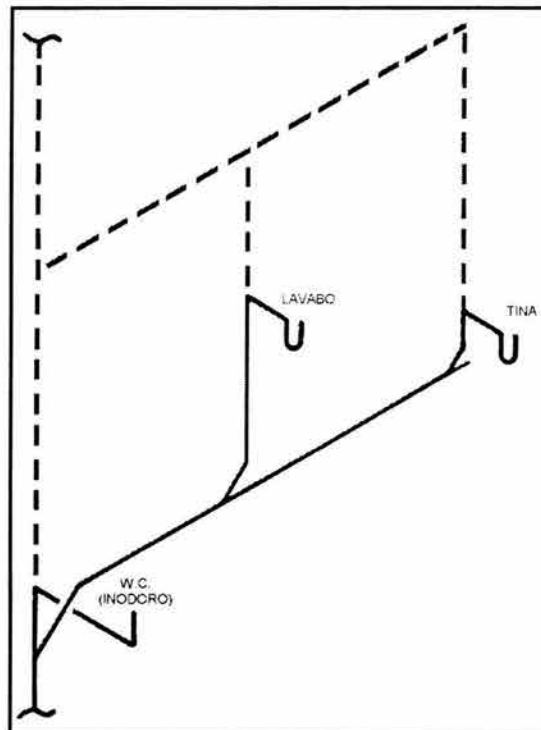


Figura 6.3. Dibujo isométrico de la red del drenaje sanitario y ventilación.

La lectura de planos y especificaciones.

En estos trabajos, es conveniente para el diseñador o el instalador (plomero), elaborar diagramas esquemáticos e isométricos de las trayectorias de la tubería, por esta razón, en apariencia se tiene que invertir una cantidad considerable de tiempo, elaborando dibujos esquemáticos e isométricos para los sistemas de colección de aguas residuales.

No se pretende enseñar cómo se dibujan los planos para las instalaciones hidráulicas y sanitarias, solo se trata de dar una visión de la forma de elaboración e interpretación de estos planos a partir de planos arquitectónicos de distribución de accesorios y equipos, como se muestra en la figura 6.4:

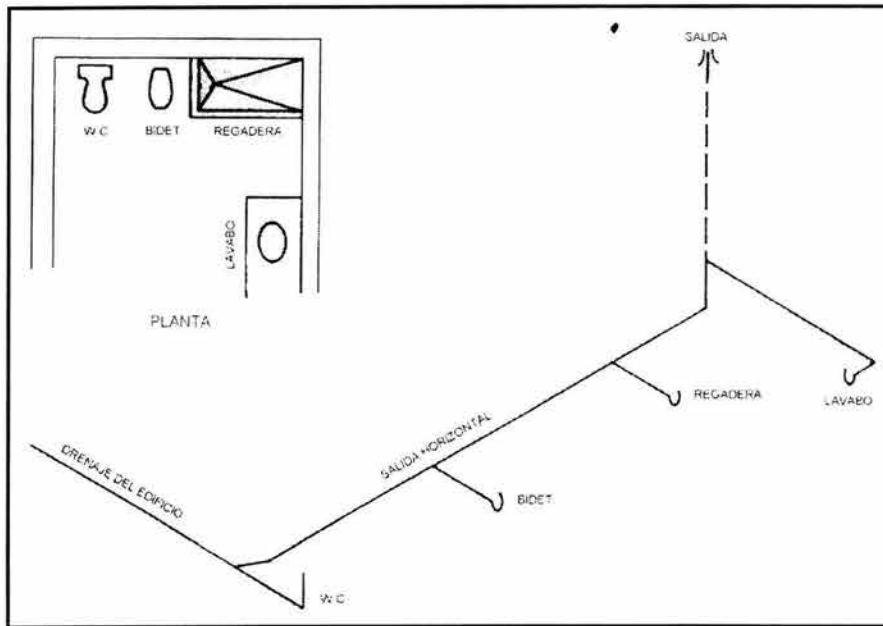


Figura 6.4. Isométrico horizontal de la salida de un baño.

6.5. - Costos de la instalación.

Dentro de las múltiples actividades involucradas en la realización de las instalaciones sanitarias esta la del establecimiento de los precios unitarios equitativos que debe pagarse por un trabajo.

La elaboración de los precios unitarios, no es mas que una etapa dentro del proceso constructivo general, que se inicia con la investigación o estudio de la factibilidad de realizar un proyecto, y que termina con la construcción de la misma.

No es posible calcular precios unitarios sin el apoyo de las especificaciones, ya que son estas precisamente las que definen la obra que se requiere y la manera en que debe ejecutarse, lo que indudablemente constituye la base para determinar los precios unitarios de los conceptos de la instalación.

Las especificaciones, son el conjunto de requerimientos exigidos en los proyectos y presupuestos para definir con precisión y claridad el alcance de los conceptos de trabajo.

En todos los casos deberán especificarse los muebles sanitarios, equipo y accesorios, por medio de una relación concisa de todas las características y marcas de fabricantes que no dejen lugar a dudas o falsas interpretaciones. Estos datos comprenderán medidas, materiales de los que estén fabricados, acabados y accesorios propios o adicionales que constituyan características de lo especificado.

7.1. - Posible reuso de las aguas residuales.

Las aguas superficiales se encuentran contaminadas por descargas domésticas, industriales y agropecuarias y la sobreexplotación del agua subterránea se está generalizando, lo que ha ocasionado deterioros irreversibles, intrusión salina, hundimientos del terreno y la necesidad de bombeo a profundidades incosteables.

Los sitios con mayor desarrollo demandan cada vez mayores cantidades de agua y son los que aportan más contaminantes a las descargas de aguas residuales municipales e industriales, en los cuerpos receptores, en muchas ocasiones sin ningún tratamiento.

En las ciudades de México, Monterrey y Guadalajara se generan 46, 8.5 y 8.2 metros cúbicos por segundo de aguas residuales respectivamente. En conjunto equivalen al 34 % del total a nivel nacional estimado en 184 metros cúbicos por segundo; de estos 105 corresponden a descargas municipales y 79 a descargas industriales.

Los contaminantes que modifican la calidad natural de las corrientes de agua son: materia orgánica, que ocasiona la disminución de oxígeno disuelto; grasas y aceites, que obstruyen las agallas de los peces y disminuyen la transferencia de oxígeno; sólidos sedimentables, que azolvan los cuerpos de agua, organismos patógenos, metales pesados y plaguicidas, que afectan la salud humana, a la flora y fauna acuáticas, por mencionar algunos.

La Comisión Nacional del Agua reportó en 1999, la existencia de 808 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, con una capacidad total de 54.9 metros cúbicos por segundo; y 177 plantas de tratamiento de aguas residuales de origen industrial, con una capacidad aproximada de 12 metros cúbicos por segundo.

De lo anterior se deriva que, de la descarga total de aguas residuales municipales, solo se trata el 24.3% del cual aproximadamente la mitad se reutiliza. De las aguas residuales industriales, únicamente se trata el 15.5%.

Cabe aclarar que estas cifras son estimadas según la capacidad instalada y que no todos los sistemas de tratamiento están en operación.

Se tienen Normas Oficiales Mexicanas para el control de calidad de las descargas de aguas residuales, tales como las siguientes:

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores.
- Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

El propósito del tratamiento de las aguas residuales es la remoción de sustancias contaminantes para cumplir con dos objetivos principales:

- Control de la contaminación del agua para cumplir con legislación vigente y evitar efectos negativos en la calidad de los cuerpos receptores (agua o suelo).
- Reusar el agua tratada en aquellas aplicaciones en las que no se requiere agua de calidad potable, o cuando el agua tratada pueda ser reutilizada en la industria, agricultura, acuicultura, etc.

El control de la contaminación, consiste además en tratar las aguas residuales para recuperar, sanear o rehabilitar cuerpos de agua degradados como se hizo en los ríos Tamesis y el Danubio, y como actualmente se esta haciendo en México para sanear el río Lerma.

El reuso de aguas tratadas, ya sea en forma directa o indirecta, es un método de disposición que complementa los otros métodos de disposición en el medio ambiente acuático (lagos, ríos, estuarios, océanos).

La cantidad del agua tratada que pueda ser reusada dependerá de:

- disponibilidad
- costos del agua de primer uso.
- costos de tratamiento y de conducción.
- de los criterios, estándares o normas de calidad de agua
- del potencial de reuso o de recirculación del agua tratada.

El reuso del agua tratada, puede clasificarse de acuerdo a sus aplicaciones en:

- Reuso potable. Recarga de acuíferos, dilución en aguas naturales.

- Reuso municipal. Riego de áreas verdes, campos de golf, lavado de calles y automóviles y agua contra incendio.
- Reuso industrial. Enfriamiento, generación de vapor, riego de áreas verdes y recarga de acuíferos para usos industriales, inyección al "escudo" en excavaciones.
- Reuso agrícola. Riego de terrenos agrícolas de productos de consumo no directo, forestales.
- Reuso recarga de acuíferos para otros usos:
 - a) Directo: para el control de intrusión salina, control del balance de sales en aguas subterráneas.
 - b) Indirecto: para el control de problemas de hundimientos de suelo, para activar repesuración en pozos petroleros y para compactar suelos.

7.2. - Requisitos de la calidad para el reuso.

Tanto para el vertido como para el reuso se deben observar ciertas normas, en las que se indique lo siguiente:

- La concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales, no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible.
- El límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales, así como las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola) es de 1,000 y 2,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente.
- Para determinar la contaminación por parásitos se tomará como indicador los huevos de helminto. El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego no restringido, y de cinco huevos por litro para riego restringido.
- Para las grasas y aceites es el promedio ponderado en función del caudal, resultante de los análisis practicados a cada una de las muestras simples.
- El rango permisible de pH (potencial hidrógeno) en las descargas de aguas residuales es de 10 y 5.5 unidades, determinado para cada una de las muestras simples. Las unidades de pH no deberán estar fuera del intervalo permisible, en ninguna de las muestras.

- El límite máximo permisible de la temperatura es de 40 °C, medida en forma instantánea a cada una de las muestras simples. Se permitirá descargar con temperaturas mayores, siempre y cuando se demuestre a la autoridad competente por medio de un estudio sustentado, que no daña al sistema del mismo.
- La materia flotante debe estar ausente en las descargas de aguas residuales.

Todos estos parámetros se pueden consultar en las respectivas normas.

Para el reuso del agua se deben observar los lineamientos que establecen los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas para servicios al público.

Para un mayor conocimiento y observancia se recomienda consultar las normas antes mencionadas y cumplir todas las indicaciones.

En esta sección se presentan ejemplos que muestran como diseñar la instalación de colección de aguas residuales y pluviales de diversos tipos de edificación, auxiliados por datos, normas, reglamentos y tablas.

Así mismo se perfila el criterio del ingeniero civil que permite obtener un diseño optimo de las instalaciones y demás accesorios que para cada caso se presentan.

EJEMPLO 1.

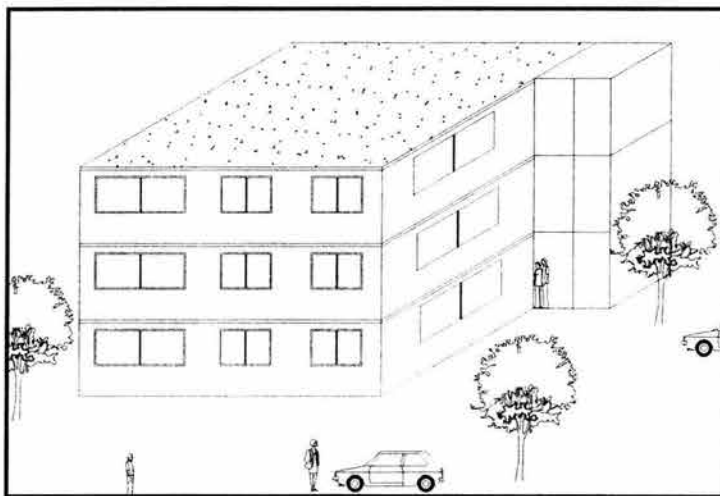


Figura 8.1 . Vista del Edificio de departamentos

Se dimensionara la instalación de colección de aguas residuales y de aguas pluviales del edificio de departamentos mostrado en la figura 8.1, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Edificio de departamentos de interés social de 3 niveles con departamento tipo, cuerpo de escaleras independiente.
- El departamento tipo consta de tres recamaras, baños, cocina, sala-comedor, azotehuela.
- El departamento tiene una superficie de 70 m^2 y una distancia de entresijos de 2.5 m.
- El sistema de colección de aguas residuales y pluviales es separado.

SOLUCION

Como se tienen tres recamaras por departamento (tres recamaras implican siete habitantes), el reglamento indica que se contara con un baño completo que consta de una regadera, un lavabo, un wc, lavadero, fregadero, además se tiene la consideración de un vertedero para el caso de tener una lavadora de ropa.

En la figura 8.2 se muestra la planta del departamento tipo.

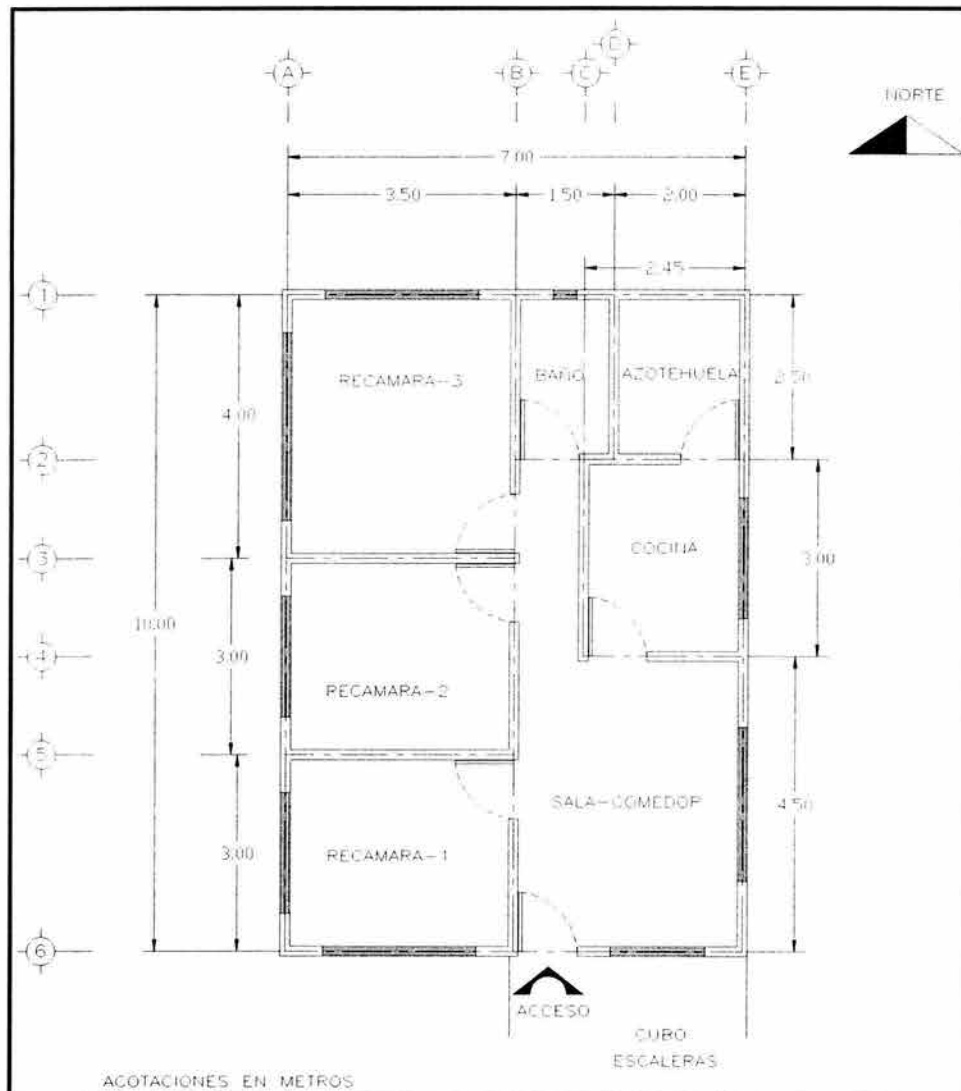


Figura 8.2 . Planta del departamento tipo

Para el cálculo de las unidades descarga, como es vivienda, se tiene que es de primera clase, de la tabla 3.1 se obtienen los valores que se resumen a continuación y que se observan en la figura 8.3.

