



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

GUÍA PARA LAS INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICIOS

Luis Carlos Rodríguez Soza

Asesorado por el Ing. Joram Matías Gil Laroj

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

GUÍA PARA LAS INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICIOS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

LUIS CARLOS RODRÍGUEZ SOZA

ASESORADO POR EL ING. JORAM MATÍAS GIL LAROJ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

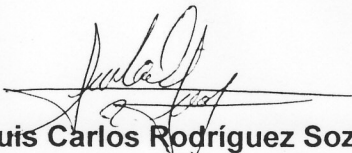
DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Lionel Alfonso Barillas Romillo
EXAMINADOR	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
EXAMINADOR	Ing. José Gabriel Montenegro Paiz
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

GUÍA PARA LAS INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICIOS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 26 de enero de 2005.



Luis Carlos Rodríguez Soza



Guatemala, 21 de septiembre de 2007

FACULTAD DE INGENIERIA


Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe
Departamento de Hidráulica
Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero

Por este medio manifiesto que he revisado el trabajo de graduación del estudiante universitario de la carrera de Ingeniería Civil, Luis Carlos Rodríguez Soza con carné 9615536 titulado: GUIA PARA LAS INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICIOS. Tema que fuera aprobado para desarrollarse por la Escuela de Ingeniería Civil el 26 de enero de 2005.

Después de haber hecho las respectivas correcciones a dicho trabajo doy mi aprobación y asumo toda responsabilidad de lo descrito en este documento por ser coautor del mismo. Por lo tanto solicito para que se le de los trámites respectivos para su aprobación por las autoridades de la Facultad de Ingeniería

Atentamente



MSc. Ing. Joram Matías Gil Laroj
Cátedra UNESCO del Agua
ERIS-USAC
Asesor



FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala, 01 de octubre de 2,007

Ing. Fernando A. Boiton
Director de Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero

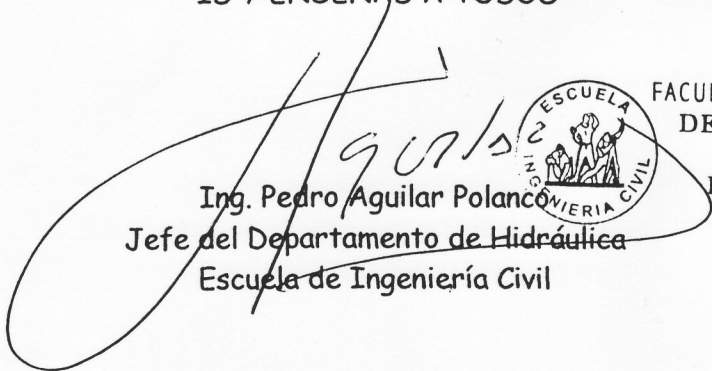
Atentamente y por este medio, envío a usted, el trabajo de graduación titulado:
"GUÍA PARA LAS INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICIOS". Este
trabajo lo desarrolló el estudiante LUIS CARLOS RODRÍGUEZ SOZA.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley del referido
trabajo y existiendo la APROBACIÓN DEL MISMO, por parte del asesor, Ing.
Joram Matías Gil Larroj, y habiéndose efectuado todas las observaciones técnicas,
el suscrito lo da POR APROBADO; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Pedro Aguilar Polanco
Jefe del Departamento de Hidráulica
Escuela de Ingeniería Civil



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

cc. Archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Joram Matías Gil Larroj y del Jefe del departamento de Hidráulica, Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco, al trabajo de graduación del estudiante Luis Carlos Rodríguez Soza, titulado GUIA PARA LAS INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICIOS, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez



Guatemala, octubre 2007.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **GUIA PARA LAS INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICIOS**, presentado por el estudiante universitario **Luis Carlos Rodríguez Soza**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, octubre de 2007

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS Y LA VIRGEN Entes supremos que rigen mi existencia y me han guiado a lo largo de toda mi vida, colmándome de bendiciones.

MIS PADRES Gildardo Tornoé Rodríguez de León y Zoila Bertha Soza de Rodríguez
Porque siempre han sido un ejemplo a seguir, convirtiéndose en la inspiración que necesité en los momentos difíciles de mi caminar. Sin su amor y apoyo fuera imposible alcanzar esta meta. Infinitas gracias.

MIS HERMANAS Cyntia Waleska y Gisela Zeleth.
Por ser una parte importantísima en mi vida, por compartir mis triunfos y alegrías y por brindarme una mano siempre que lo he necesitado. Gracias por su amor.

MI NOVIA Evelyn Xiomara Escobar Soto.
Por toda la ayuda, amor y comprensión que me has brindado y por estar siempre a mi lado. Eres parte de este triunfo. Con amor para tí.

MIS SOBRINOS

Andrea Paola y Roberto Alejandro.

Por contagiarme de su alegría y por recordarme con su existencia, cuáles son las cosas realmente importantes en la vida del ser humano.

MI ABUELA

Andrea Amelia viuda de Rodríguez

Para quien el triunfo personal siempre ha sido motivo de alegría y orgullo y por demostrarme con el ejemplo que en la vida no hay obstáculo infranqueable.

MIS AMIGOS

Agradecimiento especial a cada uno de ustedes por compartir momentos que llevaré grabados en mi memoria para siempre.

AGRADECIMIENTOS A:

LA UNIVERSIDAD

DE SAN CARLOS

Por albergarme estos años en sus aulas, para realizar el sueño de una vida.

A TODAS LAS

PERSONAS

Que de una u otra forma contribuyeron para la realización de este logro. Muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII

1. CONCEPTOS Y DEFINICIONES

1.1 Salud, salubridad, higiene y saneamiento	1
1.2 Enfermedades.....	2
1.2.1 Enfermedades infecciosas entéricas.....	3
1.2.2 Enfermedades transmitidas por artrópodos....	6
1.3 Servicios al usuario	6

2. FONTANERÍA Y PLOMERÍA

2.1 Tuberías de agua fría, caliente y drenajes	9
2.1.1 Tubería para instalaciones hidráulicas	9
2.1.1.1 Tubería de hierro galvanizado	9
2.1.1.2 Tubos de acero roscado	10
2.1.1.3 Tubería de P.V.C.	10
2.1.2 Tubería para instalaciones sanitarias	13
2.1.2.1 Tubería de hierro fundido	13
2.1.2.2 Tubería de P.V.C.	14
2.1.2.3 Tubería norma P.V.C. 3034	16
2.1.2.4 Tubería novaloc	16

2.1.2.5 Tubería novafort	17
2.2 Accesorios	17
2.3 Válvulas	21
2.3.1 Válvula de compuerta	21
2.3.2 Válvula de globo	21
2.3.3 Válvulas de sello	22
2.3.4 Válvula de esfera	22
2.3.5 Electroválvulas	22
2.3.6 Válvula de expulsión de aire.....	23
2.3.7 Válvula de ángulo	23

3. INSTALACIONES SANITARIAS

3.1 Aparatos sanitarios	25
3.1.1 Inodoro	25
3.1.2 Bidet	25
3.1.3 Tina	26
3.1.4 Ducha	26
3.1.5 Lavatorio	27
3.1.6 Lavaderos	27
3.1.7 Urinarios	28
3.1.8 Bebederos	28
3.1.9 Trampas	29
3.1.10 Accesorios complementarios	30
3.2 Número de unidades	32
3.3 Instalaciones de agua potable	40

3.3.1	Instalación de agua fría	40
3.3.2	Instalación de agua caliente	40
3.4	Instalaciones pluviales	41
3.5	Instalaciones de drenajes	42

4. DISEÑO HIDRÁULICO PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA

4.1	Dotación de agua en edificios	43
4.2	Cálculo de redes interiores	45
4.2.1	Informaciones preliminares	45
4.3	Método de Hunter	46
4.3.1	Servicio público	47
4.3.2	Servicio privado	47
4.4	Cálculo de tubería	53
4.4.1	Dimensionamiento de los sub-ramales	53
4.4.2	Dimensionamiento de los ramales de alimentación	54
4.4.3	Dimensionamiento de las tuberías de alimentación	57
4.4.3.1	Procedimiento de cálculo de los alimenta- dores de un sistema de abastecimiento de agua	57

5. DISEÑO HIDRÁULICO PARA DRENAJES

5.1	Evacuación de aguas residuales	61
5.1.1	Partes de una red de evacuación	61
5.2	Cálculo de las instalaciones de drenaje	70
5.2.1	Dimensionamiento de las derivaciones en colector	72

5.3 Colección y evacuación de agua de lluvia	73
--	----

6. EQUIPOS Y DESINFECCIÓN

6.1 Equipos de bombeo	81
6.1.1 Clasificación	81
6.1.2 Tipos de equipos de impulsión para edificios	82
6.1.2.1 Bombas centrífugas	82
6.1.2.1.1 Cálculo de las características del equipo	83
6.1.2.1.2 Equipo de control	85
6.1.2.1.3 Accesorios	85
6.1.2.2 Bombas turbinas	85
6.1.2.3 Bombas de velocidad variable	86
6.1.2.4 Electrobombas circuladoras (bombas booster)	86
6.1.3 Sistemas de agua hidroneumáticos	86
6.2 Desinfección	88
6.2.1 Desinfección de tuberías	88
6.2.2 Desinfección de cisternas y tanques elevados	89

7. EJEMPLO DE APLICACIÓN

7.1 Agua potable	91
7.1.1 Generalidades del proyecto	91
7.1.2 Sistema de agua caliente	92
7.1.3 Sistema de agua fría	94
7.1.3.1 Cálculo de subramales	94
7.1.3.2 Cálculo de ramales	94
7.1.4 Cálculo de la línea principal	98
7.1.5 Cálculo del cisterna	100
7.1.6 Cálculo de los depósitos	102
7.1.7 Cálculo de la bomba de succión	103
7.1.8 Cálculo de la bomba de impulsión	104
7.2 Drenajes	105
7.2.1 Cálculo de las derivaciones simples	105
7.2.2 Cálculo de las derivaciones en colector o columnas.....	106
7.3 Ventilación.....	106
7.4 Drenaje pluvial.....	109
7.5 Manual de operación y mantenimiento.....	110
7.5.1 Sistema de agua potable.....	110
7.5.1.1 Tubería.....	111
7.5.1.2 Válvulas.....	112
7.5.1.3 Tanques de agua.....	113
7.5.1.4 Sistema de bombeo.....	116

7.5.2 Sistema de aguas servidas	117
7.5.2.1 Aparatos sanitarios.....	118
7.5.2.2 Cajas.....	119
7.5.2.3 Tubería de desagüe y ventilación.....	120
CONCLUSIONES.....	123
RECOMENDACIONES.....	125
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
APÉNDICE	129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Tubería y conexiones de hierro fundido	18
2. Conexiones de hierro fundido	19
3. Elementos para instalaciones hidráulicas y sanitarias	20
4. Elementos para instalaciones de drenaje	20
5. Muestras de diferentes tipos de trampas	65
6. Detalle de la conexión de agua caliente	93
7. Detalle de los ramales de agua fría y agua caliente	97
8. Detalle de la línea principal	98
9. Medidas del cisterna	102
10. Detalle de la tubería de ventilación	108

TABLAS

I. Número mínimo de aparatos sanitarios	33
II. Dotación de agua en un edificio	44
III. Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios (aparatos de uso público)	48
IV. Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios (aparatos de uso privado)	49

V.	Gastos probables para la aplicación del método de Hunter (lt/seg).....	50
VI.	Gastos probables para la aplicación del método de Hunter para mas de 1,000 unidades (lt/seg)	52
VII.	Diámetro de los sub-ramales	54
VIII.	Equivalencias de gastos en tuberías de agua, tomando como unidad la tubería de 1/2" de diámetro, para las mismas condiciones de pérdida de presión y para una presión dada	58
IX.	Factores de uso	59
X.	Método empírico	60
XI.	Dimensiones para circuitos horizontales de ventilación	68
XII.	Diámetro y longitud de ventilación	69
XIII.	Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga	71
XIV.	Diámetro de las derivaciones en colector	72
XV.	Caudales base de los aparatos sanitarios	73
XVI.	Coeficiente de escurrimiento	77
XVII.	Coeficiente de rugosidad "n" para las fórmulas de Manning en tuberías	79
XVIII.	Diámetro interior de la tubería de impulsión	83
XIX.	Cálculo de la tubería de agua caliente	93
XX.	Cálculo de la tubería de agua fría	95
XXI.	Cálculo del diámetro de las derivaciones simples para drenaje ...	105
XXII.	Concentración de hipoclorito de calcio para desinfección	114

RESUMEN

Se elaboró el diseño de la instalación sanitaria de un edificio de apartamentos con cuatro niveles, tomando en cuenta todos los factores que influyen en un proyecto de ese tipo, así como los elementos que lo conforman, tales como: tuberías y accesorios, equipos de bombeo, cisterna y depósitos de agua.

Se inició haciendo una referencia sobre la gran importancia de un correcto diseño de las instalaciones de agua potable y la disposición de las mismas después de su uso, exponiendo que la importancia mayor es evitar la contracción de enfermedades producidas por el agua. Se desarrollaron las diferentes clases de tubería que existen en el mercado para agua potable, tanto fría como caliente, y la tubería utilizada para las aguas servidas, así como también los accesorios que éstas necesitan para su correcta instalación.

Como parte de los factores que influyen en el diseño de una instalación sanitaria está la dotación de agua por persona al día, por lo que se propusieron valores dependiendo de la ubicación del edificio, así como del uso que se le dará. Otro factor es la cantidad de aparatos sanitarios a los que se le dará servicio, debido a esto, se incluyen tablas que indican el número mínimo de éstos en función del uso que se le dará al edificio.

El cálculo de la tubería, tanto para el agua potable como para las aguas servidas, se fundamentó en el método de Hunter, que es el más utilizado, consiste en asignar un número determinado de unidades de gasto a cada aparato sanitario y, en función de estas unidades, calcular, con la ayuda de los caudales de diseño, el diámetro de las tuberías.

Para el diseño de los demás elementos que conforman una instalación sanitaria, se basó en los caudales de diseño calculados en función del número de habitantes que tendrá el edificio y con la ayuda de las diferentes fórmulas específicas para cada elemento. También se elaboró un manual de operación y mantenimiento para el correcto funcionamiento de la instalación en el momento de su puesta en uso.

OBJETIVOS

GENERAL

- Elaborar una guía sobre el diseño de instalaciones sanitarias para edificios, referidas al abastecimiento de agua potable y a los drenajes de las aguas residuales y pluviales.

ESPECÍFICOS

1. Dar a conocer la importancia de una correcta instalación de agua potable y drenajes en un edificio.
2. Dar a conocer los diferentes tipos de tuberías y accesorios utilizados en las instalaciones sanitarias.
3. Proporcionar los parámetros necesarios para el diseño y cálculo hidráulico de instalaciones sanitarias en edificios.
4. Dar a conocer los requerimientos mínimos en cuanto a la dotación y cálculo de agua potable, aguas residuales y agua pluvial.
5. Dar a conocer equipos de bombeo y desinfección en edificios.
6. Dar a conocer la forma de operación y el mantenimiento necesario en las instalaciones sanitarias en edificios.

INTRODUCCIÓN

Que el agua es imprescindible para la vida del hombre es una verdad bien sabida. En ella se basa, sin embargo, la necesidad de las instalaciones sanitarias. Para el desarrollo de cualquier edificio, deben conjugarse varios aspectos como lo son los servicios necesarios y fundamentales, que, además de ser vitales, proporcionan comodidades y un buen nivel de vida. Uno de estos servicios es el agua para el consumo humano, así como su disposición después del uso.

Este trabajo de graduación fue elaborado debido a que no existe actualmente, un documento que recopile todos los aspectos a considerar para el diseño de instalaciones sanitarias en edificios. Es una guía detallada que permite adquirir los conocimientos necesarios para proponer sistemas adecuados y eficientes de agua potable y drenajes para edificios, ya que las instalaciones sanitarias en éstos constituyen el punto de contacto entre los servicios públicos y el usuario, por lo que se debe cumplir con todos los requisitos técnicos y sanitarios para el diseño de las instalaciones de agua potable y drenajes de las aguas residuales.

Para ello, en él, se desarrollan temas que van desde las enfermedades producidas por la falta de agua potable, clases de tuberías para agua fría, caliente y drenajes y sus accesorios, una descripción de los diferentes aparatos sanitarios, conceptos y definiciones de las instalaciones sanitarias, requerimientos mínimos en cuanto a dotaciones, tipo y número de aparatos sanitarios en las diferentes clases de edificios, hasta llegar al diseño hidráulico para abastecimiento de agua y drenajes, equipos de bombeo y desinfección, incluso, una guía de operación y mantenimiento.

1. CONCEPTOS Y DEFINICIONES

1.1 Salud, salubridad, higiene y saneamiento

La salubridad relaciona todos los factores y aspectos que conciernen al mejoramiento de las condiciones de vida de la población y al cuidado de la salud colectiva. Busca adaptar el ambiente físico que rodea al hombre a las condiciones que le permitan vivir sano, sin molestias o incomodidades, a través de la aplicación de principios y normas sanitarias.

En relación con la terminología de salud, es interesante transcribir algunas definiciones que presentó la Organización Mundial de la Salud y que fueron aprobadas en el Primer Congreso Interamericano de Higiene. La Habana, septiembre de 1952.

- a) **Salud.** Es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de enfermedades.
- b) **Salubridad.** Es la ciencia y el arte de organizar y dirigir los esfuerzos colectivos para proteger, fomentar y reparar la salud.
- c) **Higiene.** Es el conjunto de normas de vida que aseguran al individuo el ejercicio pleno de todas sus funciones.
- d) **Saneamiento.** Es la rama de la salubridad destinada a eliminar los riesgos del ambiente natural, sobre todo resultantes de la vida en común, y crear y promover en él las condiciones óptimas para la salud.

Los riesgos potenciales del ambiente natural que pueden originar trastornos de origen orgánico, fisiológico, psíquico o social se expanden en proporción directa con la densidad de población existente en el medio. Para eliminar estos riesgos o reducirlos a límites compatibles con la civilización actual, se precisa disponer de principios, técnicas, normas y métodos que se apliquen al medio, proporcionados por la ingeniería sanitaria, tendente a solucionar los problemas de prevención y eliminación de una importante gama de enfermedades y a lograr el agrado de vivir en un medio sano y confortable.

La falta de control o solución a los problemas que originan riesgos del ambiente natural, ya sea por falta de interés de organismos municipales o estatales, escaso personal, falta de recursos económicos, material o equipo, u otra causa cualquiera, origina una serie de enfermedades o trastornos que se pueden dividir en dos grupos, tendentes a reunir aquellas enfermedades cuya transmisión se debe fundamentalmente a factores similares o comunes:

- a) Enfermedades infecciosas entéricas;
- b) Enfermedades producidas por artrópodos (vectores);

1.2 Enfermedades

A continuación se proporciona una breve descripción de las enfermedades provocadas por un mal diseño sanitario para que el interesado comprenda más a fondo el papel importantísimo de una buena instalación sanitaria.

1.2.1 Enfermedades infecciosas entéricas

Enfermedad en una persona es la presencia de síntomas y signos clásicos, generalmente denotada por fiebre, náuseas, vómitos, etc., que obliga a la persona a permanecer en cama. Esta manifestación es conocida en salud pública como “enfermedad clínica”. También suele ocurrir que debido a la diversidad de factores que intervienen en el desarrollo de la enfermedad, tanto del huésped como del agente etiológico, las manifestaciones clásicas de la enfermedad no se hacen visibles, o se presentan como leves molestias, y rara vez obliga a hacer una estadía breve en cama. Esta enfermedad se define como subclínica. Por otra parte, hay un tercer grupo de personas que no presentan ningún síntoma de la enfermedad, y en este caso se habla de una “enfermedad inaparente”, la cual solo es descubierta por pruebas positivas de laboratorio.

Los tres tipos precedentes de enfermedades pueden dar origen a una “persona portadora”; es decir: la que posee o lleva los gérmenes causales de la enfermedad: tifoidea, paratifoidea, etc. Se dice que un “portador es una persona que, sin presentar síntomas aparentes de una enfermedad transmisible, alberga al agente infeccioso específico y puede servir como fuente de infección”.

Las bacterias patógenas, huevos de parásitos, llegan al hombre sano desde las evacuaciones de las personas enfermas o portadoras. Si se disponen a campo libre (directamente en el suelo) pueden ser transportados especialmente por moscas y cucarachas y contaminar alimentos; lo mismo ocurre si se disponen en letrinas no sanitarias.

Si las heces se descargan a sistemas de alcantarillado sin tratamiento posterior, contaminan las aguas de riego y éstas los campos, en especial los destinados a plantaciones de hortalizas que se consumen crudas. También pueden contaminar cursos subterráneos, lagos, lagunas, ríos, balnearios y playas, y aun el mar en zonas costeras que se utilizan para manutención, crecimiento o reproducción de mariscos.

Aquí la importancia de instalaciones sanitarias adecuadas para que suplan las necesidades de los usuarios.

Si se analiza el mecanismo de la transmisión de las enfermedades intestinales, se observa que hay dos vías a través de las cuales las bacterias patógenas, quistes y huevos de parásitos provenientes del enfermo o portador pueden llegar a las personas sanas:

- a) Por contaminación del suelo, y
- b) Por contaminación de las manos.

a) Contaminación del suelo

Un tratamiento inadecuado de las heces de los enfermos o portadores contaminan el suelo y aquellas pueden ponerse en contacto con frutas o verduras que se consumen crudas, alcanzar los cursos de agua o servir de foco de atracción para las moscas. El riesgo aumenta especialmente en la zona rural si las aguas contaminadas son empleadas para lavar utensilios o receptáculos que se destinan a contener alimentos.

b) Contaminación de las manos

Las manos de los manipuladores de alimentos es otra vía de transmisión de este grupo de enfermedades, y probablemente también sean las ropas y utensilios usadas por las personas enfermas o portadoras, las que por falta de hábitos de higiene personal, debidos a una mala calidad de agua y a un diseño sanitario deficiente, pueden contaminar a otras manos, alimentos, utensilios y ropas, y a través de ellos transmitir la infección o infestación a las personas sanas.

La literatura ha relacionado la reducción de estas enfermedades con el mejoramiento del sistema de agua potable.

La mayoría de las autoridades de salud pública, reconocen que se puede lograr una importante reducción de estas enfermedades, independientemente de las diferencias etiológicas y sociológicas de los países o regiones, mediante la provisión de agua potable en suficiente cantidad libre de grave contaminación bacteriológica y que sea accesible a la población. El agua para bebida no es el único objetivo, sino que hay que proporcionarla también para atender todas las necesidades de la vida.

La Organización Mundial de la Salud, en su revista ilustrada de julio y agosto de 1964 hace un balance de la relación existente entre el agua y la enfermedad, la cual se transcribe con el objeto de aclarar más las ideas.

“EL AGUA Y LA ENFERMEDAD. Larga es la lista de las enfermedades que la escasez de agua pura contribuye a propagar, transmitidas unas por el agua contaminada y otras por la suciedad. El remedio para evitarlas es el agua de buena calidad, abundante, de acceso fácil, cuya presencia en cantidad

suficiente facilita el aseo corporal y garantiza la higiene del medio. En estas condiciones es posible la lucha eficaz contra enfermedades como la anquilostomiasis, ascariasis, bilharziasis, cólera, conjuntivitis bacteriana aguda, dengue, dracunculosis, disentería amibica, disentería bacilar, fiebre paratifoidea, fiebre recurrente (transmitida por los piojos), fiebre tifoidea, sarna, hepatitis infecciosa, pian o franbesia, sífilis endémica, tracoma, tifo.”