Mueble o accesorio	Cantidad	Unidades de descarga por mueble	Unidades descarga parciales	Diámetro de conexión del mueble pulg.
Lavabo	1	1	1	1 ¼
WC	1	4	4	3
Regadera	1	2	2	2
Lavadero de ropa	1	3	3	1 ¼
Fregadero	1	3	3	1 ¼
Vertedero	1	8	8	2 ½
Total de Unidades Descarga por departamento		21		

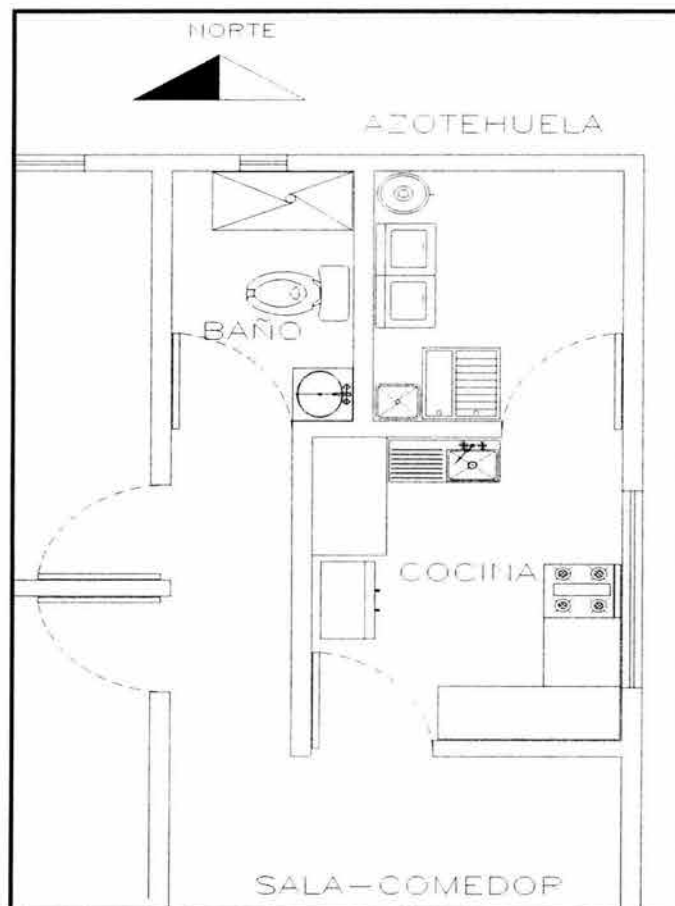


Figura 8.3 . Planta arquitectónica parcial del departamento tipo

Cálculo de la red de colección de aguas residuales.

Se procede a calcular los ramales horizontales de colección de aguas residuales con una pendiente de la tubería del 2 %.

El ramal uno se integra por:

Mueble o accesorio	Cantidad	Unidades de descarga por mueble	Unidades descarga parciales	Se conecta al
Lavabo	1	1	1	Ramal 1
WC	1	4	4	Ramal 1
Regadera	1	2	2	Ramal 1
Unidades descarga totales			7	

De la tabla 3.3 se nota que para una pendiente del 2% y hasta un máximo de 21 unidades descarga (UD). El diámetro de la derivación que le corresponde es de 2", mas sin embargo por reglamento se tiene que colocar un tubo con un diámetro mínimo de 3" por ser un ramal que sirve a un WC.

El ramal dos consta de:

Mueble o accesorio	Cantidad	Unidades de descarga por mueble	Unidades descarga parciales	Se conecta al
Lavadero de ropa	1	3	3	Ramal 2
Fregadero	1	3	3	Ramal 2
Vertedero	1	8	8	Ramal 2
Unidades descarga totales			14	

De la tabla 3.3 se obtiene que para una pendiente de la tubería del 2% y hasta un máximo de 21 UD. el diámetro de la derivación que le corresponde es de 2", sin embargo si se observa el diámetro mínimo para un vertedero es de 2 ½" por lo que se tiene que colocar un tubo con un diámetro mínimo de 2 ½ ".

Se resumen los resultados en la siguiente tabla

Ramal	Diámetro de la conducción (pulg.)	Se conecta al
Uno	3	BAR
Dos	2 ½	BAR

Por ser departamentos tipo la misma solución se aplica para los tres niveles.

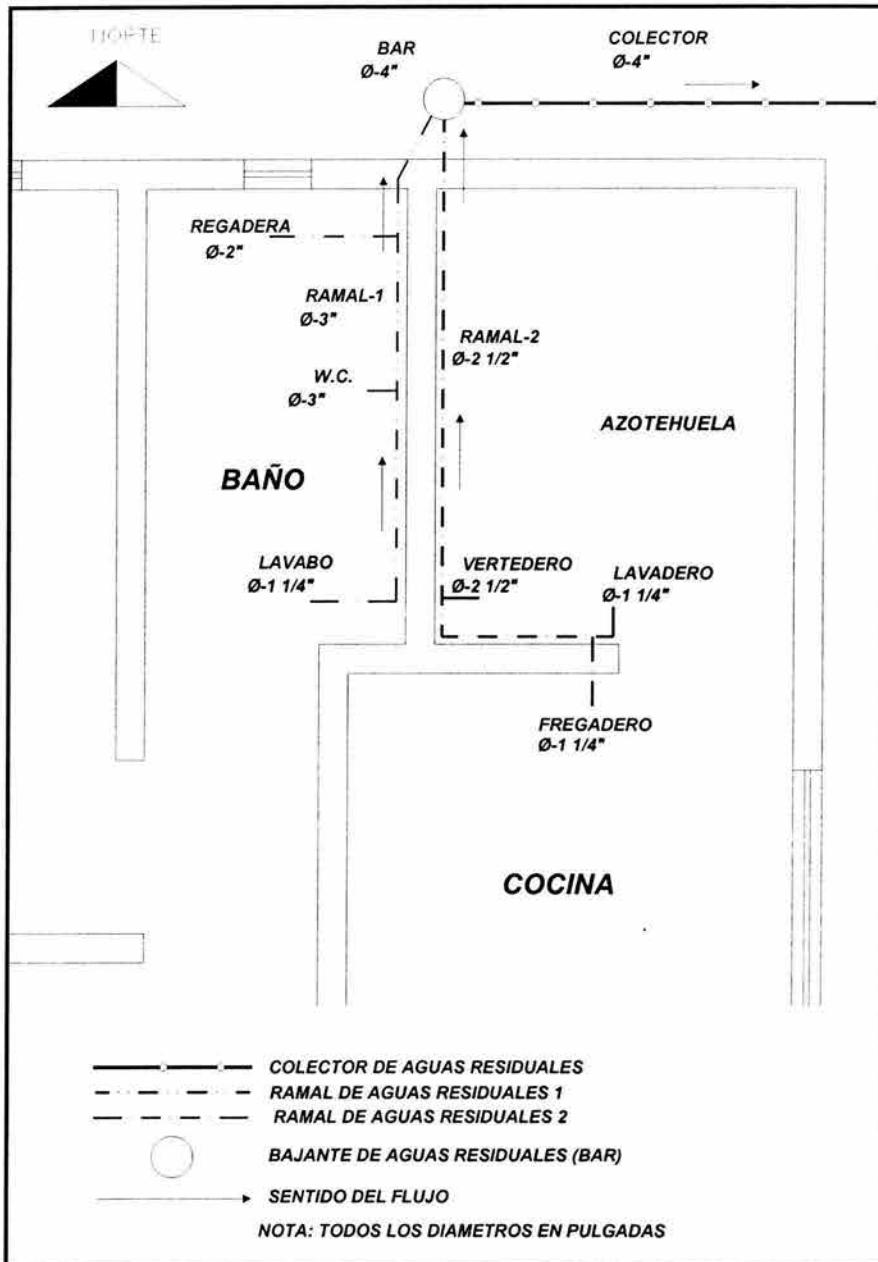
Para el cálculo de la columna de descarga de aguas residuales, se tiene que son 3 departamentos con 21 unidades descarga por nivel, lo que con lleva a tener un total de 63 unidades descarga.

En la tabla 3.4, se observa que no hay un valor igual a 63 UD en la columna de “bajantes de un máximo de tres niveles” por lo que se toma el valor de 240 UD y resulta un diámetro mínimo de 4” que es apropiado y acorde con los diámetros de los ramales de cada departamento, además tiene la capacidad de conectar sin ningún problema mas de 3 wc.

Para la elección del diámetro del colector de aguas residuales, se tiene un pendiente del colector del 2%, un total de 63 UD y de la tabla 3.5 se escoge un valor que contenga estas condiciones, en este caso 150 UD que da como resultado un diámetro mínimo del colector de 4”, valor que es acorde con el diámetro de la columna de aguas residuales.

Se resumen los resultados en la siguiente tabla, y la solución completa del sistema de colección de aguas residuales se muestra en la figura 8.4 .

Descripción	Diámetro de la tubería o conducción (pulgadas)	Se conecta con
Bajante de aguas residuales (BAR)	4	CAR
Colector de aguas residuales (CAR)	4	Alcantarillado municipal



Cálculo de la Ventilación.

El diámetro de la ventilación de los ramales se calcula con la tabla 3.8, como se requiere ventilar tubos de aguas residuales con diámetros de 2 ½" y 3", pero dado que no se tienen valores para 2 ½" se tomaran ambos ramales con un diámetro de 3".

Para el ramal uno se tiene que con un diámetro de 3", con 7 UD y dado que la distancia de ventilación es menor de 10 m, se ve que el diámetro de la ventilación es de 2 ½".

En el ramal dos se tiene que con un diámetro de 3", con 14 UD y dado que la distancia de ventilación es menor de 10 m, resulta que el diámetro de la ventilación es de 2 ½".

En la elección del diámetro del bajante de ventilación se tiene que son 63 UD conducidas por un tubo de 4", con una longitud de 7.5 m; de la tabla 3.7 se obtiene que el diámetro que satisface estos requisitos es de 2", en este caso existen dos opciones, una es utilizar este diámetro y al momento de conectar los ramales de ventilación colocar una reducción de 2 ½" a 2" y la otra es utilizar un tubo de 2 ½" para el bajante de ventilación: en este caso para ser acorde con los diámetros de ventilación de ramales se opta por un tubo con un diámetro de 2 ½".

Las soluciones para cada ramal son validas para cada departamento. Se resumen los datos obtenidos en la tabla mostrada y en la figura 8.5 se presenta la solución obtenida.

Descripción para Departamento	Diámetro de la tubería de ventilación (pulgadas)
Bajante de aguas residuales (BAR)	2 ½
Ramal 1	2 ½
Ramal 2	2 ½

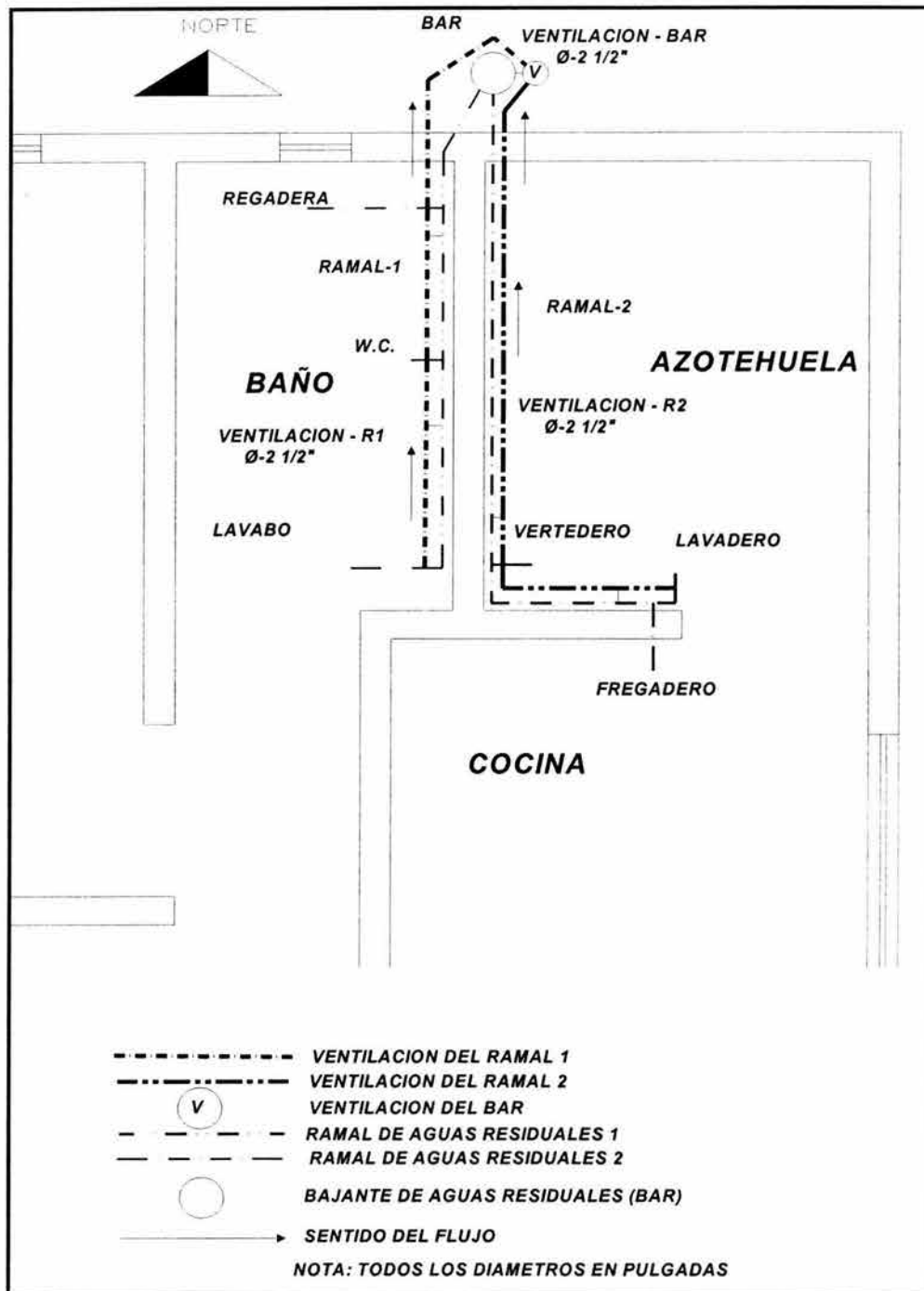


Figura 8.5 . Ventilación de la red de colección de aguas residuales.

Cálculo de la red de colección de aguas pluviales.

Para el cálculo del sistema de colección de aguas pluviales se tiene una azotea con un área de 70 m², sin muretes, ni equipos que descarguen en la azotea. Se cuenta con un solo punto de colección (coladera), ya que se le ha dotado de pendientes adecuadas a la azotea

(2%), y por lo tanto no es necesario ningún ramal. Se elige después de un análisis de precipitaciones una intensidad de 100 mm/h.

De la tabla 4.1 se tiene que el valor que cubre con bastante holgura las condiciones arriba mencionadas es la 120 m² con una intensidad de 100 mm/h, misma que ofrece un diámetro de 2 ½" para la columna de aguas pluviales y es el que se toma a lo largo de toda su longitud vertical hasta donde habrá de conectarse al colector de aguas pluviales.

El colector de aguas pluviales se elige de la tabla 4.2 con las consideraciones de que tiene una pendiente del 1%, que conduce una intensidad de lluvia de 100 mm/h captada por una azotea con un área de 70 m² y se observa que el diámetro del colector de aguas pluviales que cumple con estos requisitos es uno de 3".

Se resumen los resultados en la siguiente tabla, y en la figura 8.6 se ilustra la solución sugerida.

Descripción	Diámetro de la tubería o conducción (pulgadas)
Bajante de aguas pluviales	2 ½
Colector de aguas pluviales	3

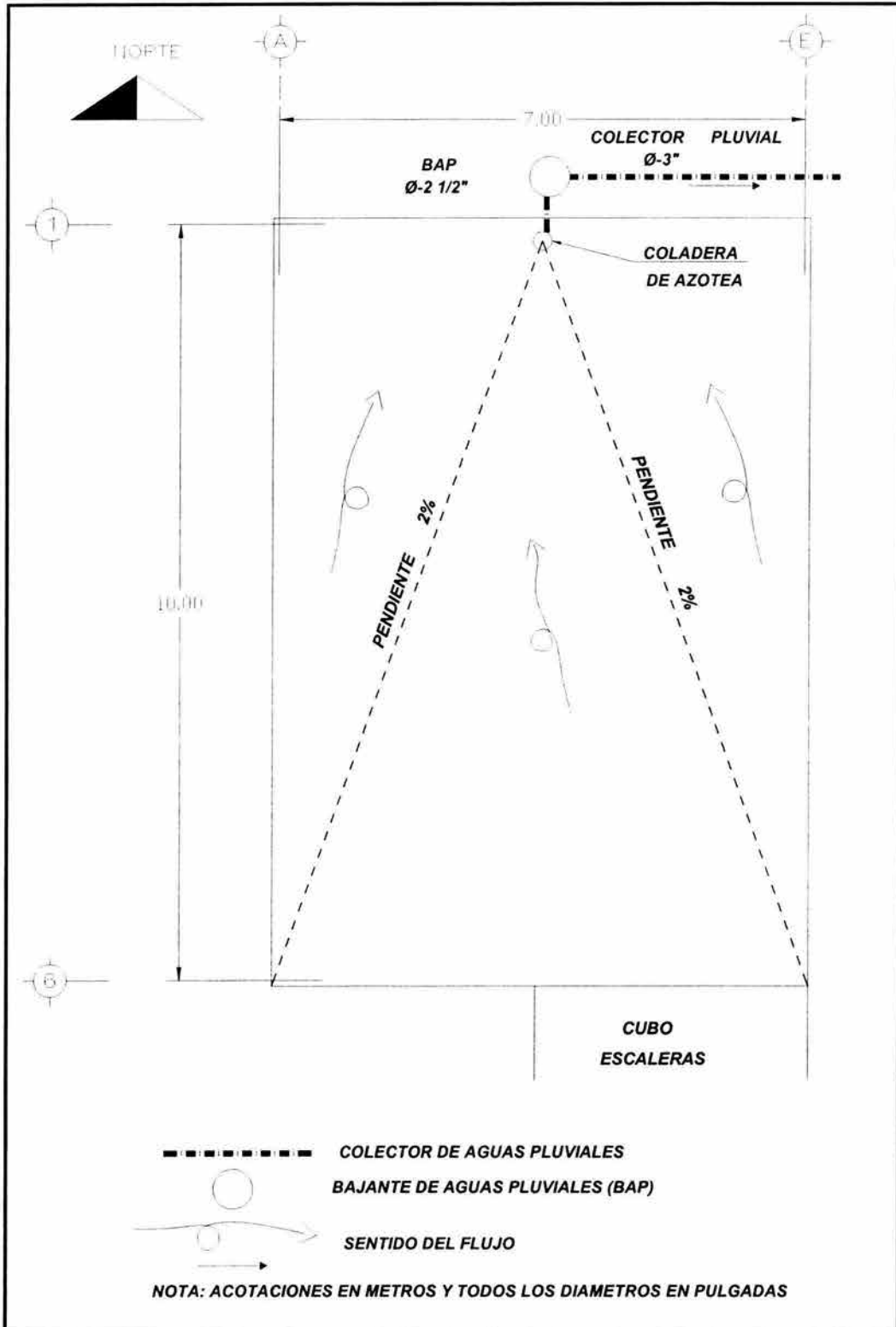


Figura 8.6 Red de colección de aguas pluviales para el edificio de departamentos.

EJEMPLO 2.

Se dimensionara la instalación de colección de aguas residuales de la edificación mostrada en la figura 8.7, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tipo de edificación: educativo, publico
- Escuela Primaria Federal "Héroes de Chapultepec", ubicada en Tlalpan, Ciudad de México.
- Consta de 20 aulas repartidas en dos niveles más instalaciones directivas, administrativas, intendencia, patio central y jardines.
- Por cada nivel de aulas se tienen sanitarios para caballeros y damas, son en total 4 sanitarios, que se ubican a un costado del cubo de escaleras.
- Altura de entrepisos: 3.00 metros.
- Población estudiantil por turno: 825 alumnos (para el diseño se considera un solo turno).
- Claustro de profesores más personal administrativo: 40 personas.
- Porcentaje de la población por genero: 51% femenino y 49% masculino.

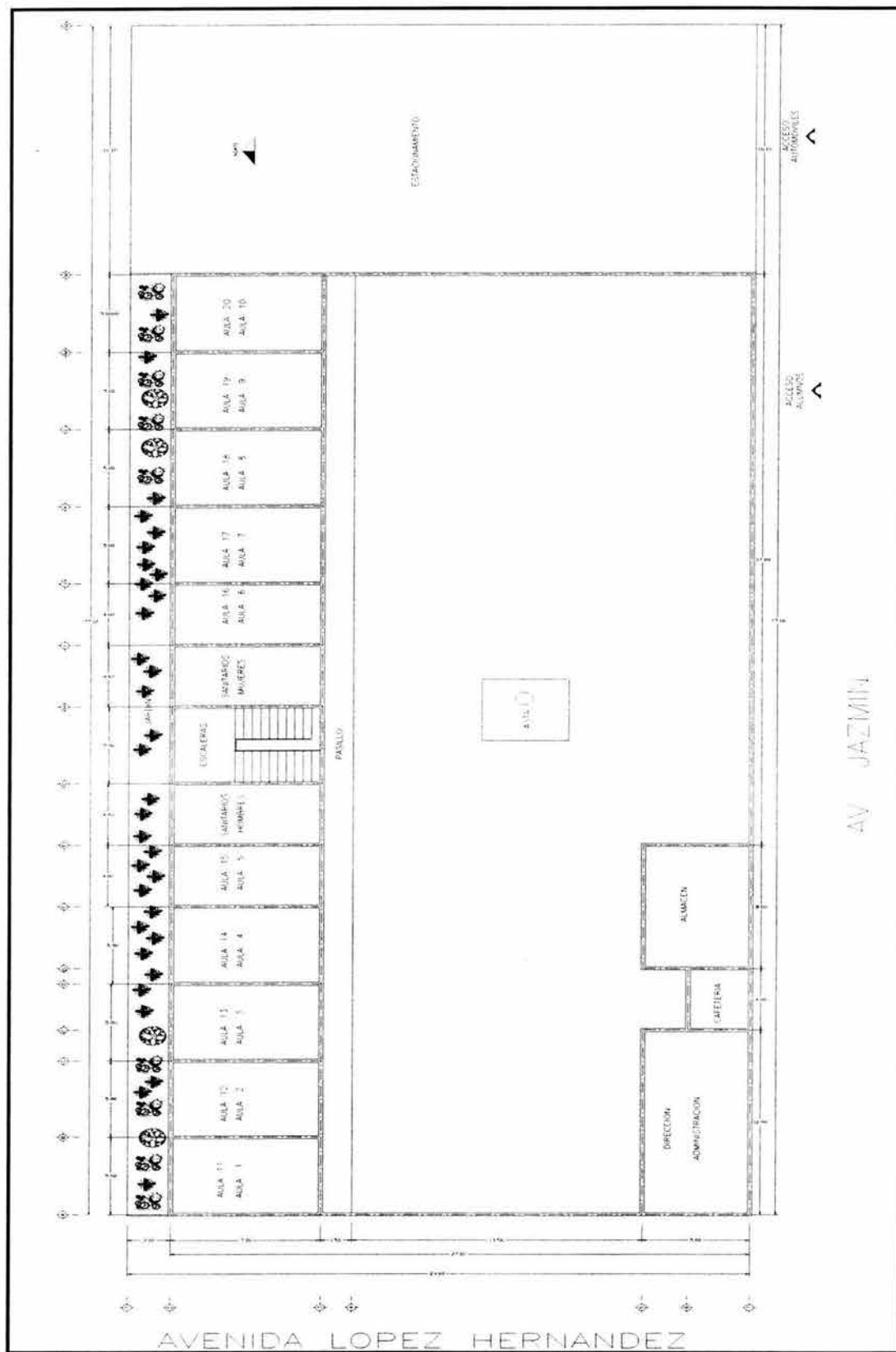


Figura 8.7 Escuela Primaria Federal Héroes de Chapultepec.

SOLUCION

Se procede a calcular el numero de servicios necesarios para la población general de la escuela.

Población total = 825 Alumnos + Personal

Población total = 825 + 40 = 865 personas

De la tabla 2.1 se tiene que para un máximo de 150 personas se requieren 4 wc y 2 lavabos, y por cada 75 mas o fracción se instalaran 2 wc y 2 lavabos, se tiene entonces:

Numero de personas: $150 + 9 (75) = 825$

Como aun faltan 40 personas, se considera fracción, por lo que:

Numero de personas: $150 + 10 (75) = 900$ quedando cubierta la demanda.

Numero de servicios: 4 wc + 2 lavabos + 10 (2 wc + 2 lavabos)

Numero de servicios: 24 wc + 22 lavabos

Como el porcentaje de la población femenina y masculina es casi igual se dividen de la siguiente forma los servicios.

Sanitarios femeninos: 12 wc + 11 lavabos

Sanitarios masculinos: 12 wc + 11 lavabos

Como a su vez el total de muebles se tiene que dividir entre los 2 niveles se opta por agregar un lavabo extra por sanitario, quedando de la forma siguiente:

Sanitarios femeninos: 12 wc + 12 lavabos

Sanitarios masculinos: 12 wc + 12 lavabos

La distribución final para cada uno de los 2 sanitarios de femeninos resulta así:

Planta baja: 6 wc + 6 lavabos

Planta alta: 6 wc + 6 lavabos

En la figura 8.8 se muestra el arreglo de los sanitarios femeninos.



Figura 8.8 Planta arquitectónica para Sanitarios Femeninos.

En cuanto a la distribución de sanitarios masculinos, para el diseño se elige y de acuerdo al reglamento sustituir wc por mingitorios en proporción uno a uno (el reglamento nos indica una relación de 1 mingitorio por 3 wc) quedando de la siguiente forma:

Planta baja: 3 wc + 3 mingitorios + 6 lavabos

Planta alta: 3 wc + 3 mingitorios + 6 lavabos

En la figura 8.9 se presenta el arreglo de los sanitarios masculinos.

Se consideran también un vertedero (uno en cada sanitario, en total 4 vertederos) para cuestiones de aseo general.

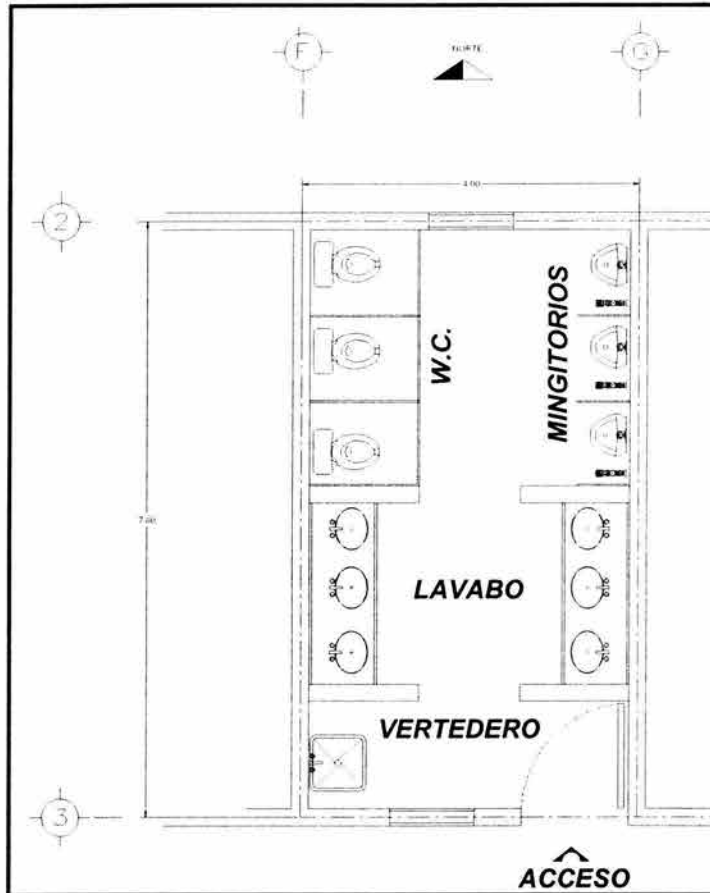


Figura 8.9 Planta arquitectónica para Sanitarios Masculinos.

Cálculo de la red de colección para sanitarios femeninos (valido para ambas plantas).

Se analiza primero el ramal 1, que consta de varios muebles con características propias y diferentes, para facilitar el cálculo se hace una tabla.

Descripción	Cantidad	Unidades Descarga por mueble	Unidades descarga parciales	Diámetro de conexión del mueble (pulg.)
Vertedero	1	6	6	2
Lavabo	3	3	9	1 ½
WC	3	6	18	3
Unidades descarga totales			33	

Con los datos anteriores y considerando una pendiente del 2% para el ramal 1 y con ayuda de la tabla 3.3, se observa que el diámetro que satisface las condiciones de 33 UD @ 2% es una tubería con un diámetro de 4 pulgadas.