1.2.2 Enfermedades transmitidas por Artrópodos (vectores)

Un importante grupo de enfermedades como el paludismo, la fiebre amarilla, el tifus exantemático, el tifus murino, la peste etc., se transmite o propaga a través de vectores, entre ellos, el mosquito o zancudo anophele, el A'EDES Aegypti, el piojo, la pulga y moscas.

Las enfermedades transmitidas por los insectos producen trastornos bastante serios en las poblaciones, especialmente en las de baja condición socioeconómica. Hay muchas experiencias y campañas que confirman, sin lugar a dudas, que las medidas de saneamiento, junto con la aplicación de otras técnicas apropiadas y un buen diseño de las instalaciones sanitarias, pueden reducir estas enfermedades a índices mínimos.

1.3 Servicios al usuario

Las instalaciones sanitarias en edificios constituyen el punto de contacto entre los servicios públicos y el usuario y es exactamente donde deben cumplirse todos los requerimientos técnicos y sanitarios que constituyen la base de todo diseño de instalaciones sanitarias.

Un diseño correcto de abastecimiento de aguas procura suministrar agua en cantidad suficiente, de la mejor calidad y al menor costo posible. Un diseño defectuoso de una instalación de fontanería puede ocasionar, no solo desperdicios, sino, lo que es más grave, peligro de contaminaciones bacterianas.

En relación a las instalaciones de aguas negras, es evidente que las que conduce el sistema de fontanería son potencialmente peligrosas, pues suelen contener bacterias patógenas. Consecuentemente, un diseño deficiente o una instalación defectuosa puede ocasionar escapes en el sistema que constituyen una amenaza para la salud, ya sea por contacto directo con las personas o por contaminación de las aguas de abastecimiento.

Las instalaciones sanitarias tienen dos objetos:

- Proveer de agua a las distintas partes de un edificio, y
- Eliminar los desperdicios líquidos y descargarlos en las alcantarillas o en la planta particular de eliminación y tratamiento.

Un buen diseño de sistema de agua debe satisfacer dos requisitos:

- Proveer suficiente cantidad de agua para servir cada aparato o dispositivo, de buena calidad, al menor costo.
- Impedir que el agua usada regrese hacia los tubos de conducción de agua potable.

Asimismo, un buen diseño de eliminación de aguas negras deberá llenar las siguientes funciones:

- Eliminación rápida de desechos, con la mínima posibilidad de obstruir los desagües.
- Evitar el acceso al interior de la casa de insectos, alimañas y gas de alcantarillas o malos olores procedentes del sistema público.

2. FONTANERÍA Y PLOMERÍA

2.1 Tuberías de agua fría, caliente y drenajes

2.1.1 Tubería para instalaciones hidráulicas

Las instalaciones de agua potable, fría y caliente, precisan de materiales muy resistentes al impacto y a la vibración, entre los cuales se encuentran el P.V.C. y el hierro galvanizado, entre otros.

2.1.1.1 Tubería de hierro galvanizado

El uso de hierro galvanizado en las instalaciones hidráulicas es, fundamentalmente, en tuberías exteriores. Esto es por la alta resistencia a los golpes, proporcionada por su propia estructura interna y por las gruesas paredes de los tubos y conexiones hechas con este material.

Las tuberías y conexiones de hierro galvanizado están fabricados para trabajar a presiones máximas de 10.5 Kg/cm² (cédula 40) y 21.2 Kg/cm² (cédula 80).

La aplicación más común de la tubería galvanizada cédula 40 se encuentra en los siguientes casos:

- a. Para servicio de agua caliente y fría en instalaciones de construcciones que se consideran como económicas, debido a su costo relativamente bajo.

- b. Se puede aplicar, aún cuando no es la mejor solución, para la conducción en baños públicos.
- c. Dada su característica de alta resistencia a los esfuerzos mecánicos, se puede utilizar para instalaciones a la intemperie.

En algunos sistemas de riego o suministro de agua potable en donde es necesario que por razones de su aplicación esté en contacto directo y en forma continua con el agua y la humedad. En estas aplicaciones es necesario que se proteja la tubería con un buen impermeabilizante.

2.1.1.2 Tubos de acero roscado

- a. **De acero galvanizado:** usado en líneas de agua fría y caliente, se emplea poco debido a su costo relativamente elevado, principalmente se aplica en tramos largos en edificios e industrias.
- b. **De acero negro:** éste se diferencia del galvanizado en que se deteriora más rápido, tiene las mismas aplicaciones.
- c. **Bronce:** usado en líneas de agua fría y caliente, es fácil de manipular y muy durable, pero de alto costo.

2.1.1.3 Tubería de P.V.C.

Siempre ha existido la necesidad en los materiales de construcción de una alta calidad, durabilidad y facilidad de instalación. Ningún material para tubería combina mejor estas propiedades como el P.V.C., el cual pesa la mitad

de lo que pesa el aluminio y un sexto de lo que pesa el acero, por lo tanto es fácil de instalar y manipular y no requiere soporte estructural pesado, es fácilmente maniobrable por equipo liviano y requiere menos personal para su instalación.

A pesar de su liviano peso, el P.V.C. ofrece alta resistencia a la tensión y al impacto. Esto permite el uso de presiones más elevadas que en otros materiales termoplásticos de espesores comparables. Probablemente una de las ventajas mayores del P.V.C. es su alta resistencia a la corrosión y a los químicos. El P.V.C. no se corroe, lo que elimina la necesidad de mantenimiento y le da larga vida. Esta propiedad también le permite conducir fluidos que de otra forma requerirían materiales costosos, como metales anticorrosivos, vidrio, arcilla o tubería protegida.

En adición a esto último, el P.V.C. resiste el ataque por ácidos, soluciones de sal, alcoholes, álcalis y otros muchos químicos. Es también químicamente inerte, lo que elimina la posibilidad de que actúe como catalizador, promoviendo cambios en procesos químicos como decoloración, floculación, mantenimiento de la integridad del fluido. El P.V.C. no genera ni produce chispa, ni está sujeto a ninguna acción de galvanizado o electrolítica, ya sea por sí mismo o en la presencia de metales. Esta propiedad hace al P.V.C. un aislante perfecto.

Debido al extraordinario acabado de su superficie interior, hay, prácticamente muy baja pérdida de carga. La resistencia al flujo es aproximadamente 30% menos que la del hierro fundido nuevo, en los mismos tamaños. Debido a que no existe corrosión ni se forman escamas que reduzcan el diámetro interno, la eficiencia se mantiene en altos niveles. Esta

baja resistencia al flujo, permite el uso de unidades más pequeñas de bombeo para conducir el mismo volumen.

El P.V.C. tiene varias ventajas relacionadas con la forma de unión de las tuberías. Usando empaques de hule para sellar la tubería y los accesorios, se obtienen ventajas no disponibles en otros materiales. Este sello flexible permite expansión, contracción y considerable deflexión sin dañar la tubería y sin permitir filtración. Para su instalación, la tubería es simplemente lubricada y ensamblada dentro del accesorio, lo que ahorra tiempo, mano de obra y permite un acople confiable, aún en malas condiciones atmosféricas. La tubería de P.V.C. también puede ser unida por medio de cemento solvente si así lo indican las especificaciones.

La vida real práctica del P.V.C. todavía es desconocida, pero innumerables ensayos han indicado que hay muy poca o ninguna degradación física a lo largo del tiempo, reteniendo sus propiedades originales, siempre que se encuentre debidamente protegido. Existen estabilizadores especiales que permiten el uso de este producto expuesto a la intemperie. Su resistencia a hongos, acción de bacterias y sólidos corrosivos redundan en una larga vida, evitando problemas en las instalaciones.

Es utilizado en el interior de las viviendas y/o edificaciones, ideales para la conducción de agua potable, agua caliente (C.P.V.C.), drenaje pluvial, drenaje sanitario y energía. Para instalaciones domiciliarias, existen tuberías con un diámetro de ½" hasta 4".

2.1.2 Tubería para instalaciones sanitarias

Los materiales empleados para construir una instalación sanitaria interior, son, principalmente, el P.V.C (Policloruro de vinilo), hierro fundido, y hierro galvanizado. Los conductores elaborados con estos materiales cumplen con la tarea de conducir las aguas de desecho del interior del edificio y depositarlas en un sistema externo de drenaje.

2.1.2.1 Tubería de hierro fundido

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 golpes.
- 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 hierro fundido también tiene algunas desventajas, las cuales se mencionan a continuación:

- Su alto costo (comparado con el del P.V.C), 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.

2.1.2.2 Tubería de P.V.C.

El policloruro de vinilo (PVC) 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 debajo de esa temperatura se convierten en sólidos.

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 P.V.C es aproximadamente la mitad del peso de un tubo de aluminio, y alrededor de la quinta parte del peso de un tubo de hierro 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 éstas.
- **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 P.V.C son inmunes a los tipos de corrosión que normalmente afectan a los sistemas de tuberías.

Las aplicaciones típicas de los tubos de P.V.C son:

- a. Para desagües individuales o de tipo general.
- b. Para bajadas de aguas negras.
- c. Para sistemas de ventilación.

La tubería de P.V.C tiene para su aplicación algunas limitaciones, entre las que destacan como importantes:

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

Otras tuberías utilizadas en las instalaciones sanitarias son:

2.1.2.3 Tubería norma P.V.C 3034

Tubería extruída para alcantarillado sanitario que permite condiciones hidráulicas más favorables. Entre sus principales ventajas están:

- Evita la infiltración y la exfiltración.
- Alta resistencia al impacto
- Juntas herméticas.
- Instalación rápida y sencilla.
- Peso liviano que facilita transportar grandes longitudes de tubería.
- Reduce costos de excavación y compactación.
- Se fabrica en diámetros desde 4" hasta 18".

2.1.2.4 Tubería novaloc

Es desarrollada bajo el concepto de tubería de pared estructurada, construida a partir de un perfil plástico fabricado por extrusión y luego acoplado helicoidalmente mediante un sistema de enganche mecánico para darle su forma circular, garantizar unión de perfiles y hermeticidad del tubo formado. Se

fabrica en diámetros nominales desde 475 mm (18") hasta 1245 mm (48"). Idealmente puede ser utilizada en alcantarillado sanitario y pluvial, sistemas de riego donde se manejan altos volúmenes de agua a baja presión y, en general, en sistemas de tuberías que transportan fluidos a superficie libre (como canal).

2.1.2.5 Tubería novafort

Ha sido desarrollada bajo el concepto de tubería corrugada de doble pared, fabricada mediante un proceso de extrusión, que permite obtener una pared interna lisa que garantiza alto desempeño hidráulico y una pared externa corrugada que asegura un alto momento de inercia y por tanto, un óptimo comportamiento estructural. Posee un sistema de unión por medio de sellos elastoméricos que garantiza su hermeticidad. Permite ser utilizada en alcantarillado sanitario y pluvial, conducciones para sistemas de riego en grandes diámetros y en general en sistemas de tuberías enterradas que transportan fluidos a superficie libre (como canales). Se fabrica en diámetros nominales desde 4" hasta 24".

2.2 Accesorios

En las instalaciones hidráulicas y sanitarias, para unir tramos de tubería, hacer cambios de direcciones con distintos ángulos y tener salidas para accesorios, se requieren de conectores, herrajes y accesorios que permitan estos trabajos.