Se analiza ahora el ramal 2.

Descripción	Cantidad	Unidades Descarga por mueble	Unidades descarga parciales	Diámetro de conexión del mueble (pulg.)
Lavabo	3	3	9	1 ½
WC	3	6	18	3
Unidades descarga totales			27	

Con los datos anteriores y considerando una pendiente del 2% para el ramal 2 y con asistencia de la tabla 3.3, se observa que el diámetro que satisface las condiciones de 27 UD @ 2% es una tubería con un diámetro de 3 pulgadas.

Se resumen los resultados en la siguiente tabla. Véase figura 8.10.

Ramal	Diámetro de la conducción (pulg.)
Uno	4
Dos	3

Ambos ramales se conectaran al bajante de aguas residuales para sanitarios femeninos (BAR), que se calcula de la forma siguiente.

Para la planta alta

Descripción	Cantidad	Unidades descarga por mueble	Unidades descarga parciales
Vertedero	1	6	6
Lavabo	6	3	18
WC	6	6	36
Unidades descarga totales		60	

De acuerdo a la tabla 3.4, y como se ve en la tercera columna (máximo 3 niveles), la tubería vertical que satisface los requerimientos tiene un diámetro de 4 pulgadas.

Ahora se corrobora calculando el diámetro para la planta baja

Descripción	Cantidad	Unidades descarga por mueble	Unidades descarga parciales
Vertedero	2	6	12
Lavabo	12	3	36
WC	12	6	72
Unidades descarga totales		120	

Por lo que se observa en la tabla 3.4, y refiriéndose a la tercera columna (máximo 3 niveles), la tubería vertical que satisface los requisitos tiene un diámetro de 4 pulgadas.

Por lo tanto el diámetro del bajante de aguas residuales para los sanitarios femeninos es de 4 pulgadas, mismo que se conectara al subcolector 1, que a su vez se conectara con el colector principal. Véase la figura 8.10.

Cálculo del subcolector 1. que sirve a los sanitarios de damas.

Descripción	Cantidad	Unidades descarga por mueble	Unidades descarga parciales
Vertedero	2	6	12
Lavabo	12	3	36
WC	12	6	72
Unidades descarga totales		120	

Con los datos anteriores y considerando una pendiente del 2% para el subcolector 1 y con asistencia de la tabla 3.5, se observa que el diámetro que satisface las condiciones de 120 UD @ 2% es una tubería con un diámetro de 4 pulgadas.

Descripción para Sanitarios Femeninos	Diámetro de la tubería o conducción (pulgadas)
Bajante de aguas residuales (BAR)	4
Subcolector 1 de aguas residuales	4

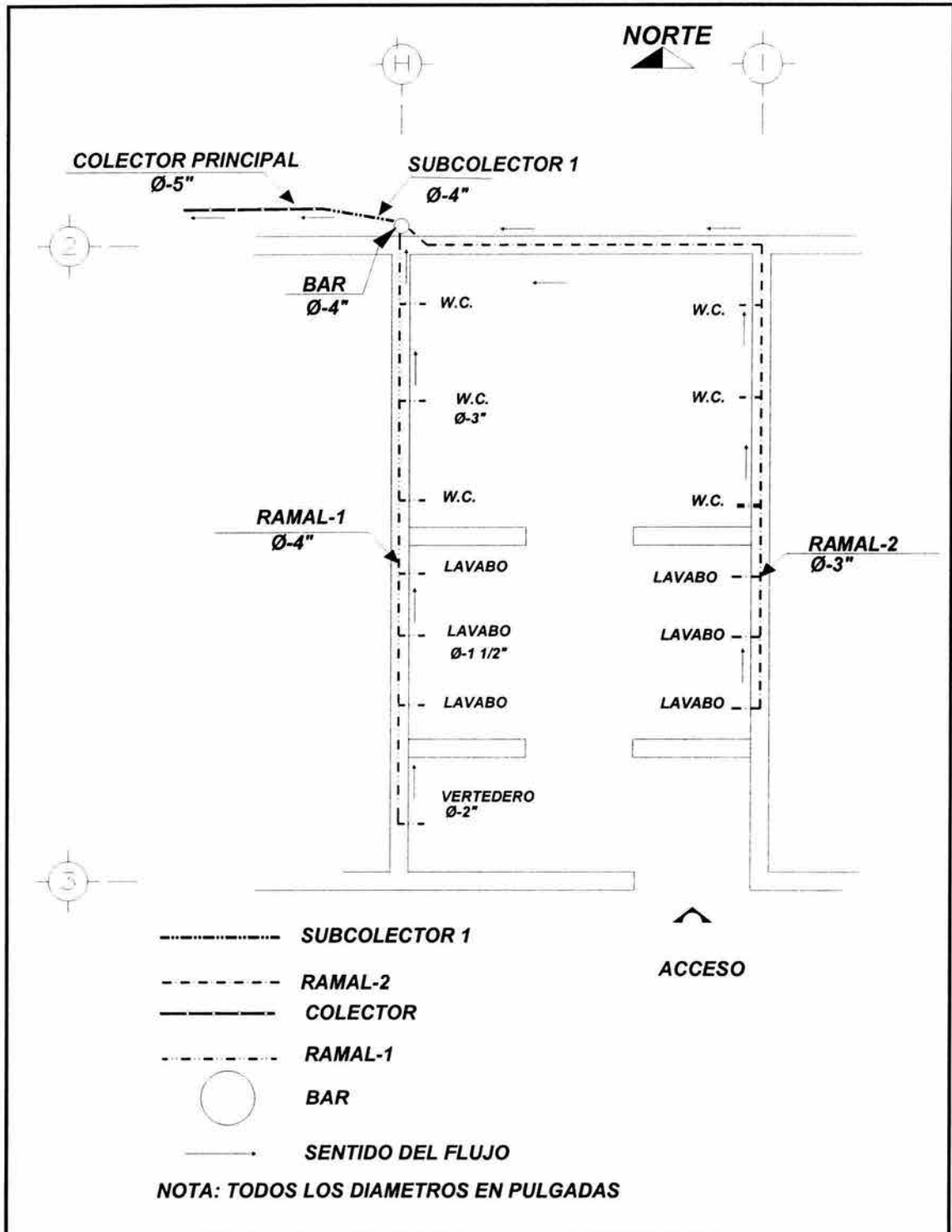


Figura 8.10 Red de colección de aguas residuales para Sanitarios Femeninos. Cálculo de la red de colección para sanitarios masculinos (valido para ambas plantas).

Se analiza primero el ramal A, que consta de varios muebles con características propias y diferentes, para facilitar el cálculo se hace una tabla.

Descripción	Cantidad	Unidades Descarga por mueble	Unidades descarga parciales	Diámetro de conexión del mueble (pulg.)
Vertedero	1	6	6	2
Lavabo	3	3	9	1 ½
WC	3	6	18	3
Unidades descarga totales			33	

Con los datos anteriores y considerando una pendiente del 2% para el ramal A y con auxilio de la tabla 3.3, se observa que el diámetro que cumple las condiciones de 33 UD @ 2% es una tubería con un diámetro de 4 pulgadas.

Se analiza ahora el ramal B.

Descripción	Cantidad	Unidades Descarga por mueble	Unidades descarga parciales	Diámetro de conexión del mueble (pulg.)
Lavabo	3	3	9	1 ½
Mingitorio	3	4	12	2
Unidades descarga totales			21	

Con los datos anteriores y considerando una pendiente del 2% para el ramal B y con asistencia de la tabla 3.3, se observa que el diámetro que satisface las condiciones de 21 UD @ 2% es una tubería con un diámetro de 2 pulgadas.

Se resumen los resultados en la siguiente tabla. Véase la figura 8.11.

Ramal	Diámetro de la conducción (pulg.)
A	4
B	2

Ambos ramales se conectaran al bajante de aguas residuales para sanitarios masculinos (BAR), que se calcula de la forma siguiente.

Para la planta alta

Descripción	Cantidad	Unidades descarga por mueble	Unidades descarga parciales
Vertedero	1	6	6
Lavabo	6	3	18
WC	3	6	18
Mingitorio	3	4	12
Unidades descarga totales		54	

De acuerdo a la tabla 3.4, y como se nota en la tercera columna (máximo 3 niveles), la tubería vertical que satisface los requerimientos posee un diámetro de 4 pulgadas.

Ahora se confirma calculando el diámetro para la planta baja

Descripción	Cantidad	Unidades descarga por mueble	Unidades descarga parciales
Vertedero	2	6	12
Lavabo	12	3	36
WC	6	6	36
Mingitorio	6	4	24
Unidades descarga totales		108	

Por lo que se advierte en la tabla 3.4, y refiriéndose a la tercera columna (máximo 3 niveles), la tubería vertical que satisface los requisitos tiene un diámetro de 4 pulgadas.

Por lo tanto el diámetro del bajante de aguas residuales para los sanitarios masculinos es de 4 pulgadas, mismo que se conectara al subcolector 2, que a su vez se conectara con el colector principal.

Cálculo del subcolector 2, que sirve a los sanitarios de caballeros.

Descripción	Cantidad	Unidades descarga por mueble	Unidades descarga parciales
Vertedero	2	6	12
Lavabo	12	3	36
WC	6	6	36
Mingitorio	6	4	24
Unidades descarga totales		108	

Con los datos anteriores y considerando una pendiente del 2% para el subcolector 2 y con asistencia de la tabla 3.5, se observa que el diámetro que satisface las condiciones de 120 UD @ 2% es una tubería con un diámetro de 4 pulgadas. Véase la figura 8.11

Descripción para Sanitarios Masculinos	Diámetro de la tubería o conducción (pulgadas)
Bajante de aguas residuales (BAR)	4
Subcolector 2 de aguas residuales	4

Cálculo del colector principal que se conecta a la red de alcantarillado municipal.

Para un manejo eficiente de la información se hace uso de una tabla.

Descripción	Cantidad	Unidades descarga por mueble	Unidades descarga parciales
Vertedero	4	6	24
Lavabo	24	3	72
WC	18	6	108
Mingitorio	6	4	24
Unidades descarga totales		228	

Con los datos anteriores y considerando una pendiente del 2% para el colector principal y con asistencia de la tabla 3.5, se observa que el diámetro que satisface las condiciones de 228 UD @ 2% es una tubería con un diámetro de 5 pulgadas. Véase la figura 8.11.

Descripción para Sanitarios en general	Diámetro de la tubería o conducción (pulgadas)
Colector principal	5

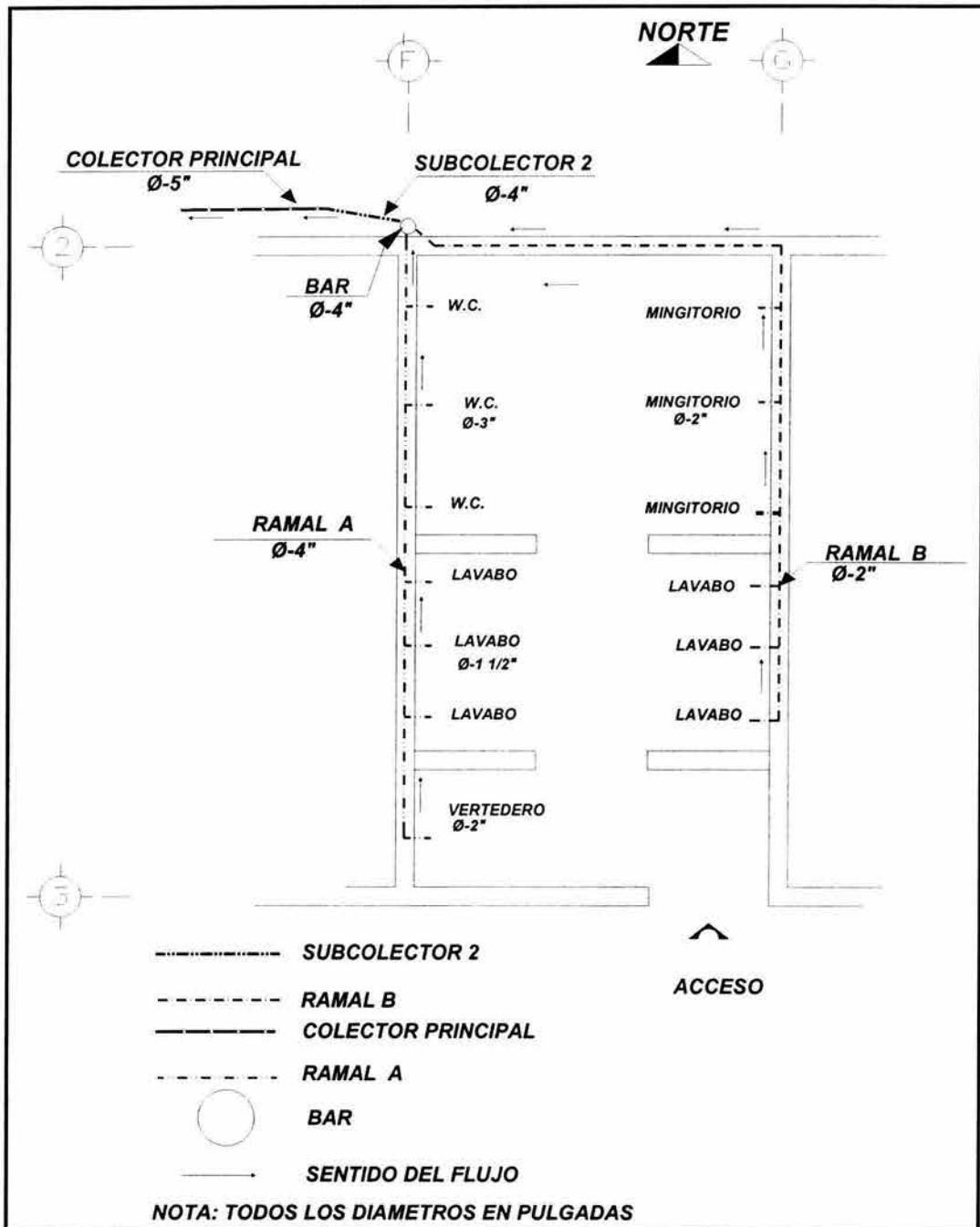


Figura 8.11 Red de colección de aguas residuales para Sanitarios Masculinos.

Cálculo de la Ventilación.

Para los sanitarios de damas.

Para el BAR se tiene un diámetro de 4 pulgadas con un total de 120 UD y como la altura de entrepiso es de 3.00 metros, de la tabla 3.7 se observa que para las condiciones de $\Phi=4"$ @ UD =120; el diámetro de la ventilación que las satisface es de 2".

Para el Ramal 1 se tiene un diámetro de 4 pulgadas con un total de 33 UD, de la tabla 3.8 se observa que para las condiciones de $\Phi=4"$ @ UD =33; el diámetro de la ventilación que las satisface es de 2 ½".

Para el Ramal 2 se tiene un diámetro de 3 pulgadas con un total de 27 UD, de la tabla 3.8 se observa que para las condiciones de $\Phi=3"$ @ UD =27; el diámetro de la ventilación que las satisface es de 2 ½".

Las soluciones para cada ramal son validas para cada planta de los sanitarios. Se resumen los datos obtenidos en la tabla mostrada. Véase la figura 8.12.