Cada tipo de tubería posee un tipo determinado de conectores o accesorios, entre los que están los que se muestran a continuación:

Figura 1. Tubería y conexiones de hierro fundido

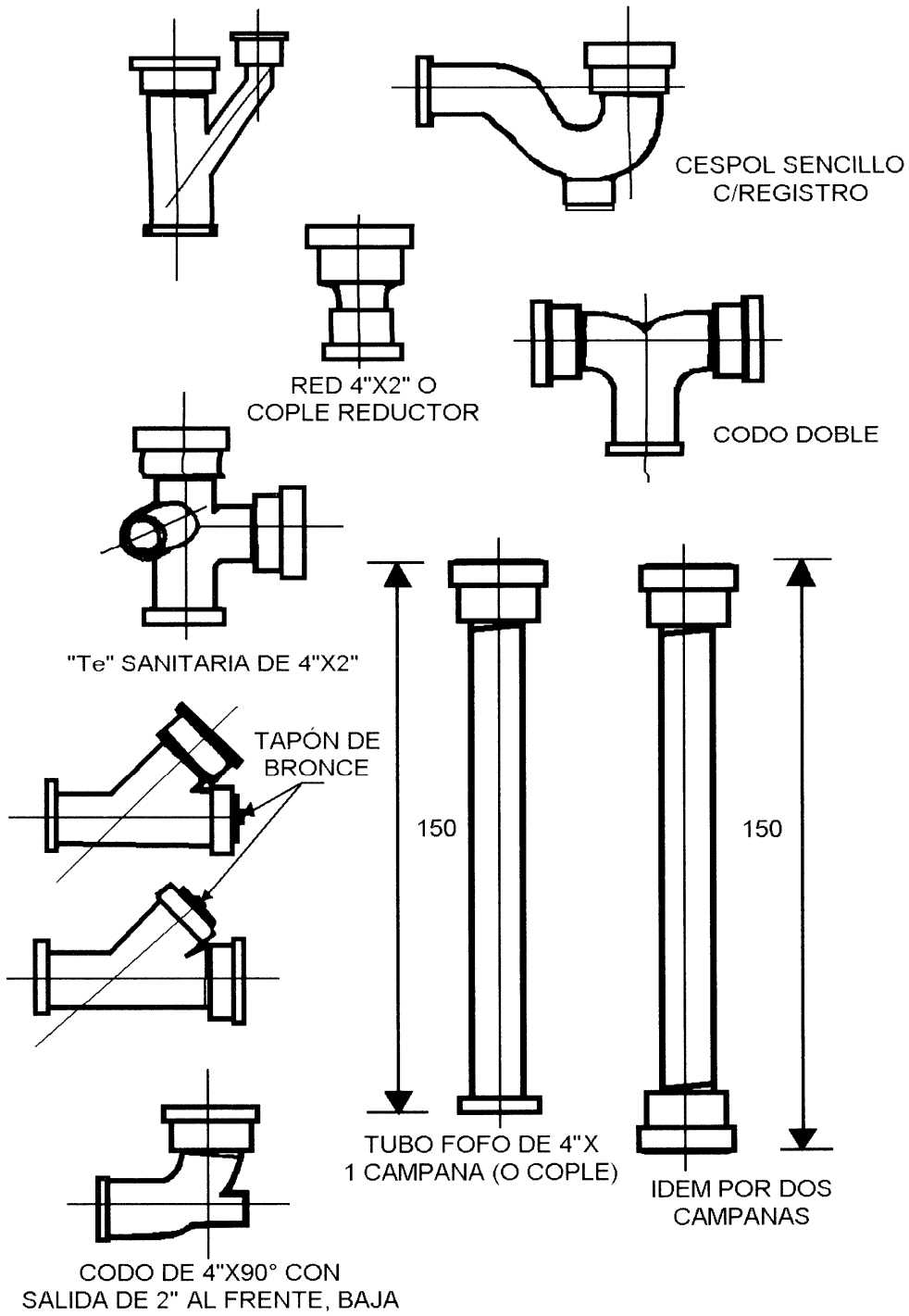


Figura 2. Conexiones de hierro fundido

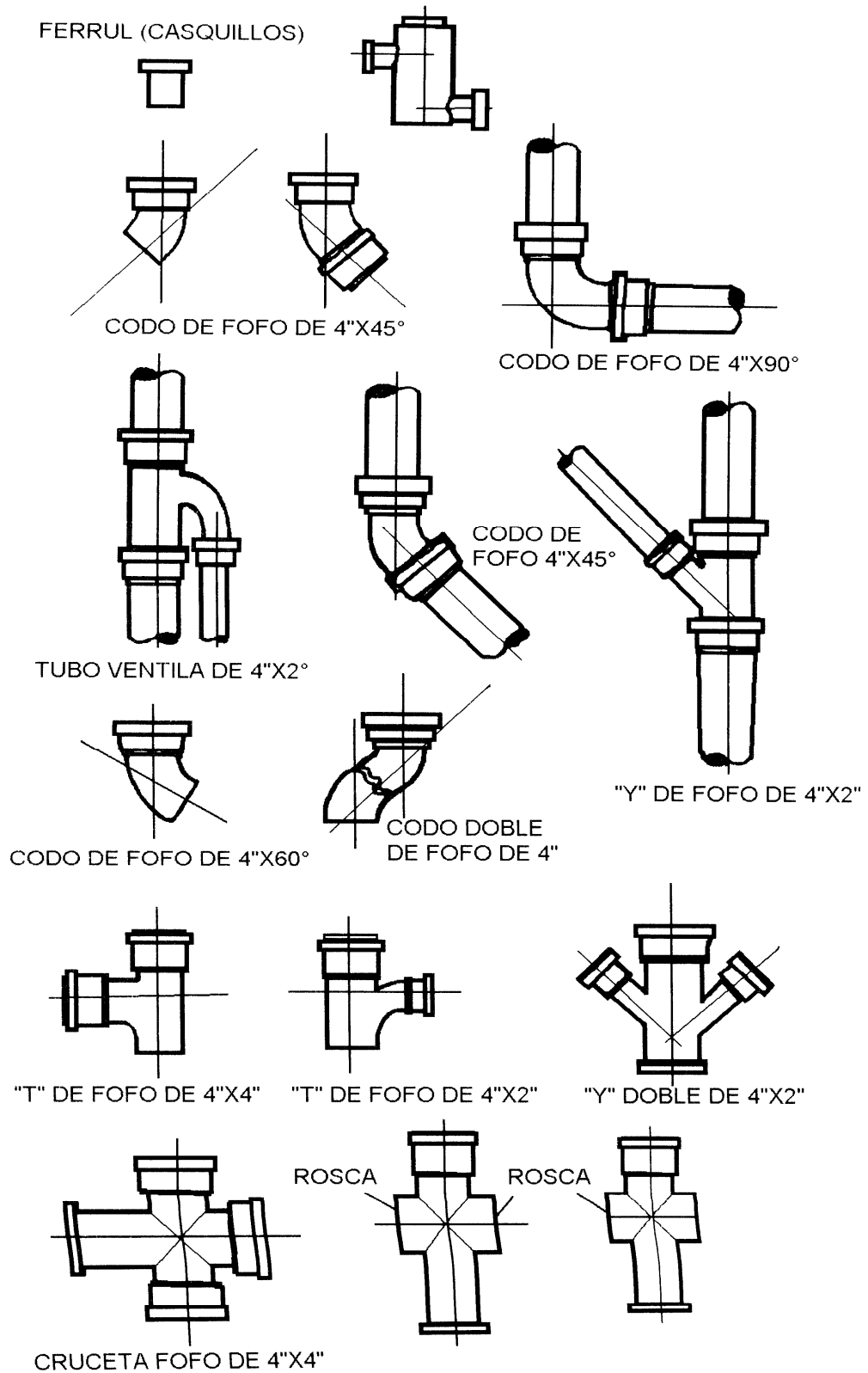


Figura 3. Elementos para instalaciones hidráulicas y sanitarias

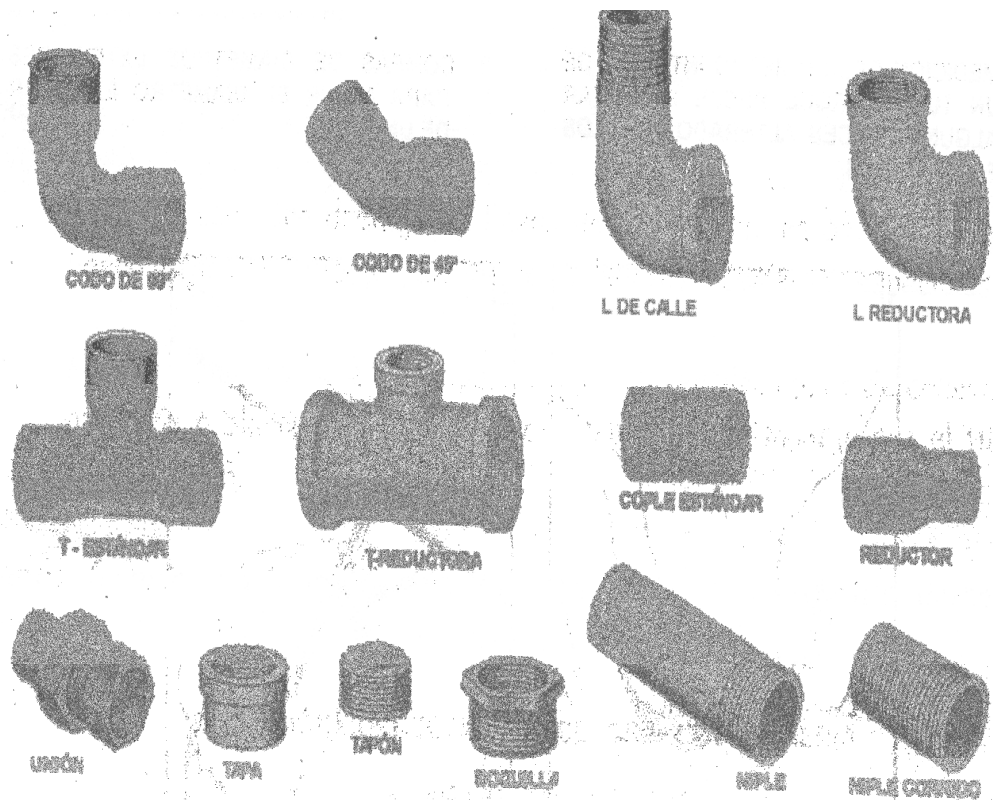
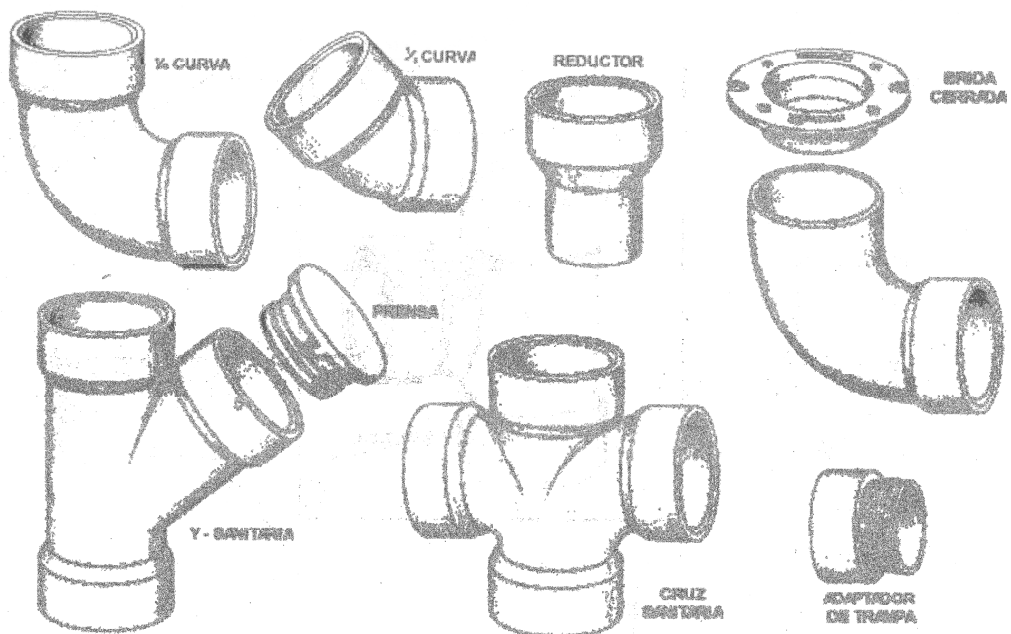


Figura 4. Elementos para instalaciones de drenaje



2.3 Válvulas

Una válvula es un elemento instalado en los sistemas de tuberías para controlar el flujo de un fluido dentro de tal sistema, en una o más de las formas siguientes:

1. Para permitir el paso del flujo.
2. Para no permitir el paso del flujo.
3. Para controlar el flujo.

Para cumplir con estas funciones se pueden instalar distintos tipos de válvulas, las más empleadas en las instalaciones de las edificaciones son:

2.3.1 Válvula de compuerta

En este tipo de válvulas, el órgano de cierre corta la vena fluida transversalmente. Lo hace por medio de una compuerta como un disco plano que presiona sobre la superficie lisa, conocida como asiento dentro del cuerpo de la válvula. En este tipo de válvulas, cuando el disco está en la posición de abierto se permite el paso libre y directo del flujo, por eso se conocen también como de flujo completo. Las válvulas de compuerta son de las más usadas en las instalaciones hidráulicas. No se utilizan para regular flujo sino para aislarlo, o sea, abiertas o cerradas totalmente.