Descripción para Sanitarios de Damas	Diámetro de la tubería de ventilación (pulgadas)
Bajante de aguas residuales (BAR)	2
Ramal 1	2 ½
Ramal 2	2 ½

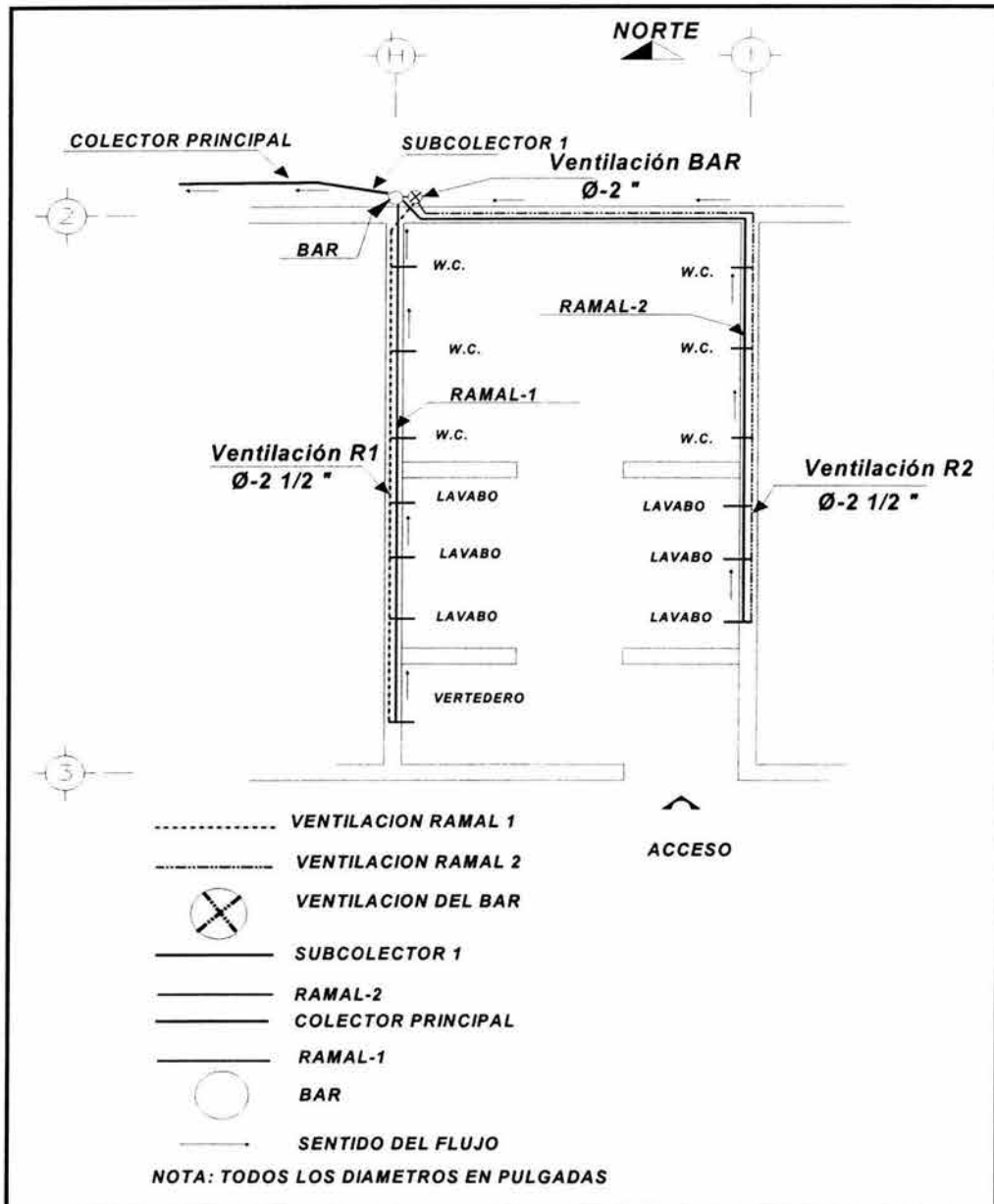


Figura 8.12 Red de ventilación de aguas residuales para Sanitarios Femeninos.

Para los sanitarios de caballeros.

Para el BAR se tiene un diámetro de 4 pulgadas con un total de 108 UD y como la altura de entpiso es de 3.00 metros, de la tabla 3.7 se observa que para las condiciones de $\Phi=4'' @ UD = 108$; el diámetro de la ventilación que las satisface es de 2".

Para el Ramal A se tiene un diámetro de 4 pulgadas con un total de 33 UD, de la tabla 3.8 se observa que para las condiciones de $\Phi=4"$ @ UD =33; el diámetro de la ventilación que las satisface es de 2 ½".

Para el Ramal B se tiene un diámetro de 2 pulgadas con un total de 21 UD, de la tabla 3.8 se observa que para las condiciones de $\Phi=2"$ @ UD =21; el diámetro de la ventilación que las satisface es de 2".

Las soluciones para cada ramal son validas para cada planta de los sanitarios. Se resumen los datos obtenidos en la tabla mostrada. Véase la figura 8.13 .

Descripción para Sanitarios de Caballeros	Diámetro de la tubería de ventilación (pulgadas)
Bajante de aguas residuales (BAR)	2
Ramal A	2 ½
Ramal B	2

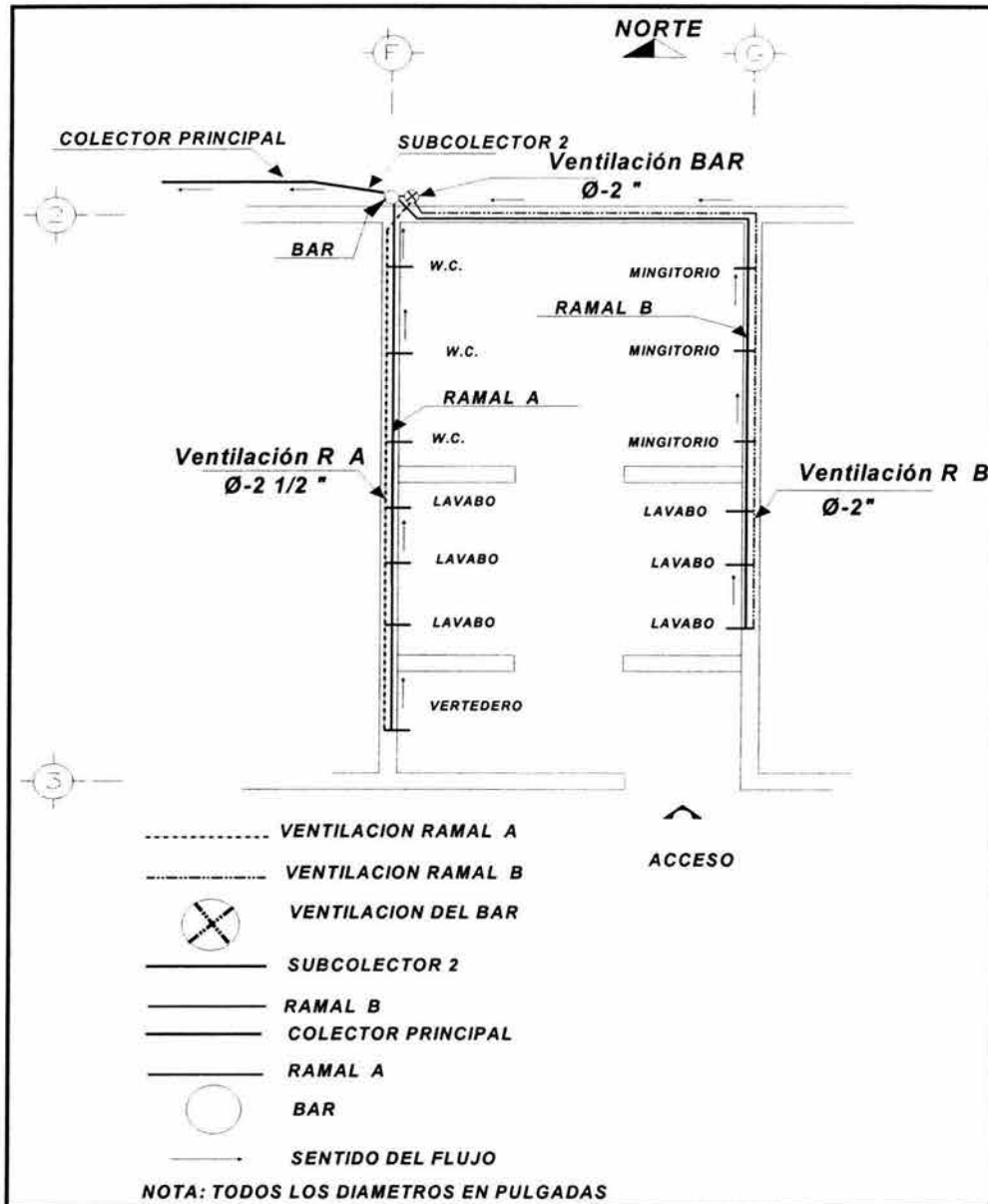


Figura 8.13 Red de ventilación de aguas residuales para Sanitarios Masculinos.

EJEMPLO 3.

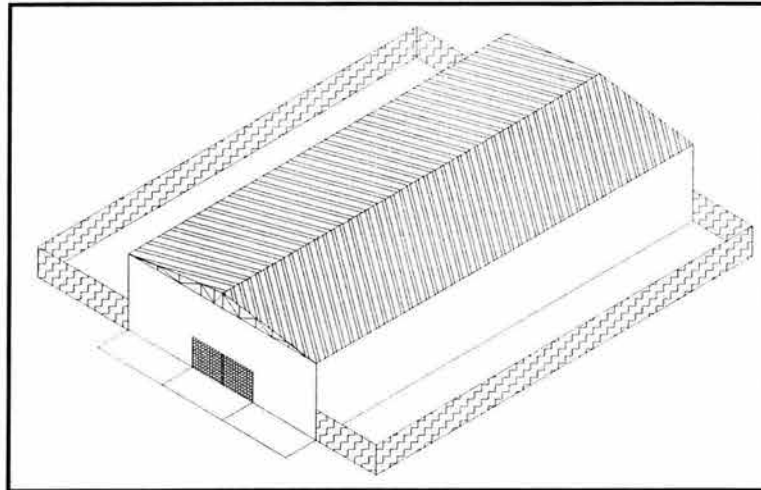


Figura 8.14 Vista de la nave industrial de X-factor Inc.

Se dimensionara la instalación de colección de aguas pluviales de la edificación mostrada en la figura 8.14, y cuyas vistas en perfil y en planta se muestra en la figura 8.15 y 8.16 respectivamente, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tipo de edificación: industrial
- Nave industrial de X-Factor Inc. División Armada, ubicada en Tlalnepantla de Bazan, Estado de México.
- Consta de nave industrial, patio de materias primas, patio de productos y acceso, todos los pisos son de concreto reforzado.
- Intensidad de lluvia para diseño: 125 mm/hr
- Tipo de drenaje pluvial: convencional

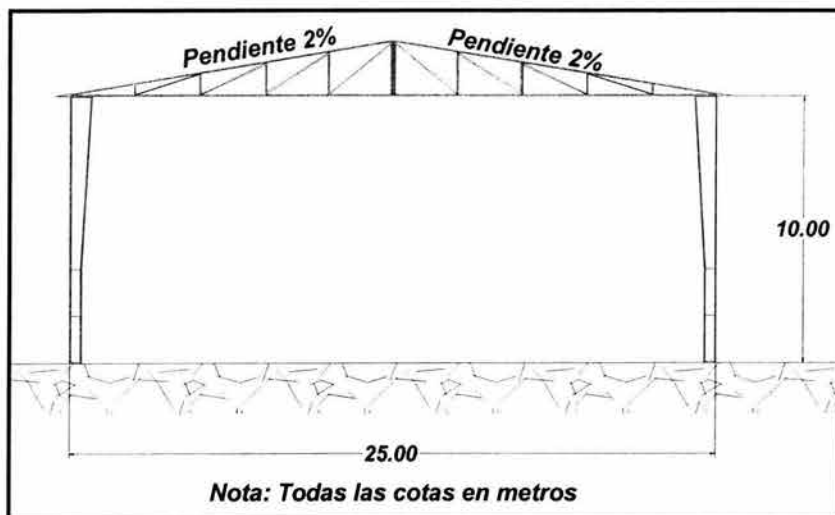


Figura 8.15 Vista en perfil de la nave industrial de X-factor Inc.

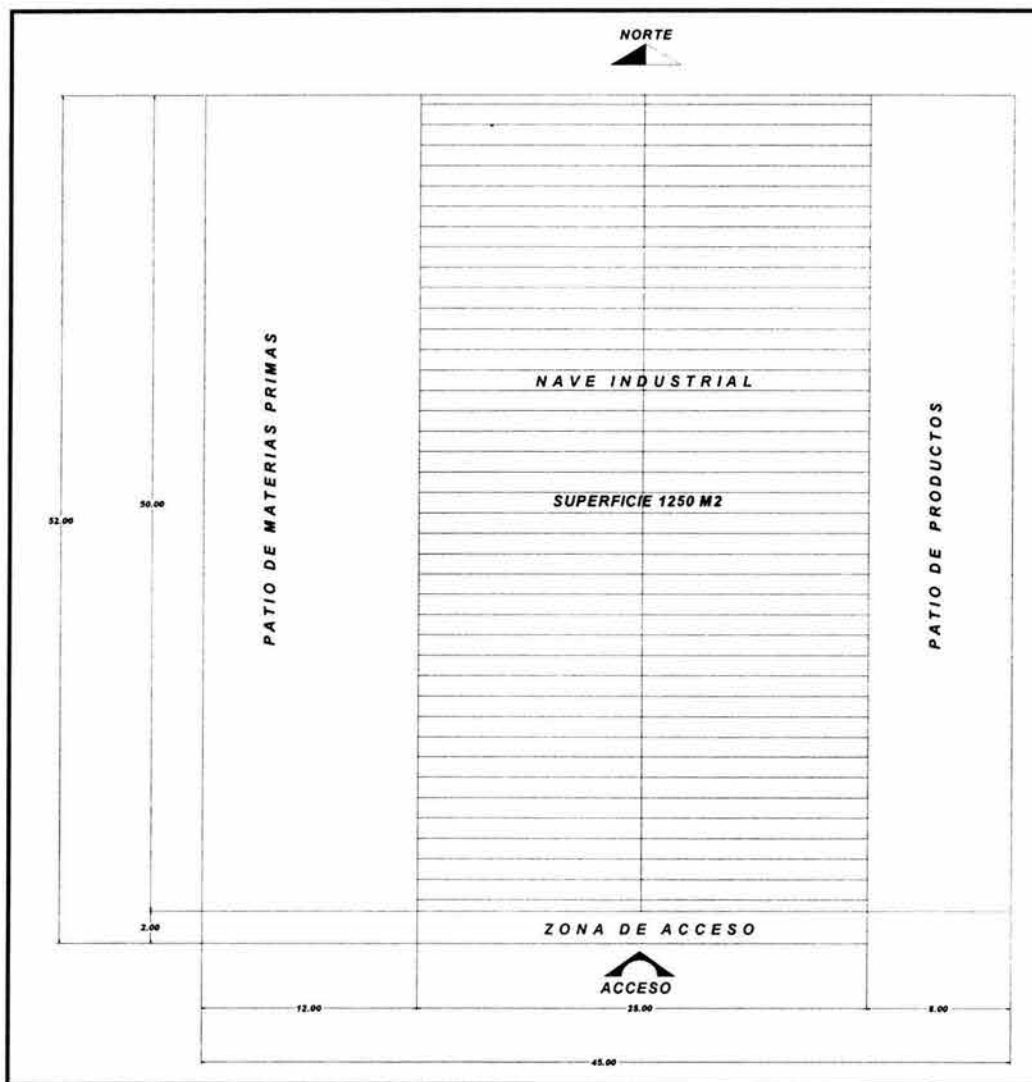


Figura 8.16 Vista en planta de la nave industrial de X-factor Inc.

SOLUCION

La nave tiene las siguientes características:

- Ancho: 25.00 metros
- Largo: 50.00 metros
- Altura libre: 10.00 m
- Superficie: 1250.00 m².
- Cubierta con lamina galvanizada acanalada a dos aguas con pendiente del 2%.
- Techumbre soportada por estructura metálica, con muros de tabique con junta de mortero.

Para el cálculo se analiza una de las “aguas” de la techumbre por ser simétricas y de iguales condiciones, por lo que para un lado se tiene una sección de 12.50 metros de ancho por 50.00 metros de largo, que resulta en una Superficie de colección (S_c) = 625.00 m².

Al tener pendiente y no deseando que el agua que incide sobre la techumbre caiga directamente sobre los pisos de las zonas cercanas, se recurre a un canalón que correrá a todo largo de la nave, la sección del canalón puede ser rectangular o de media caña, siempre y cuando sea una sección equivalente al diámetro calculado.

El canalón tiene una pendiente del 1% y además, tendrá colocadas cuatro puntos de colección (coladeras conectadas a bajantes de aguas pluviales) repartidas uniformemente.

Como se optó por colocar cuatro coladeras distribuidas a todo lo largo del canalón en forma equivalente, dado que la longitud es de 50.00 m se divide en cuatro secciones iguales: $50.00 \text{ m} / 4 = 12.50 \text{ m}$. Por lo que se tiene un área de colección de 12.50 m por 12.50 m que resulta en una Superficie de colección (S_c) = 156.25 m². Véase la figura 8.17.

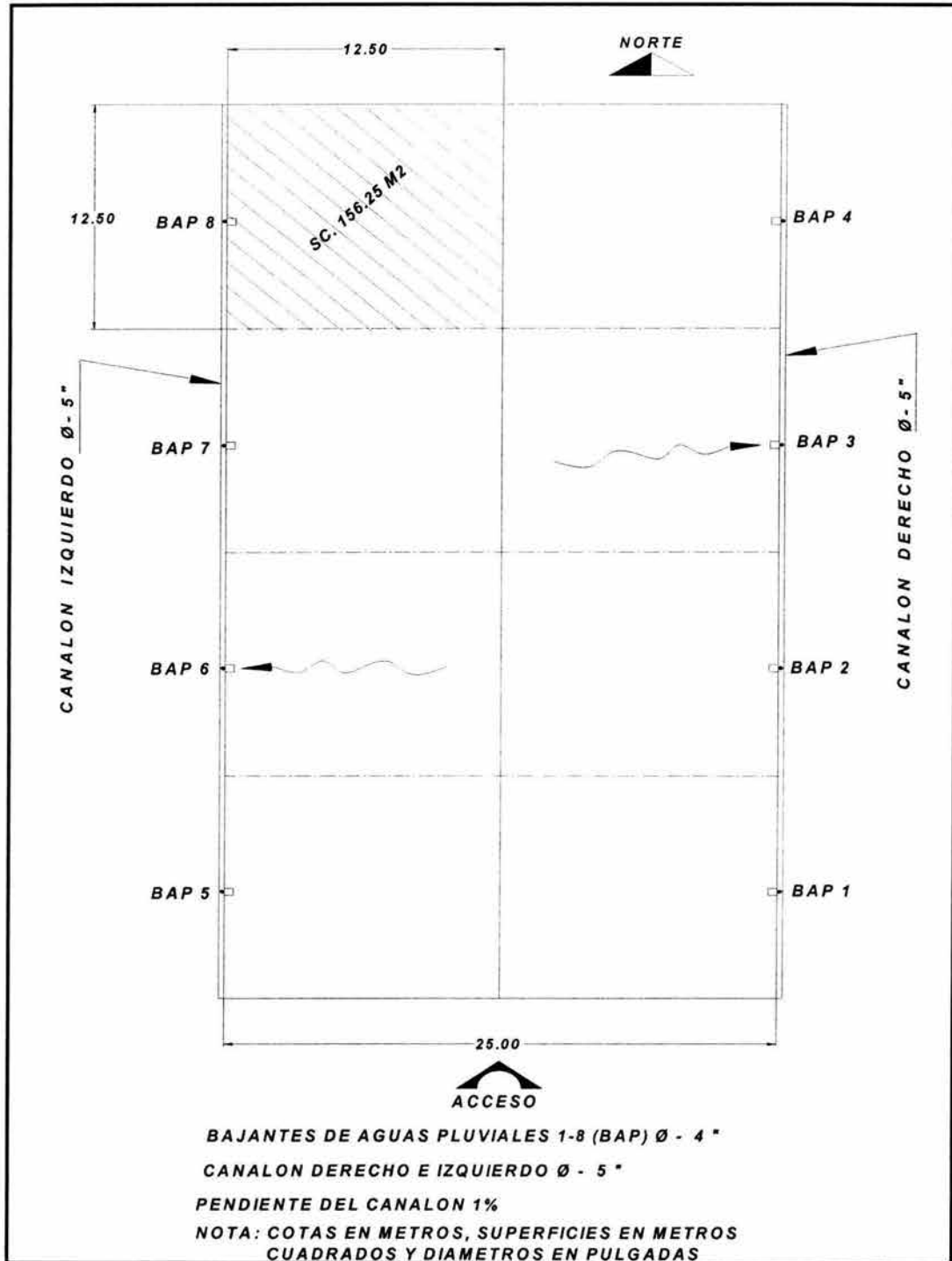


Figura 8.17 Red de colección de aguas pluviales de la nave industrial de X-factor Inc.

Cálculo de la conducción horizontal de la nave (canalón)

$S_c : 156.25 \text{ m}^2$

Intensidad de precipitación: 125 mm/hr

Pendiente del canalón: 1 %

Con los datos anteriores se recurre a la tabla 4.2 y se obtiene que la conducción horizontal que satisface estas condiciones es una con un diámetro de 5 pulgadas.

Se resume en la siguiente tabla la información obtenida. Véase la figura 8.18 .

Descripción	Diámetro de la tubería o sección equivalente (pulgadas)	Se conecta con
canalón Derecho de la nave	5	BAP 1-4
canalón Izquierdo de la nave	5	BAP 5-8

Cálculo de las bajantes de aguas pluviales colectadas y conducidas por el canalón.

Como se tienen cuatro coladeras por lado y cada una tiene su respectiva bajante de aguas pluviales (BAP), se calcula un solo BAP que será la misma solución para todos.

Cálculo del BAP.

$S_c : 156.25 \text{ m}^2$

Intensidad de precipitación: 125 mm/hr

Con los datos anteriores se recurre a la tabla 4.1 y se obtiene que la conducción vertical que satisface estas condiciones es una con un diámetro de 3 pulgadas, pero al ir descubierta la tubería se recomienda que sea de un diámetro inmediato superior, esto es, de 4 pulgadas.

Descripción de Bajante de aguas pluviales		Diámetro de la tubería o conducción (pulgadas)	Se conecta con
Lado Derecho	BAP 1	4	Subcolector Derecho
	BAP 2	4	
	BAP 3	4	
	BAP 4	4	
Lado Izquierdo	BAP 5	4	Subcolector Izquierdo
	BAP 6	4	
	BAP 7	4	
	BAP 8	4	

Ahora los cuatro BAP de cada lado se conectan a un subcolector, en este caso denominado subcolector derecho e izquierdo respectivamente y la solución será la misma para ambos casos; en el cálculo se toma toda la superficie de colección de un lado de la techumbre. Véase la figura 8.18 .

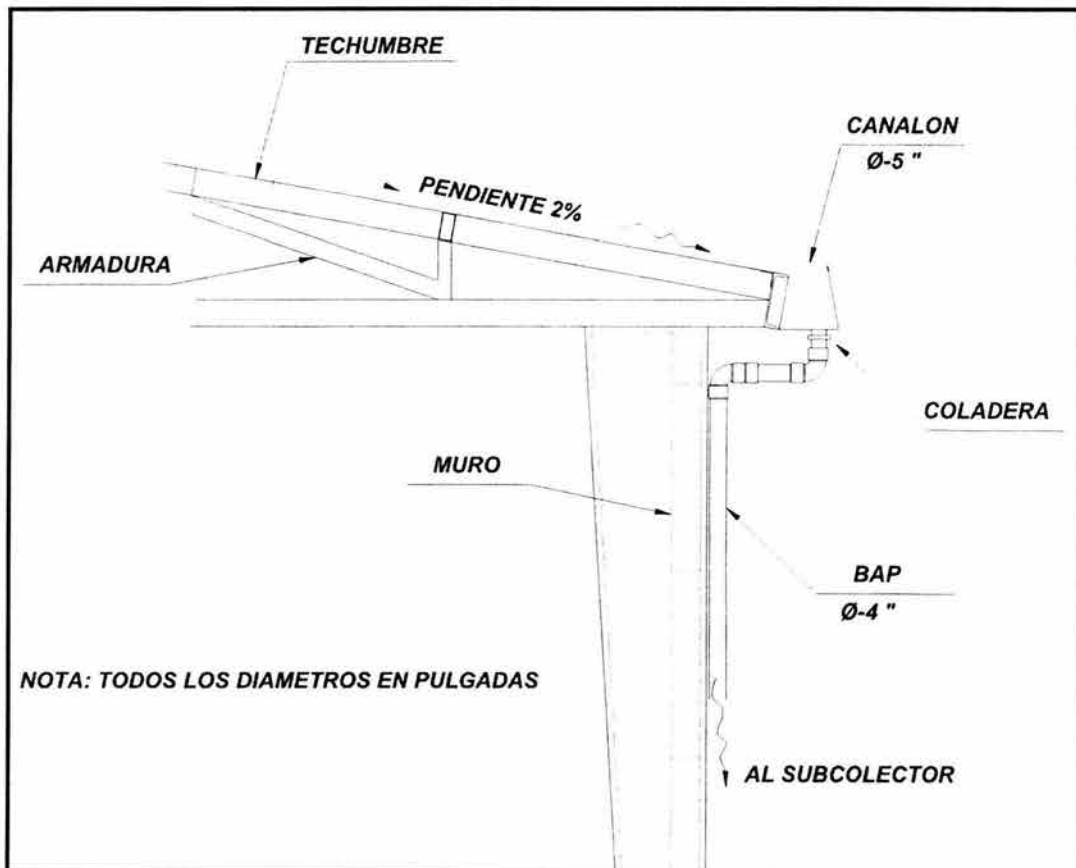


Figura 8.18 Detalle del canalón y de las bajantes de aguas pluviales de la nave industrial.

Cálculo de los subcolectores derecho e izquierdo de la nave

Cálculo del subcolector derecho de la nave

$S_c : 625.00 \text{ m}^2$

Intensidad de precipitación: 125 mm/hr

Pendiente del subcolector: 1 %

Con los datos anteriores se recurre a la tabla 4.2 y se obtiene que la conducción horizontal que satisface estas condiciones es una con un diámetro de 8 pulgadas. Este subcolector derecho se conectara al colector principal B.

Se resumen los resultados obtenidos en una tabla. Véase la figura 8.19 .

Descripción	Diámetro de la tubería o conducción (pulgadas)	Se conecta con
Subcolector Derecho	8	Colector Principal B
Subcolector Izquierdo	8	Colector Principal A

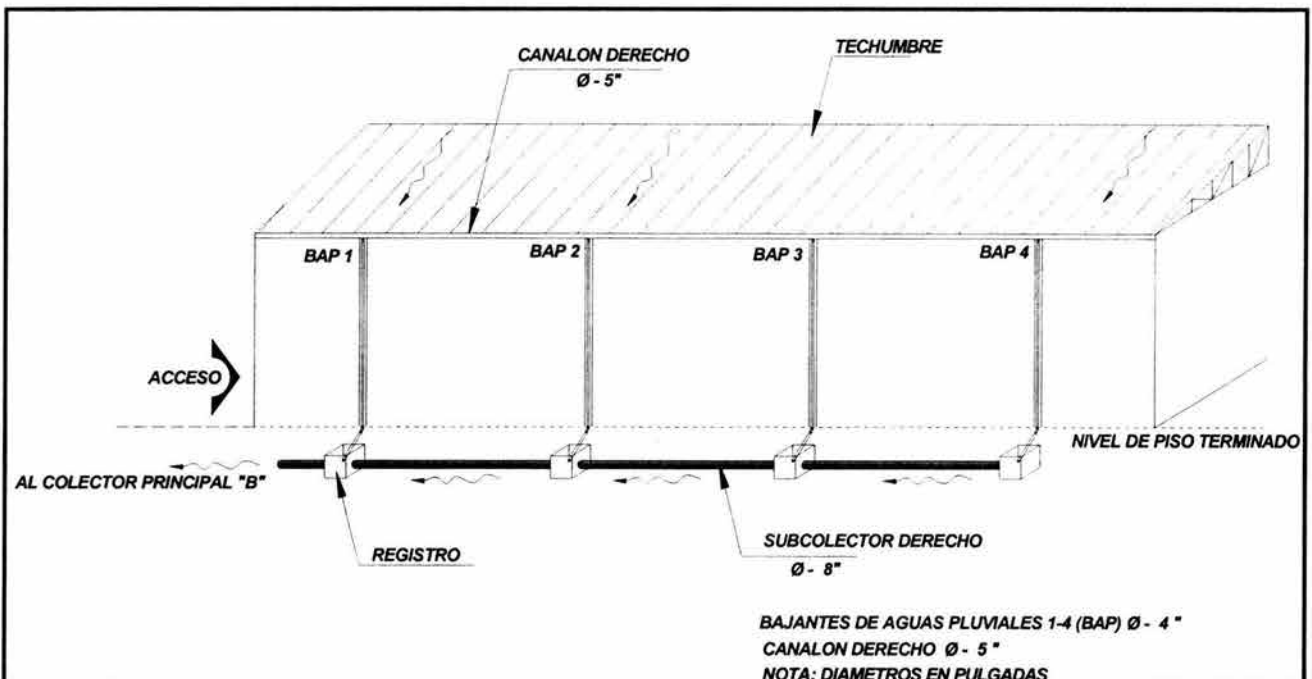


Figura 8.19 Elementos de la red de colección de aguas pluviales.

La colección de aguas pluviales para los patios y acceso se resolverá con coladeras tipo de sección rectangular, como las mostradas en la figura 8.20 .

Descripción de coladera tipo.