2.3.2 Válvula de globo

El mecanismo de esta válvula consiste en un disco, accionado por un tornillo, que se empuja hacia abajo contra un asiento circular. Estas válvulas sí

se utilizan para regular o controlar el flujo de una tubería, aunque producen pérdidas de carga muy altas.

2.3.3 Válvula de sello

Es una válvula que permite el flujo del agua en una sola dirección y cierra en forma automática para prevenir el flujo inverso, estas válvulas ofrecen una reacción rápida a los cambios en la dirección del flujo. Están disponibles en las versiones de sello oscilante y con sello elevador.

2.3.4 Válvula de esfera

Esta válvula tiene un asiento con un perfil esférico y en él se ajusta la bola y puede funcionar con la presión ejercida sobre ella por el fluido, o bien, mediante un maneral que al girarse 90° se coloca en dirección de la tubería. Una perforación hecha a través de la esfera, al ser girado el maneral 90° nuevamente, esa perforación también gira, quedando perpendicular al flujo, cerrando el paso al líquido.

2.3.5 Electroválvulas

Pueden ser cerradas o abiertas a distancia mediante un interruptor, que permite actuar a un electroimán acoplado a su vástago, llamada también válvula de solenoide. Se utilizan en cisternas y tinacos.

2.3.6 Válvula de expulsión de aire

Se utilizan para dejar salir el aire acumulado en una tubería, tanto de agua fría como de agua caliente, en especial, en esta última, son imprescindibles.

2.3.7 Válvula de ángulo

Es un tipo de válvula de globo en la cual las aperturas de entrada y salida están a un ángulo de 90° una con respecto de la otra. Estas válvulas ofrecen menor resistencia que las de globo, usando codos externos de 90°. Se recomienda en instalaciones que requieren de frecuentes operaciones de cierre y/o apertura.

Es una válvula que permite el flujo del agua en una sola dirección y cierra en forma automática para prevenir el flujo inverso

3. INSTALACIONES SANITARIAS

3.1 Aparatos sanitarios

3.1.1 Inodoro

Un inodoro consta de dos partes, la cubeta o taza y el depósito de descarga. La cubeta debe ser resistente a la corrosión, de diseño apropiado para evacuar rápidamente y de una manera total las materias fecales, y de facilidad de limpieza. El depósito o cisterna puede estar incorporado detrás del inodoro, o bien estar empotrado en la pared o colgado por encima de la taza. Debe ser de llenado silencioso y rápido y con un mecanismo duradero y sencillo.

3.1.2 Bidet

Es quizá el aparato sanitario menos entendido, ya que habiéndose utilizado en su origen en hospitales, su diseño no está orientado solamente a la higiene íntima femenina, sino que está diseñado para el uso de la familia entera, en el lavado de la zona perineal, después de usar el inodoro; por conveniencia y funcionalidad, debe ser instalado junto al inodoro.

La entrada del agua puede ser por el interior del borde de la taza o por la ducha, que puede estar colocada en el piso de la taza o en la parte superior y atrás de la misma. Van equipados con grifería para agua fría y caliente.

3.1.3 Tina

Utilizada universalmente en viviendas familiares, debe construirse con ciertas cualidades. Deberá tener superficie tersa, dura y de preferencia fondo plano a fin de evitar accidentes frecuentes. El desagüe debe tener la succión necesaria para descargar con rapidez el volumen de agua acumulado y el rebose deberá ser suficiente para no permitir que el gasto de entrada rebose hacia fuera de la tina. La tina es diseñada y fabricada en variedad de formas y tamaños así como en diferentes materiales. Sus dimensiones generalmente varían entre 4' y 6' y su altura entre 12" y 16". Es fabricada en fibra de vidrio con los diseños más decorativos e ingeniosos.

3.1.4 Ducha

Consiste esencialmente en un rociador que descarga una lluvia fina sobre la persona que la utiliza y va instalada generalmente sobre una poza de material, dentro de gabinetes metálicos y vidrio, o combinando con la tina. La alimentación de agua, ya sea fría o mezclada, se realiza a través de válvulas unitarias o de combinación, instaladas a altura conveniente que fluctúa entre 1.00m. y 1.10m. La descarga al desagüe se hace a través de rejilla conectada a la trampa de la red de evacuación.

Se considera al baño de ducha como el más ventajoso desde el punto de vista higiénico, por lo que es utilizado con mayor frecuencia en instalaciones públicas, o donde la utilizan mayor número de personas.

3.1.5 Lavatorio

Es uno de los aparatos más utilizados en el aseo personal, fabricado normalmente en porcelana vitrificada, y , como ningún otro aparato, viene en varios estilos, tamaños y modelos.

Como accesorios indispensables y de funcionamiento, el lavatorio se complementa con las llaves de suministro de agua fría y /o caliente, diseñados y fabricados también en gran variedad, desagüe con rejilla, tapón o cierre automático para la descarga al sistema de evacuación y la trampa o sifón que sirve para mantener el sello hidráulico que evita la emanación de gases dentro de los ambientes. El lavatorio es instalado generalmente colgado en la pared, existiendo también con pedestal apoyado al piso, y su altura al borde superior se fija normalmente en 0.80m. del nivel del piso terminado.

3.1.6 Lavaderos

Aparatos que se utilizan para el lavado de utensilios, ropa y otros enseres, son diseñados y construidos en varios tipos, dependiendo de la función específica para la que son utilizados.

- **Lavadero de cocina:** utilizado en el lavado de vajilla y utensilios, es el más frecuente. Fabricado en muchos modelos, generalmente con escurrideros, llaves de combinación, desagües automáticos, lavadero eléctrico de platos, triturador de desperdicios, etc.

- **Lavadero de ropa:** contruidos normalmente en material de obra con las dimensiones que se adapten a las necesidades y espacio disponible, son equipados también con llaves individuales o de combinación, desagües con rejilla y tapón.
- **Lavaderos de servicio:** son fabricados en porcelana vitrificada, fierro enlozado o contruidos en obra, son utilizados en edificios públicos, hospitales, clínicas, hoteles, etc., para el lavado de utensilios de aseo y limpieza.

3.1.7 Urinarios

Llamados también mingitorios, están destinados exclusivamente para el uso masculino. Se utilizan generalmente en lugares de gran concurrencia de público y pueden ser de taza o de placa vertical. Los de taza disponen, generalmente, en su parte superior de un botón que, al accionarlo, descarga el agua del lavado. Los de placa vertical tienen, generalmente, depósitos automáticos que descargan el agua cuando están llenos. Cuando se construyen urinarios para mayor capacidad de personas, en obra, se instala un sistema de lavado por tubo rociador.

3.1.8 Bebederos

Estos aparatos son instalados para suministrar un chorro vertical u oblicuo de agua a una altura adecuada para que una persona pueda beber. Parte del agua que no es tomada puede caer a un recipiente conectado al sistema de evacuación.

Como los otros aparatos sanitarios, existen varios tipos, como el de pared y el de pedestal, y son instalados generalmente en edificios públicos o en lugares abiertos próximos a instalaciones públicas.

Se han expuesto anteriormente los diferentes tipos de aparatos sanitarios más comúnmente utilizados en viviendas y edificaciones públicas. En la actualidad, debido a la modernización de los locales para los diferentes servicios que prestan a la comunidad, se diseñan y fabrican, además de los ya mencionados, una variedad de aparatos sanitarios para funciones específicas en hospitales y clínicas.

3.1.9 Trampas

Es un dispositivo construido de manera que evite el paso de gases del desagüe a los ambientes donde están ubicados los aparatos sanitarios, sin afectar la descarga de los mismos. A lo largo del tiempo se han diseñado y construido infinidad de trampas, siendo las más aceptadas por su eficiencia y práctica la trampa S y la trampa P.

Por el tipo de cierre, hay dos trampas conocidas las de cierre común y las de cierre profundo. La trampa de cierre común tiene un sello de agua de 5 cms. de profundidad, mientras que la de cierre profundo tiene un sello de agua de 10 cms. La primera está diseñada para situaciones normales, mientras que la de cierre profundo está diseñada para situaciones especiales como excesivo calor, presiones atmosféricas aumentadas o disminuidas, o circunstancias en las que no se pueda obtener ventilación completa.

No obstante el sello hidráulico con que cuenta la trampa, la descarga continua de los aparatos podría hacer que finalmente se pierda el sello. Para

evitar este movimiento es muy importante tener en cuenta las recomendaciones de los sistemas de ventilación.

3.1.10 Accesorios complementarios

Existen además una serie de accesorios que no pueden ser considerados como aparatos sanitarios, pero que por su naturaleza y función, deben tenerse en cuenta, aunque podrían ser calificados como accesorios para desagües.

Se mencionarán algunos de ellos a fin de que se tengan presente, ya que enumerarlos y detallarlos sería imposible debido a su variedad.

- a) Soportes para aparatos sanitarios:** son elementos de fijación para soportar total o parcialmente a los diferentes aparatos sanitarios que se instalan colgados en muros o semiapoyados al piso. Dentro de éstos se encuentran las escuadras para lavatorios, lavaderos, soportes con desagüe incorporado para inodoros, urinarios, pedestales para lavatorios, etc.

- b) Accesorios para drenaje de techos:** utilizados para la colección de agua de lluvia. Los diferentes modelos están diseñados para que se adapten a la forma y pendiente de techos, uniones entre tejados y parapetos, encuentros o juntas de techos, etc.

- c) Accesorios para drenaje de pisos:** utilizados para la colección de agua de lluvia, de limpieza o de otro origen, en los pisos de patios, zonas de parqueo, o ambientes en que sea necesario desaguar a través de pisos. También diseñados y fabricados para adaptarse a las diferentes

formas, pendientes o ángulos de los lugares donde son necesarios, con o sin trampa incorporada.

d) Interceptores: accesorios, que si bien pueden considerarse como aparatos auxiliares de lavaderos, son, más bien, para evitar que los desagües transporten materias que puedan obstruir las tuberías o redes de alcantarillado. Es cierto que estos accesorios, cuando por necesidad, deben alcanzar tamaños relativamente grandes, pueden ser construidos de albañilería en algunos casos.

Entre los principales tipos de interceptores se encuentran los siguientes:

- **Interceptores de grasa:** utilizados en lavaderos de cocinas, talleres, fábricas, etc., donde por su naturaleza existe la posibilidad de que algún tipo de grasa ingrese al desagüe.
- **Interceptores de aceite:** utilizados en estaciones de servicio, garajes, lavanderías, laboratorios, donde se utilicen lubricantes, aceites, keroseno, gasolina, parafina, etc.
- **Interceptores de sólidos:** utilizados en lugares donde cualquier tipo de sólidos podrían ingresar a las líneas de desagüe, como en clínicas dentales, hospitales y establecimientos similares.
- **Interceptores de pelos:** utilizados en salones de belleza, peluquerías, hoteles.

3.2 Número de unidades

En el diseño arquitectónico de edificios, viviendas o locales de fines diferentes, se hace necesario que se les dote de los aparatos sanitarios en tipo y número adecuado.