- Coladera de sección rectangular de 0.25 m de ancho por 5.00 m de largo con una profundidad de 0.30 m de mampostería con acabado de cemento pulido con pendiente del 2% y con trampa de arena.
- Rejilla desmontable de solera soldada con separación de una pulgada entre barras.

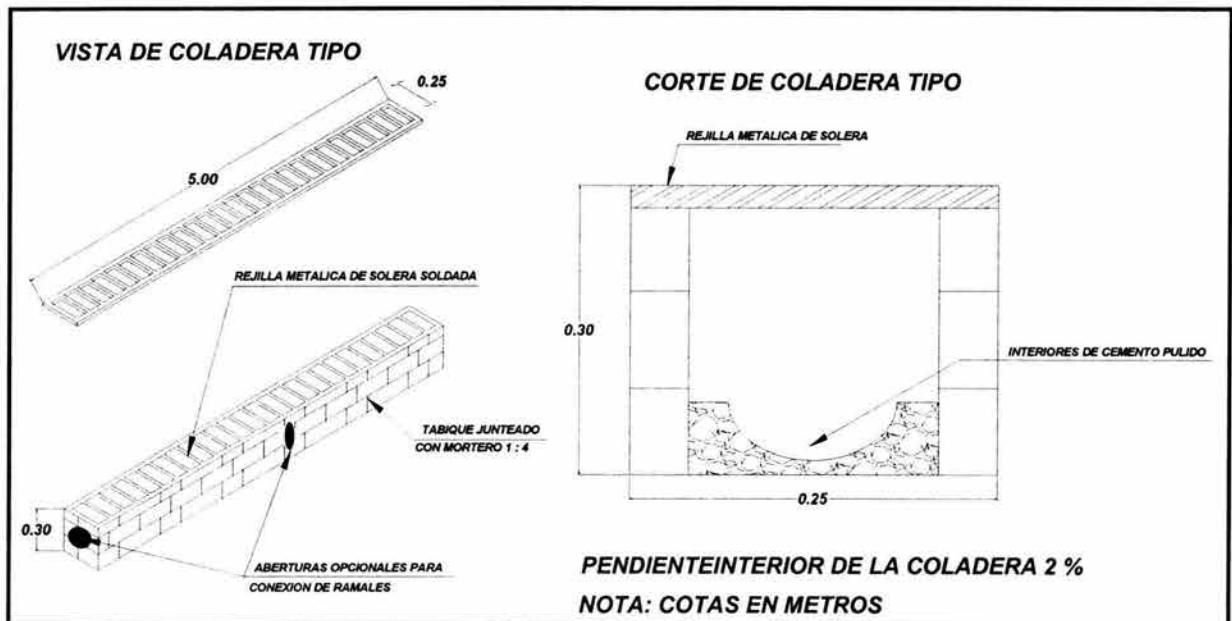


Figura 8.20 Coladera tipo para la colección de aguas pluviales.

Zona de Acceso

El patio de acceso tiene las siguientes características:

- Ancho: 2.00 metros
- Largo: 25.00 metros
- Superficie: 50.00 m².
- Tipo de superficie: piso de concreto reforzado y pulido, se elimina la infiltración.

Se opta por colocar tres coladeras tipo distribuidas a todo lo largo del acceso en forma equivalente, como la longitud es de 25.00 m se divide en tres secciones iguales: $25.00 \text{ m} / 3 = 8.30 \text{ m}$. Por lo que se tiene un área de colección de 8.30 m por 2.00 m que resulta en una Superficie de colección (S_c) = 16.6 m².

Como se tienen tres coladeras y cada una tiene su respectivo ramal se calcula uno que será la misma solución para todos.

Cálculo del ramal de la coladera de acceso.

$S_c : 16.62 \text{ m}^2$

Intensidad de precipitación: 125 mm/hr

Pendiente del ramal: 1 %

Con los datos anteriores se recurre a la tabla 4.2 y se obtiene que la conducción horizontal que satisface estas condiciones es una con un diámetro de 3 pulgadas.

Ahora estos tres ramales se conectan a un subcolector, en este caso denominado subcolector de la zona de acceso, en el cálculo se toma toda la superficie de colección.

Cálculo del subcolector de la zona de acceso

$S_c : 50.00 \text{ m}^2$

Intensidad de precipitación: 125 mm/hr

Pendiente del subcolector: 1 %

Con los datos anteriores se recurre a la tabla 4.2 y se obtiene que la conducción horizontal que satisface estas condiciones es una con un diámetro de 3 pulgadas. Este subcolector se conectara al colector principal B.

Se resumen los resultados obtenidos en una tabla. Véase la figura 8.21 .

Descripción para Zona de Acceso	Diámetro de la tubería o conducción (pulgadas)	Se conecta con
Ramal 1	3	Subcolector acceso
Ramal 2	3	Subcolector acceso
Ramal 3	3	Subcolector acceso
Subcolector acceso	3	Colector Principal B

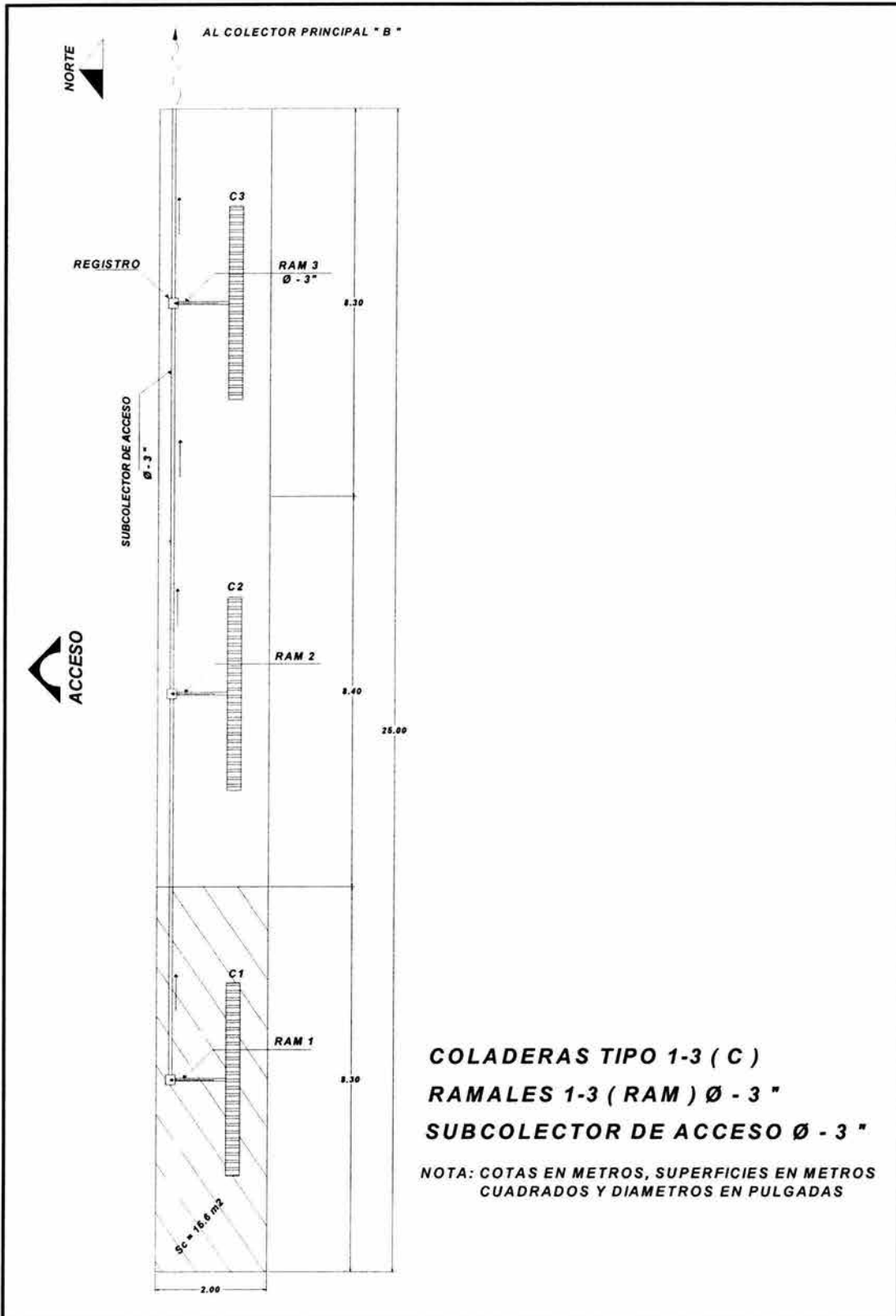


Figura 8.21 Red de colección de aguas pluviales de la Zona de Acceso de la nave industrial.

Zona de patio de materias primas

El patio de materias primas tiene las siguientes características:

- Ancho: 12.00 metros
- Largo: 50.00 metros
- Superficie: 600.00 m².
- Tipo de superficie: piso de concreto reforzado y pulido, se elimina la infiltración.

Se opta por colocar cinco coladeras tipo distribuidas a todo lo largo del acceso en forma equivalente, como la longitud es de 50.00 m se divide en cinco secciones iguales: 50.00 m / 5 = 10.00 m. Por lo que se tiene un área de colección de 10.00 m por 12.00 m que resulta en una Superficie de colección (S_c) = 120.00 m².

Como se tienen cinco coladeras y cada una tiene su respectivo ramal se calcula uno que será la misma solución para todos.

Cálculo del ramal de la coladera de patio de materias primas.

S_c : 120.00 m²

Intensidad de precipitación: 125 mm/hr

Pendiente del ramal: 1 %

Con los datos anteriores se recurre a la tabla 4.2 y se obtiene que la conducción horizontal que satisface estas condiciones es una con un diámetro de 4 pulgadas.

Ahora estos cinco ramales se conectan a un subcolector, en este caso denominado subcolector de la zona de materias primas, en el cálculo se toma toda la superficie de colección.

Cálculo del subcolector de la zona de materias primas

S_c : 600.00 m²

Intensidad de precipitación: 125 mm/hr

Pendiente del subcolector: 1 %

Con los datos anteriores se recurre a la tabla 4.2 y se obtiene que la conducción horizontal que satisface estas condiciones es una con un diámetro de 8 pulgadas. Este subcolector se conectara al colector principal A.

Se resumen los resultados obtenidos en una tabla. Véase la figura 8.22.

Descripción para Zona de Materias Primas	Diámetro de la tubería o conducción (pulgadas)	Se conecta con
Ramal 1	4	Subcolector materias primas
Ramal 2	4	Subcolector materias primas
Ramal 3	4	Subcolector materias primas
Ramal 4	4	Subcolector materias primas
Ramal 5	4	Subcolector materias primas
Subcolector materias primas	8	Colector Principal A

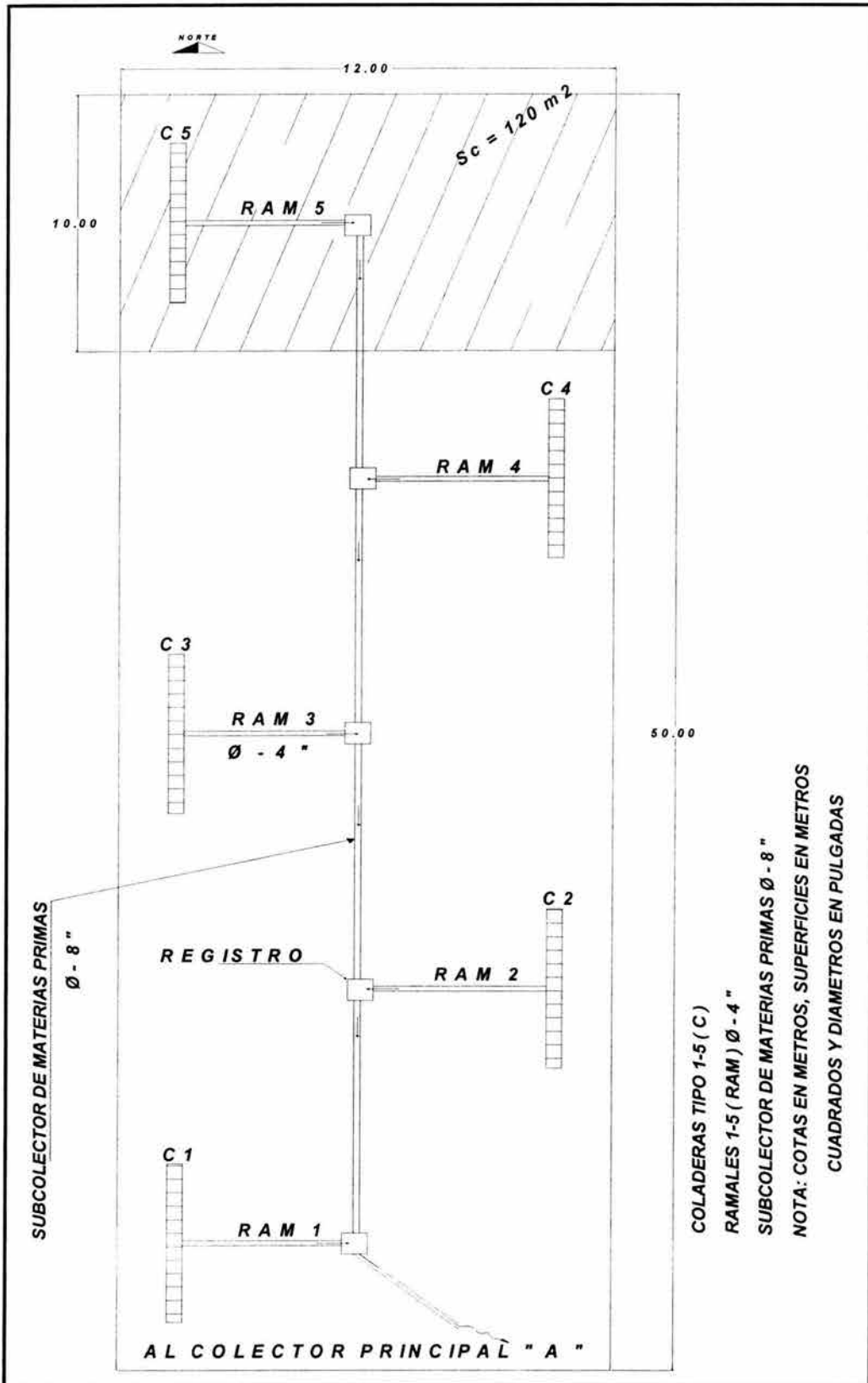


Figura 8.22 Red de colección de aguas pluviales de la Zona de Materias Primas de la nave industrial.

Zona de patio de productos

El patio de productos tiene las siguientes características:

- Ancho: 8.00 metros
- Largo: 50.00 metros
- Superficie: 400.00 m².
- Tipo de superficie: piso de concreto reforzado y pulido, se elimina la infiltración.

Se opta por colocar 4 coladeras tipo distribuidas a todo lo largo del acceso en forma equivalente, como la longitud es de 50.00 m se divide en cuatro secciones iguales: 50.00 m / 4 = 12.50 m. Por lo que se tiene un área de colección de 12.50 m por 8.00 m que resulta en una Superficie de colección (S_c) = 100.00 m².

Como se tienen cuatro coladeras y cada una tiene su respectivo ramal se calcula uno que será la misma solución para todos.

Cálculo del ramal de la coladera de patio de productos.

S_c : 100.00 m²

Intensidad de precipitación: 125 mm/hr

Pendiente del ramal: 1 %

Con los datos anteriores se recurre a la tabla 4.2 y se obtiene que la conducción horizontal que satisface estas condiciones es una con un diámetro de 4 pulgadas.

Ahora estos cuatro ramales se conectan a un subcolector, en este caso denominado subcolector de la zona de productos, en el cálculo se toma toda la superficie de colección.

Cálculo del subcolector de la zona de productos

S_c : 400.00 m²

Intensidad de precipitación: 125 mm/hr

Pendiente del subcolector: 1 %

Con los datos anteriores se recurre a la tabla 4.2 y se obtiene que la conducción horizontal que satisface estas condiciones es una con un diámetro de 8 pulgadas. Este subcolector se conectara al colector principal B.

Se resumen los resultados obtenidos en una tabla. Véase la figura 8.23 .

Descripción para Zona de Productos	Diámetro de la tubería o conducción (pulgadas)	Se conecta con
Ramal 1	4	Subcolector productos
Ramal 2	4	Subcolector productos
Ramal 3	4	Subcolector productos
Ramal 4	4	Subcolector productos
Subcolector productos	8	Colector Principal B

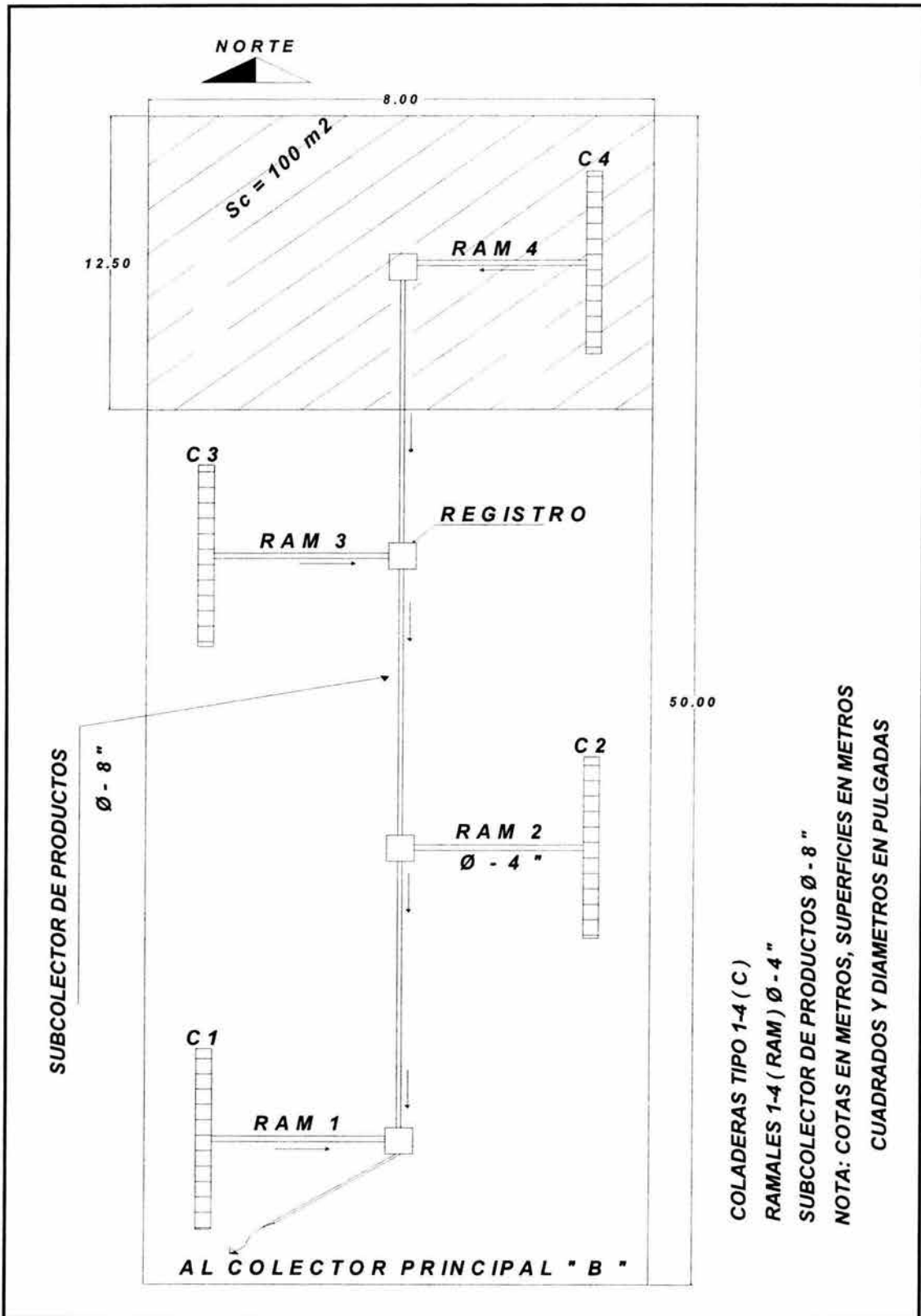


Figura 8.23 Red de colección de aguas pluviales de la Zona de Productos de la nave industrial.

Cálculo de los colectores principales

Dada la magnitud de las áreas a las que se dará servicio y de las distancias existentes se opto por tener dos colectores principales, el A y el B respectivamente, cada uno de ellos tiene su conexión a la red de alcantarillado municipal de aguas pluviales, cada uno atiende a algunos subcolectores que se detallan en la siguiente tabla.

Colector	Subcolector atendido	Diámetro del subcolector (pulgadas)	Superficie de colección (S_c) m^2	Superficie de colección total por colector m^2
A	Subcolector de materias primas	8	600.00	1225.00
	Subcolector izquierdo de la nave	8	625.00	
B	Subcolector de productos	8	400.00	1075.00
	Subcolector derecho de la nave	8	625.00	
	Subcolector de acceso	3	50.00	

Cálculo del colector A.

S_c : 1225.00 m^2

Intensidad de precipitación: 125 mm/hr

Pendiente del colector: 1 %

Con los datos anteriores se recurre a la tabla 3.6 y se obtiene que la conducción horizontal que satisface estas condiciones es una con un diámetro de 10 pulgadas.

Cálculo del colector B.

S_c : 1075.00 m^2

Intensidad de precipitación: 125 mm/hr

Pendiente del colector: 1 %

Con los datos anteriores se recurre a la tabla 3.6 y se obtiene que la conducción horizontal que satisface estas condiciones es una con un diámetro de 10 pulgadas.

Se resumen los resultados obtenidos en una tabla. Véase la figura 8.24 .

Descripción	Diámetro de la tubería o conducción (pulgadas)	Se conecta con
Colector A	10	Alcantarillado municipal
Colector B	10	Alcantarillado municipal

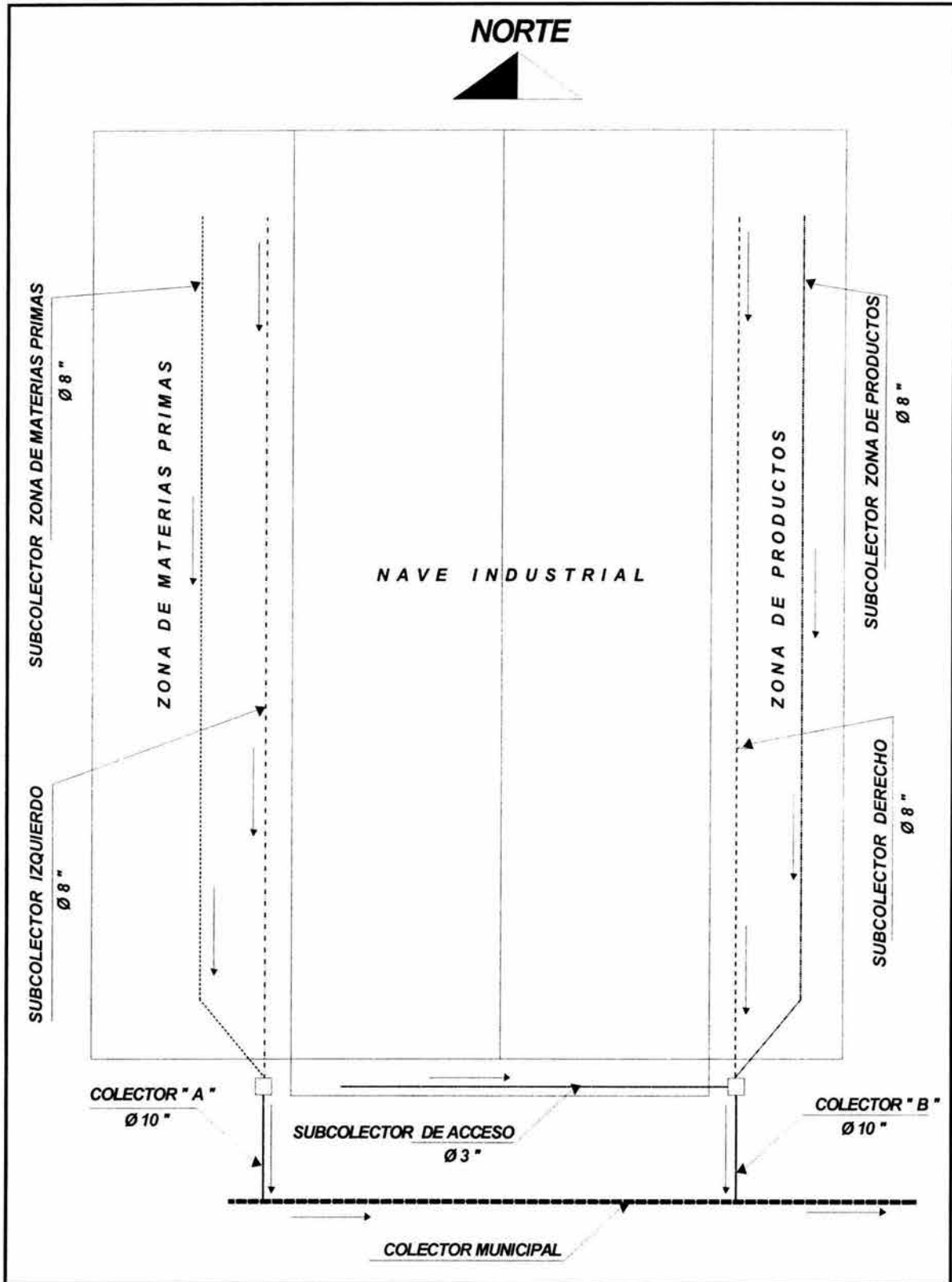


Figura 8.24 Red general de colectores de aguas pluviales de la nave industrial.

CONCLUSIONES.

A través de los diversos temas que se han tratado en este texto, se puede apreciar la importancia del diseño correcto de las instalaciones sanitarias en una edificación y se observa que se deben de cuidar varios aspectos para que estas funcionen de manera optima.

Se dio una visión general de los aspectos que conforman a cada uno de los sistemas de recolección y ventilación, y del valor que tienen en la prevención de enfermedades y aseguramiento del confort para la creación de un hábitat digno; de la observancia y seguimiento de los diversos reglamentos, normas y especificaciones para el diseño, construcción y mantenimiento.

Se proporcionaron las maneras de calcular de forma sencilla y eficiente los diversos componentes de cada sistema, tales como diámetros de las conducciones de aguas residuales y pluviales, así como las conducciones del sistema de ventilación que aseguran un funcionamiento de toda la instalación al proveer de aire a los conductos para que estos trabajen por gravedad y no se tengan problemas de subpresiones o sobrepresiones; así mismo se recordó lo vital que es dotar de pendientes adecuadas a cada tubería con el fin de evitar sedimentaciones o ruidos excesivos, todo ello ilustrado con ejemplos donde se observa el manejo y procedimiento de calculo.

Se trató un panorama de los diversos materiales para la construcción de las instalaciones sanitarias, como tuberías, accesorios, maquinaria y equipos que es posible utilizar en cada caso, mostrando sus cualidades y desventajas, y dejando a criterio del diseñador la elección del que mejor cumpla con la tarea que requiera.

En el tema de recomendaciones y sugerencias se debe dar importancia a las pruebas de las instalaciones una vez que han sido construidas tales como presión, hermeticidad, etcétera; para evaluar su desempeño y correcto funcionamiento; para en el caso de existir alguna deficiencia subsanarla antes de que los habitantes finales de la edificación hagan uso de ella.

En el caso de planos y especificaciones, es conveniente anotar que cada proyectista puede tener su propia nomenclatura, siempre cuando la siga a lo largo de todo el proyecto y esta sea entendible a los encargados de efectuar la instalación y de quienes supervisen la misma, y en ciertos casos apegarse a las existentes.

Una parte importante es la disposición final de las aguas recolectadas en la instalación sanitaria, ya que esta a cargo de la red de alcantarillado municipal, que es la encargada de conducirla a plantas de tratamiento y de ahí incorporarla nuevamente al ciclo hidrológico o darle un reuso en otras actividades que contribuyan al conservamiento del ambiente y de los recursos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

EL ABC DE LAS INSTALACIONES DE GAS, HIDRÁULICAS Y SANITARIAS.

Enríquez Harper
Editorial Limusa, México
1ª Edición, 2000.

MANUAL DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS, GAS, AIRE COMPRIMIDO Y VAPOR.

Ing. Sergio Zepeda C.
Editorial Limusa, México
2ª Edición 2001.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.

Editorial Porrúa, México
22ª Edición 2001.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICIOS, VOLUMEN 1, CONDICIONES NECESARIAS DE LA INSTALACIÓN PARA EL SUMINISTRO DE AGUA FRIA.

Ing. Enrique César Valdez.
Apuntes de la Facultad de Ingeniería, UNAM. México
1ª Edición 1997.

NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DRENAJE.

Gaceta Oficial del Distrito Federal, México
27 de febrero de 1995, Numero 300 tomo X.

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

Facultad de Ingeniería UNAM. México
Septiembre de 1998.

ALCANTARILLADO.

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

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996. SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA.

Diario Oficial de la Federación, México
24 de junio de 1996.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996. SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA.

Diario Oficial de la Federación, México
3 de junio de 1998.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997. SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA.

Diario Oficial de la Federación, México
21 de septiembre de 1998.

INSTALACIONES EN LOS EDIFICIOS.

Gay Charles M, Faucett Charles.

Editorial Gilli

1974.

APUNTES DE LA CATEDRA DE INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIÓN.

Ing. Enrique Barranco Vite.

Facultad de Ingeniería, UNAM. México.

2002.

APUNTES DE LA CATEDRA DE INSTALACIONES SANITARIAS.

Arq. Jorge Czajkowski.

Universidad de Buenos Aires, Argentina.

2002.

APUNTES DE LA CATEDRA DE INSTALACIONES SANITARIAS.

Arq. Ana Lilia Gómez.

Universidad de Buenos Aires, Argentina.

2002.

MANUAL DE AUTOCONSTRUCCIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA VIVIENDA.

Facultades de Ingeniería y Arquitectura, UNAM. México

1984.

INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS.

M.I. Jorge García Sosa

Facultad de Ingeniería, UADY – Fundación ICA , México.

Octubre de 2001.

DATOS PRACTICOS DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS.

Ing. Diego O. Becerril.

7ª Edición 1985.