Los objetivos que se persiguen en este caso son los siguientes:

- 1.-** Un menor número de aparatos sanitarios que los mínimos requeridos, motivan un problema de orden sanitario y de uso.
- 2.-** Un mayor número de aparatos sanitarios que los requeridos, si bien soluciona con amplitud el problema sanitario y de uso, indudablemente es una solución antieconómica.
- 3.-** Un número adecuado de ellos permite que al diseñarse las instalaciones sanitarias interiores, los gastos de consumo de agua y los de demanda máxima, sean los adecuados a las necesidades del local.

Existen numerosas publicaciones que indican el número mínimo de aparatos sanitarios que requieren los diferentes tipos de locales, edificios o viviendas y como simple información e ilustración se presentan los correspondientes a las normas antiguas del Reglamento de Construcción de Lima, Perú, que son los siguientes:

Tabla I. Número mínimo de aparatos sanitarios (1)

Tipo de edificio (2)	Inodoros		Urinarios	Lavatorios (3)		Tinas o duchas	Lavaderos y botaderos
Casas de habitación Y Edificios de Apartamentos	Uno por cada casa o departamento			Uno por cada casa o departamento		Uno por cada casa o Depto.	Uno en cocina y uno de ropa por cada casa o depto. (4)
Edificios Comerciales De Oficinas y Públicos	No. de Personas	No. de Aparatos	Cuando sean previstos urinarios, puede reducirse un inodoro por cada urinario instalado, pero deberá mantenerse como mínimo 2/3 del total del inodoro especificado	No. de Personas	No. de Aparatos	No son requeridos	Un botadero por cada piso y por cada 100 personas
	1-15	1		1-15	1		
	16-35	2		16-35	2		
	36-55	3		36-60	3		
	56-80	4		61-90	4		
	81-110	5		91-125	5		
110-150	6	Un aparato por cada 45 personas adicionales					
Un aparato por cada 40 personas adicionales							

Continuación Tabla I.

Tipo de edificio (2)	Inodoros	Urinaris	Lavatorios (3)	Tinas o duchas	Lavaderos y botaderos
Hoteles, Pensiones Viviendas o Cuarteles	Los mismos requisitos que en dormitorios o internados.				Un lavadero de cocina en cada cocina y uno de ropa por cada 80 personas. Un botadero por piso y por cada 100 personas. Un botadero por cada local independiente y por cada piso.
Hospitales, Sanatorios y Clínicas	Los mismos requerimientos que en dormitorios o internados, para todo el personal (médicos, enfermeras y empleados) que duerma en el edificio adicionalmente, un baño para hombres y uno para mujeres(cada uno con inodoro y lavatorio), en cada pabellón y en cada piso, para uso del público y pacientes internos.				

Continuación Tabla I.

Tipo de edificio (2)	Inodoros		Urinarios	Lavatorios (3)	Tinas o duchas	Lavaderos y botaderos
	H	M				
Escuelas y Colegios Elementales,	Uno por cada 100	Uno por cada 35	Uno por cada 30 hombres	Uno por cada 60 personas	Solamente para gimnasios y para campos deportivos, según la clasificación respectiva de estos locales	Un botadero por cada piso y por cada 100 personas
Escuelas y Colegios de Secundaria y Universidades	Uno por cada 100	Uno por cada 45	Uno por cada 30 hombres	Uno por cada 100 personas		
Dormitorio o Internado	Uno hasta 10 hombres y uno hasta 8 mujeres, para más, uno por cada 25 hombres o 20 mujeres.		Hasta 150 hombres, uno por cada 25. Sobre 150, uno por cada 50 adicional.	Uno hasta 12 personas, agregar uno por cada 20 hombres o 15 mujeres adicionales.	Uno por cada 12 personas, en caso de dormitorios para mujeres, agregar uno por cada 30 mujeres. Sobre 150, uno por cada 20 personas.	Un lavadero de cocina por cada cocina y uno de ropa por cada 50 personas. Un botadero por piso y por cada 100 personas.

Continuación Tabla I.

Tipo de Edificio (2)	Inodoros			Urinarios		Lavatorios (3)		Tinas o duchas	Lavaderos y botaderos
	No. de Personas	No. de Aparatos		No. de Hombres	No. de Aparatos	No. de Personas	No. de Aparatos		
		M	H						
Teatros, Auditorios Campos Deportivos, Estadios y similares	1 – 100	1	1	1 – 200	1	1-200	1	En los vestuarios, uno por cada 10 personas.	
	101 - 200	2	2	201–400	2	201-400	2		
	201– 400	3	3	401-600	3	401-780	3		
	Sobre 400, uno por cada 500 hombres y uno por cada 400 mujeres adicionales. En vestuario, uno por cada 30 hombres y uno por cada 20 mujeres.			Sobre 600, uno por cada 300 hombres adicionales. En vestuario, uno por cada 50 hombres.		Sobre 780, uno por cada 500 personas adicionales. En vestuario, uno por cada 10 personas.			

Continuación Tabla I.

Tipo de edificio (2)	Inodoros	Urinarios	Lavatorios (3)	Tinas o duchas	Lavaderos y botaderos
Restaurantes, Cafeterías, Bares y Clubes Sociales	Uno por cada 50 hombres y uno por cada 40 mujeres	Uno por cada 80 hombres	Uno por cada 80 personas	No son requeridas	Un lavadero de cocina en cada cocina o repostería y un botadero por cada 100 personas y por piso
Aeropuertos, Estaciones y Mercados	Uno para hombres y uno para mujeres	Uno por cada 1000 m ² de área de público	Uno para hombres y uno para mujeres por cada 800 m ² de área de público.	No son requeridos	Un botadero por cada 1000 m ² de área de público.

Continuación Tabla I.

Tipo de edificio (2)	Inodoros		Urinarios	Lavatorios (3)	Tinas o duchas	Lavaderos y botaderos
Fábricas, Talleres, Depósitos e industrias en general	No. de Personas	No. de Aparatos	Ver la sustitución permitida de inodoros por urinarios en la clasificación de edificios, comerciales y de oficina.	Hasta 100 personas, un aparato por cada 10. Sobre 100, un aparato por cada 15 adicionales. (6) y (7)	Uno por cada persona expuesta a calor excesivo o contaminación de la piel con materias venenosas, infecciosas o irritantes.	Un botadero por cada 100 personas y por cada piso, en cada local independiente.
	1-9	1				
	10-24	2				
	25-49	3				
	50-74	4				
75-100	5					
Sobre 100, un aparato por cada 30 personas adicionales.						
Iglesias y Bibliotecas	Uno por cada 200 hombres y uno por cada 150 mujeres		Uno por cada 200 hombres	Uno por cada 200 hombres	No son requeridos	Un botadero por cada piso y por cada pabellón

(1) Esta especificación corresponde a la cantidad mínima de aparatos necesarios para el número señalado o fracción de ese número, teniendo además en cuenta la necesidad de los mismos, que pueden eventualmente aumentar dicho mínimo necesario. En el caso de categorías superiores, en cada establecimiento, corresponde a la autoridad sanitaria fijar los requerimientos mínimos según la mencionada categoría.

(2) En los tipos no especificados de edificios, se usará la clasificación más aproximada, según la opinión de la autoridad sanitaria.

(3) Se proveerán además bebederos a razón de uno por cada 73 personas en las cinco primeras clasificaciones después de la de casas y departamentos donde no son requeridos. En las tres últimas se proveerán respectivamente, de 1 por cada 1000 m² de área pública, uno por cada 100 personas y uno por cada 200 personas. No se podrá instalar bebederos en los baños.

(4) Se instalará en edificios de apartamentos, un botadero por piso, y podrá reducirse el número de lavaderos de ropa a dos aparatos por cada 10 apartamentos.

(5) En casetas o cabinas de proyección se instalará un medio baño con inodoro y lavatorio.

(6) Cuando hay exposición a contaminación de la piel con materias venenosas, infecciosas o irritantes, deberá instalarse un lavatorio por cada 5 personas.

(7) Un lavatorio de 60 cms. de largo, equivale a un lavatorio corrido circular de 45 cms. medido en la circunferencia, siempre que cuente, cada uno de esos, con espacios con salidas de agua.

En instalaciones temporales para trabajadores, se instalará un inodoro por cada 30 trabajadores. En urinarios corridos, cada 50 cms. de largo equivalen a un aparato.

3.3 Instalaciones de agua potable

3.3.1 Instalación de agua fría

Es la instalación que recibe el agua del exterior para usarla en el edificio a la temperatura que llega. Se le denomina “agua fría” únicamente para diferenciarla de la de agua caliente. El agua se hace llegar a varios lugares del edificio distintamente condicionados para sus diferentes usos. La tubería de llegada se ramifica en varias derivaciones para llevar el agua a los distintos aparatos o artefactos en que se usa: el fregadero, para su uso en la cocina; el lavadero, para el lavado de la ropa; el lavabo y la ducha, para el aseo personal y la caja de descarga del inodoro, para la limpieza de éste.

En la instalación, además de las tuberías y aparatos de uso hay una serie de llaves y grifos de diversos tipos que permiten cerrar el paso del agua o dejarla fluir a voluntad, por toda la instalación, por una parte de ella o en un aparato determinado.

3.3.2 Instalación de agua caliente

Por agua caliente se entiende, agua que se ha calentado a una temperatura bastante por encima de lo normal o ambiente sin que llegue a la temperatura de ebullición. La instalación de agua caliente es un paso más en la comodidad del edificio. En algunos lugares y en algunas épocas del año el empleo del agua fría, a la temperatura a la que llega al edificio, puede ser

realmente incómodo para determinados usos. Por otra parte, siempre será cómodo disponer de agua caliente cuando se necesite o simplemente cuando se desee.

Esta instalación está formada también por una serie de tuberías que conducen el agua caliente a los lugares o puntos de uso, con sus llaves y grifos correspondientes. El agua caliente puede recibirse en el edificio por una tubería procedente de una instalación de calentamiento y distribución exterior; pero lo más corriente es que en el mismo edificio se disponga de un aparato, denominado *calentador*, que calienta el agua procedente de la instalación de agua fría.

3.4 Instalaciones pluviales

La función del sistema de drenaje pluvial del edificio, es la evacuación de agua de los techos y balcones del edificio lo más pronto posible para evitar estancamientos que puedan producir filtraciones y humedad.

Al igual que el drenaje sanitario, este sistema recolecta las cargas pluviales de los techos y balcones de cada nivel, en forma horizontal, luego son conducidas en forma vertical hasta el nivel preestablecido para iniciar nuevamente un recorrido horizontal hasta poder conectarse a la red municipal.

3.5 Instalaciones de drenajes

Las instalaciones de agua en los edificios se completan con la instalación de desagüe o evacuación, que tiene por objeto recoger el agua utilizada, y ya sucia, de cada aparato de consumo y conducirla a la red de alcantarillado, si existe, o al pozo negro, cuando no hay alcantarillado.

La instalación de drenajes está constituida por una serie de tubos que parten de los orificios de desagüe de los aparatos de consumo y van a parar finalmente a un conducto general de desagüe del edificio o albañal. La disposición de la instalación de desagüe tiene distintas formas según los sistemas constructivos empleados, e incluso, según los usos y costumbres del lugar en que se construyen, o los reglamentos que deben seguirse en la construcción. En todos los casos, sin embargo, se construyen de tal modo que por ellas no pueden llegar al interior del edificio los gases y malos olores procedentes del albañal o alcantarillado.

4. DISEÑO HIDRÁULICO PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA

4.1 Dotación de agua en edificios

La dotación de agua tiene gran importancia en las instalaciones sanitarias interiores en edificios, dado que ella permite conocer si la fuente de suministro tiene capacidad suficiente y para determinar los volúmenes de los tanques de almacenamiento (cisterna, y tanque elevado) de acuerdo con el sistema de distribución que sea adoptado.

Como en el caso de cualquier sistema de abastecimiento de agua, la dotación de agua para edificios es muy variable y depende de una serie de factores entre los cuales se pueden citar: uso del edificio, área, costumbres y hábitos de sus ocupantes, uso de medidores, necesidades profesionales, así como del sistema de distribución que sea adoptado.

En los textos y normas de diseño existentes, consideran diferentes unidades de dotación, aun para un mismo tipo de local, como en el caso de viviendas que unos consideran litros por habitante día y otros, como Venezuela y Perú, consideran litros por m² del lote o parcela.

Como vía de ilustración y comparación se indican los consumos diarios que aparecen en el texto “Fontanería y Saneamiento” del Arquitecto Mariano Rodríguez Avial, Editora Dossat S.A., Madrid, España, 1958, 3ra. Edición, que son los siguientes:

- º Viviendas tipo medio ----- 120 litros / persona / día
- º Escuelas ----- 50 litros / estudiante / día
- º Cuarteles ----- 300 litros / persona / día
- º Prisiones ----- 50 litros / persona / día
- º Hospitales (sin riego ni lavandería) ----- 600 litros / persona / día
- º Oficinas ----- 50 litros / persona / día
- º Jardines ----- 2 litros / m² / día
- º Hoteles
 - Primera categoría ----- 300 litros / persona / día
 - Segunda categoría ----- 200 litros / persona / día
 - Tercera categoría ----- 150 litros / persona / día

También se incluye la tabla de dotaciones para edificios que aparece en el texto “El ABC de las instalaciones de gas, hidráulicas y sanitarias” de Enríquez Harper Gilberto, editorial Limusa, México, 2000, que es la siguiente:

Tabla II. Dotación de agua en un edificio

Dotación de agua en un edificio	
Habitación en zonas rurales	85 litros/hab/día
Habitación tipo popular	150 litros/hab/día
Habitación interés social	200 litros/hab/día
Departamentos de lujo	250 litros/hab/día
Residencias con piscina	500 litros/hab/día
Edificios de oficina	70 litros/hab/día
Hoteles	500 litros/hab/día
Cines	2 litros/espectador/función
Fábricas	60 litros/obrero/día

Continuación Tabla II

Dotación de agua en un edificio	
Baños Públicos	500 litros/bañista/día
Escuelas	100 litros/alumno/día
Clubes	500 litros/bañista/día
Restaurantes	15 – 30 litros/comensal/día
Lavanderías	40 litros/Kg. de ropa seca
Hospitales	500 litros/cama/día
Riego de jardines	5 litros/m ² césped
Riego de patios	2 litros/m ² patio

4.2 Cálculo de redes interiores

La red de distribución de agua de un edificio se debe diseñar para que todos los aparatos sanitarios funcionen correctamente. Hay que tener en cuenta que la cantidad de agua fría y caliente que se consume, varía dependiendo del tipo de edificio, uso para que se le destine y la hora del día. El sistema debe llenar los requisitos de capacidad suficiente en todas sus partes: tuberías, bombas, tanques de almacenamiento, equipos de calentamiento, etc., para satisfacer las demandas máximas, pero sin olvidar la economía de las instalaciones.

4.2.1 informaciones preliminares

Se investigará o determinará la presión mínima del agua en las redes públicas de agua potable de la zona en que se construirá el edificio (de preferencia determinar la hora en que se presenta esa presión mínima) con el

objeto de poder elegir el método de alimentación, el que puede ser directo, o usando cisterna y tanque elevado o equipos de bombeo a presión (hidroneumático). El dato de la presión mínima también servirá para calcular el diámetro de las tuberías de entrada y de distribución si es que se elige el método de alimentación directa.

4.3 Método de Hunter

Este método consiste en asignar a cada aparato sanitario o grupo de aparatos sanitarios, un número de “unidades de gasto” o “peso” determinado experimentalmente. La “unidad de gasto” es la que corresponde a la descarga de un lavatorio común con trampa sanitaria de 1 ¼” de diámetro, equivalente a un pie cúbico por minuto (7.48 g.p.m. o 0.47 l.p.s.)

Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y tiene en cuenta el hecho de que cuanto mayor es su número, la proporción del uso simultáneo de los aparatos disminuye. Para estimar la máxima demanda de agua de un edificio o sección de él, debe tenerse en cuenta si el tipo de servicio que prestarán los aparatos es público o privado.

Es obvio indicar que el gasto obtenido por este método es tal que hay cierta probabilidad que no sea sobrepasado, sin embargo, esta condición puede presentarse pero en muy raras ocasiones. En un sistema formado por muy pocos aparatos sanitarios, si se ha diseñado de acuerdo a este método, el gasto adicional de un aparato sanitario más de aquellos dados por el cálculo, puede sobrecargar al sistema en forma tal, que produzca condiciones inconvenientes de funcionamiento, en cambio, si se trata de muchos aparatos sanitarios, una sobrecarga de uno o varios de ellos, rara vez se notará.

4.3.1 Servicio público

Cuando los aparatos sanitarios están ubicados en baños de servicio público, es decir, varias personas pueden ingresar al baño y utilizar diferentes aparatos sanitarios, en ese caso se considera separadamente a cada aparato sanitario, multiplicando el número total por el “peso” correspondiente que se indica en la tabla I y obteniéndose un valor total de unidades de gasto el que se llevará a la tabla III en donde se obtendrá la máxima demanda simultánea en litros por segundo.

4.3.2 Servicio privado

Se presenta cuando los baños, como su nombre lo indica, son de uso privado o más limitado, en este caso se considera cada tipo de ambiente o aparato de este uso, y se multiplica por su factor de “peso” indicado en la tabla II. El total de unidades obtenidas se lleva a la tabla III donde se obtiene la máxima demanda simultánea.

Debe tomarse en cuenta al aplicar el método si los aparatos sanitarios son de tanque o de válvula (fluxómetro) pues se obtienen diferentes resultados de acuerdo al tipo de aparato. Cuando existen instalaciones que requieren agua en forma continua y definida, el consumo de éstos debe obtenerse sumando a la máxima demanda simultánea determinada, las de uso en forma continua tales como aire acondicionado, riego de jardines, etc.

Tabla III. Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios (aparatos de uso público)

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Tina		4	3	3
Lavadero de Ropa		8	4.50	4.50
Ducha		4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	---
Inodoro	Con válvula semiautomática	8	8	---
Lavadero	Cocina hotel, restaurante	4	3	3
Lavadero	Repostería	3	2	2
Bebedero	Simple	1	1	---
Bebedero	Múltiple	1*	1*	---
Lavatorio	Corriente	2	1.50	1.50
Lavatorio	Múltiple	2*	1.50	1.50
Botadero		3	2	2
Urinario	Con tanque	3	3	---
Urinario	Con válvula semiautomática	5	5	---

NOTA: Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente, o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usarán las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a un aparato sanitario que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columnas.

* Debe asumirse este número de unidades de gasto por cada salida.

Tabla IV. Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios (aparatos de uso privado)

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua Fría	Agua caliente
Tina		2	1.50	1.50
Lavarropa		3	2	2
Bidet		1	0.75	0.75
Ducha		2	1.50	1.50
Inodoro	Con tanque	3	3	---
Inodoro	Con válvula semiautomática	6	6	---
Lavadero	Cocina	3	2	2
Lavadero	Repostero	3	2	2
Máq. Lavaplatos	Combinación	3	2	2
Lavatorio	Corriente	1	0.75	0.75
Lavadero de Ropa	Mecánico	4	3	3
Urinario	Con tanque	3	3	---
Urinario	Con válvula semiautomática	5	5	---
Baño Completo	Con tanque	6	5	2
Baño Completo	Con válvula semiautomática	8	6	2
Medio Baño	Con válvula semiautomática	6	6	0.75
Medio Baño	Con tanque	4	4	0.75

NOTA: Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente, o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usarán las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a un aparato sanitario que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columnas

Tabla V. Gastos probables para la aplicación del método de Hunter (lt/seg)

No. de	Gasto		No. de	Gasto	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
3	0.12	---	40	0.91	1.74
4	0.16	---	42	0.95	1.78
5	0.23	0.91	44	1.00	1.82
6	0.25	0.94	46	1.03	1.84
7	0.28	0.97	48	1.09	1.92
8	0.29	1.00	50	1.13	1.97
9	0.32	1.03	55	1.19	2.04
10	0.34	1.06	60	1.25	2.11
12	0.38	1.12	65	1.31	2.17
14	0.42	1.17	70	1.36	2.23
16	0.46	1.22	75	1.41	2.29
18	0.50	1.27	80	1.45	2.35
20	0.54	1.33	85	1.50	2.40
22	0.58	1.37	90	1.56	2.45
24	0.61	1.42	95	1.62	2.50
26	0.67	1.45	100	1.67	2.55
28	0.71	1.51	110	1.75	2.60
30	0.75	1.55	120	1.83	2.72
32	0.79	1.59	130	1.91	2.80
34	0.82	1.63	140	1.98	2.85
36	0.85	1.67	150	2.06	2.95
38	0.88	1.70	160	2.14	3.04

Continuación Tabla V

No. de unidades	Gasto probable		No. de unidades	Gasto probable	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
170	2.22	3.12	390	3.83	4.60
180	2.29	3.20	400	3.97	4.72
190	2.37	3.25	420	4.12	4.84
200	2.45	3.36	440	4.27	4.96
210	2.53	3.44	460	4.42	5.08
220	2.60	3.51	480	4.57	5.20
230	2.65	3.58	500	4.71	5.31
240	3.75	3.65	550	5.02	5.57
250	2.84	3.71	600	5.34	5.83
260	2.91	3.79	650	5.85	6.09
270	2.99	3.87	700	5.95	6.35
280	3.07	3.94	750	6.20	6.61
290	3.15	4.04	800	6.60	6.84
300	3.32	4.12	850	6.91	7.11
320	3.37	4.24	900	7.22	7.36
340	3.52	4.35	950	7.53	7.61
380	3.67	4.46	1000	7.84	7.85

Tabla VI. Gastos probables para la aplicación del método de Hunter para más de 1000 unidades (lt/seg) (1)

No. de unidades	Gasto probable	No. de unidades	Gasto probable
1100	8.27	2600	14.71
1200	8.70	2700	15.12
1300	9.15	2800	15.53
1400	9.56	2900	15.97
1500	9.90	3000	16.20
1600	10.42	3100	16.51
1700	10.85	3200	17.23
1800	11.25	3300	17.85
1900	11.71	3400	18.07
2000	12.14	3500	18.40
2100	12.57	3600	18.91
2200	13.00	3700	19.23
2300	13.42	3800	19.75
2400	13.86	3900	20.17
2500	14.29	4000	20.50

(1) para el número de unidades de esta tabla, es indiferente que los artefactos sean de tanque o de válvula.

4.4 Cálculo de tubería

En el dimensionamiento de las redes de agua fría, en general, aparecerán dos o más tipos de redes, por lo que es indispensable que se adopte una definición o convención de términos a fin de dar claridad y facilidad de trabajo en las condiciones de cálculo que a continuación se expondrán. Es por eso que se definen como:

Sub-ramales: pequeñas longitudes de tubería que conectan los ramales a los aparatos sanitarios.

Ramales: tuberías derivadas del alimentador y que abastecen agua a punto de consumo aislado, un baño o grupo de aparatos sanitarios.

Tubería de alimentación: tubería de distribución de agua que no es de impulsión, ni de aducción. El dimensionamiento de las redes de agua comenzará por los sub-ramales calculando enseguida los ramales, continuando el cálculo con la tubería de alimentación.

4.4.1 Dimensionamiento de los sub-ramales

Cada sub-ramal sirve a un aparato sanitario, y es dimensionado siguiendo valores, que han sido elaborados después de numerosas experiencias con los diversos aparatos sanitarios. Los fabricantes de aparatos suministran en sus catálogos los diámetros de los sub-ramales. Estas informaciones son de importancia principalmente en el caso de equipos especiales como los de lavandería, cocinas, laboratorios, etc.

Puede utilizarse la tabla IV para escoger el diámetro del sub-ramal, la cual suministra elementos para una estimación preliminar sujetos a modificaciones y rectificaciones que irán a ser determinadas por las particularidades de cada caso.

Tabla VII. Diámetro de los sub-ramales

Tipo de aparato sanitario	Diámetro del sub-ramal en pulgadas		
	Presiones hasta 10m	Presiones mayores de 10m	Diámetro mínimo
Lavatorio	1/2	1/2	1/2
Bidet	1/2	1/2	1/2
Tina	3/4 - 1/2	3/4	1/2
Ducha	3/4	1/2	1/2
Grifo de cocina	3/4	1/2	1/2
Inodoro con Tanque	1/2	1/2	1/2
Inodoro con Válvula	1 1/2 - 2	1	1 1/4
Urinario con Tanque	1/2	1/2	1/2
Urinario con Válvula	1 - 1/2 - 2	1	1

4.4.2 Dimensionamiento de los ramales de alimentación

El dimensionamiento de un ramal podrá efectuarse estudiando el suministro de agua, bajo dos formas distintas:

- a. En función del consumo simultáneo máximo posible de todos los aparatos sanitarios.

b. En función del consumo simultáneo máximo probable de los aparatos sanitarios.

a. Consumo simultáneo máximo posible:

Admite que todos los aparatos servidos por el ramal sean utilizados simultáneamente en tal forma que la descarga total en el extremo del ramal será la suma de las descargas en cada uno de los sub-ramales. Esta consideración ocurre, por lo general, en establecimientos donde hay horarios estrictos para la utilización de duchas, lavatorios, inodoros o urinarios como es el caso de los establecimientos de enseñanza o cuarteles. La gran desventaja de este criterio es el aspecto económico, porque precisará de diámetros mayores.

Para la selección del diámetro se toma como base o unidad el caño de ½" refiriéndose las demás salidas a él, de tal modo que la sección del ramal en cada tramo sea equivalente hidráulicamente a la suma de las secciones de los sub-ramales por el alimentador. La tabla V da, para los diversos diámetros, el número de tuberías de ½" que serían necesarios para dar la misma descarga.

b. Consumo simultáneo máximo probable:

Se basa en ser poco probable el funcionamiento simultáneo de todos los aparatos de un mismo ramal y en la probabilidad de que con el aumento del número de aparatos, el funcionamiento simultáneo disminuye. El inconveniente de aplicación de este método, es que realmente es difícil obtener información sobre la utilización de los aparatos sanitarios, por el diferente horario y uso que se les de, de acuerdo al tipo de establecimiento, sea que se trate de edificios de viviendas, oficinas, hoteles, etc., donde la probabilidad de uso es muy variada de acuerdo al tipo de aparato y el equipamiento de aparatos.

Si se toma el ejemplo simple de un baño completo, compuesto de lavatorio, bidet, inodoro, ducha y tina, es lógico admitir que en ningún momento estarán funcionando todos los aparatos a la vez. Se puede considerar la simultaneidad de uso de dos aparatos a la vez. Esta es la razón por la que se han preparado una serie de valores con fundamento probabilístico y numerosas experiencias que permiten asumir el número de aparatos que están funcionando simultáneamente.

Existen varias formas de efectuar el dimensionamiento de las tuberías, pudiendo mencionarse las siguientes:

1. Método basado en el cálculo de probabilidades:

La determinación del porcentaje de utilización de los aparatos es hecha por cálculos matemáticos de probabilidades que establecen una fórmula aproximada del porcentaje del número de aparatos que se deben considerar funcionando simultáneamente, en función del número total de ramales que sirve. El método solo debe ser aplicado a sistemas que tengan un elevado número de aparatos sujetos a uso frecuente, pues para condiciones normales conducirá a diámetros exagerados. Por eso la selección final de diámetros debe efectuarse dentro de un criterio lógico y para condiciones que se parezcan a la realidad del país.

Existen diferentes formas de aplicación del método de probabilidades habiéndose, inclusive, preparado curvas de probabilidades y tablas diversas, por lo que se recomienda usar, como un primer tanteo o estimativa, la tabla de probabilidades de uso de los aparatos sanitarios bajo condiciones normales (tabla VI), preparada por el U.S. Department of Commerce Building Code, debiéndose reiterar que cuanto mayor es el número de aparatos, existe menos probabilidad de uso.

2. Método empírico:

Este método sigue las recomendaciones prácticas de ciertos autores, sin indicar como llegaron a esos resultados. Puede ser dimensionamiento o instalaciones de pequeña importancia, como pueden ser residencias, edificios de pequeños departamentos o fábricas y oficinas pequeñas.

Para este fin, se presenta la tabla VII para instalaciones pequeñas o viviendas y para instalaciones comerciales, dejando a criterio del lector su utilización.

4.4.3 Dimensionamiento de las tuberías de alimentación

En el cálculo de las tuberías de alimentación sea que suministren agua de abajo hacia arriba o viceversa, puede aplicarse el método de las probabilidades, pero resulta complicado y poco práctico en las aplicaciones, por lo que se emplea el método de Hunter.

El método de Hunter consiste en asignar un “peso” a cada tipo de aparatos o grupo de baños, según se trate de uso público o privado.

4.4.3.1 Procedimiento de cálculo de los alimentadores de un sistema de abastecimiento de agua.

1. Efectuar un esquema vertical de alimentadores, teniendo en cuenta que cada alimentador debe abastecer agua con el menor recorrido a los diferentes servicios higiénicos. Generalmente, en edificios, los baños o grupos de baños, se ubican en el mismo plano vertical.
2. Dimensionar los esquemas con la ayuda de los planos.

3. Para cada alimentador, calcular las unidades Hunter (UH) y los gastos acumulados, desde abajo hacia arriba, anotando el gasto total a nivel del plano de azotea.

4. Determinando el tipo de tubería, la velocidad del agua y la altura de los alimentadores, se calcula el diámetro de cada uno de ellos.

Tabla VIII. Equivalencias de gastos en tuberías de agua, tomando como unidad la tubería de 1/2" de diámetro, para las mismas condiciones de pérdida de presión y para una presión dada

Diámetro del tubo en pulgadas	Número de tubos de 1/2" con la misma capacidad
1/2	1
3/4	2.9
1	6.2
1 1/4	10.9
1 1/2	17.4
2	37.8
2 1/2	65.5
3	110.5
4	189
6	527
8	1250
10	2090

Tabla IX. Factores de uso

No. de aparatos sanitarios	Factor de uso	
	Aparatos comunes	Aparatos de válvula
2	100%	100%
3	80%	65%
4	68%	50%
5	62%	42%
6	58%	38%
7	56%	35%
8	53%	31%
9	51%	29%
10	50%	27%
20	42%	16%
30	38%	12%
40	37%	9%
50	36%	8%
60	35%	7%
70	34%	6.1%
80	33%	5.3%
90	32%	4.6%
100	31%	4.2%
200	30%	3.1%
300	29.1%	1.9%
500	27.5%	1.5%
800	25.8%	1.2%
1000	25%	1.0%

Tabla X. Método empírico

Aparatos servidos por el ramal	Aparatos a considerar en funcionamiento simultáneo	Consumo en lts./seg.
Un baño completo con inodoro de tanque	Tina y lavatorio	21
Dos baños completos con inodoro de tanque	Dos tinas	30
Tres baños completos con inodoro de tanque	Dos tinas y dos lavatorios	42
Un baño con inodoro de tanque, cocina y un baño de servicio con tanque	Tina, llave, cocina y dos inodoros	31
Un baño completo con inodoro de válvula Flush	Un inodoro con válvula flush y una tina	135
Dos baños completos con inodoro de válvula Flush	Dos inodoros	240
Tres baños completos con inodoro de válvula Flush	Dos inodoros	240

5. DISEÑO HIDRÁULICO PARA DRENAJES

5.1 Evacuación de aguas residuales

La evacuación de aguas se realiza por medio de un conjunto de tuberías que deberán llenar las condiciones siguientes:

1. Evacuar rápidamente las aguas, alejándola de los aparatos sanitarios.
2. Impedir el paso del aire, olores y organismos patógenos de las tuberías al interior de los edificios o viviendas.
3. Las tuberías deben ser de materiales durables e instaladas de manera que no se provoquen alteraciones con los movimientos de los edificios.
4. Los materiales de las tuberías deben resistir la acción corrosiva de las aguas que transportan.

5.1.1 Partes de una red de evacuación

Consta de las siguientes partes:

- a. Tuberías de evacuación propiamente dichas.
- b. Los sifones o trampas.
- c. Las tuberías de ventilación.

a. Tubería de evacuación

El conjunto de tuberías de evacuación de aguas de un edificio puede dividirse en tres partes:

- a.1 Derivaciones.
- a.2 Columnas o bajantes.
- a.3 Colectores.

a.1 Derivaciones

Son las que enlazan los aparatos sanitarios con las columnas o bajantes. Son simples cuando sirven a un solo aparato, y compuestas cuando sirven a varios. En el primer caso, el diámetro depende del tipo de aparato. En el segundo, varía con la pendiente y el número de aparatos servidos.

a.2 Columnas

Llamadas también bajantes, son las tuberías de evacuación vertical. Aunque usualmente no se practica, se recomienda que se enlacen por su parte inferior a los colectores horizontales de descarga en dos formas, o se coloca un sifón en la base de cada columna, entre ésta y el colector, o bien, se enlazan directamente las columnas con el colector, disponiendo un sifón al final de éste.

El primer sistema tiene la ventaja de que no pasan a las columnas las emanaciones que se producen en el colector, debido a que por su recorrido horizontal se depositan en él fácilmente sustancias sólidas, que lleva el agua en suspensión.

Tiene el inconveniente de ser más caro, y que al mantener los cierres hidráulicos en las bases de las columnas, facilita la formación de sobre presiones en la parte inferior de éstas, al descargar el agua. Es frecuente el descargar las columnas en una caja de registro, que permite la inspección de la base de aquella y facilita el enlace con el colector, sobre todo si éste es de distinto material, como ocurre frecuentemente, al disponer colectores de concreto o cemento normalizado.

Las columnas en su parte superior, deben prolongarse hasta atravesar la azotea del edificio y dejar abierto su extremo superior, que puede cubrirse con un sombrero, cuyo objeto no es solo de proteger la columna contra la entrada de cuerpos extraños, sino facilitar por la acción del viento, una aspiración de los gases contenidos en aquella.

a.3 Colectores

Son las tuberías horizontales que recogen el agua al pie de las columnas y la llevan a la red de alcantarillado público o exterior. Los diversos colectores que forman la red horizontal de saneamiento, se unen a su vez en un colector final que lleva el agua a la alcantarilla o red exterior de desagüe. Los materiales más empleados son el concreto, cemento normalizado, PVC, asbesto cemento y hierro fundido.

Se deben colocar cajas de registro de 30cm. x 60cm. En los puntos de recibo de bajantes o columnas, en los lugares de reunión de dos o más colectores, en los cambios de dirección, y cada 20m como máximo de longitud en cada colector.

Para fines de diseño de las instalaciones sanitarias, es necesario tomar en cuenta el uso que se va a hacer de dichas instalaciones, el cual depende fundamentalmente del tipo de casa o edificio al que se va a prestar servicio, por lo que para diseñar se clasifican las instalaciones sanitarias en tres tipos o clases.

Primera clase: ésta es de uso privado y se aplica para instalaciones en vivienda, cuartos de baño privado, hoteles o instalaciones similares, destinados a una familia o una persona.

Segunda clase: ésta es la llamada de uso semipúblico, corresponde a instalaciones en edificios de oficinas, fábricas, o similares, en donde los muebles son usados por un número limitado de personas que ocupan la edificación.

Tercera clase: a esta clase corresponden las instalaciones de uso público, donde no existe límite en el número de personas ni en el uso, tal es el caso de los baños públicos, sitios de espectáculos y similares.

Los dos sistemas existentes son:

Unitario: cuando en la misma red se vierten tanto aguas negras como aguas de lluvia.

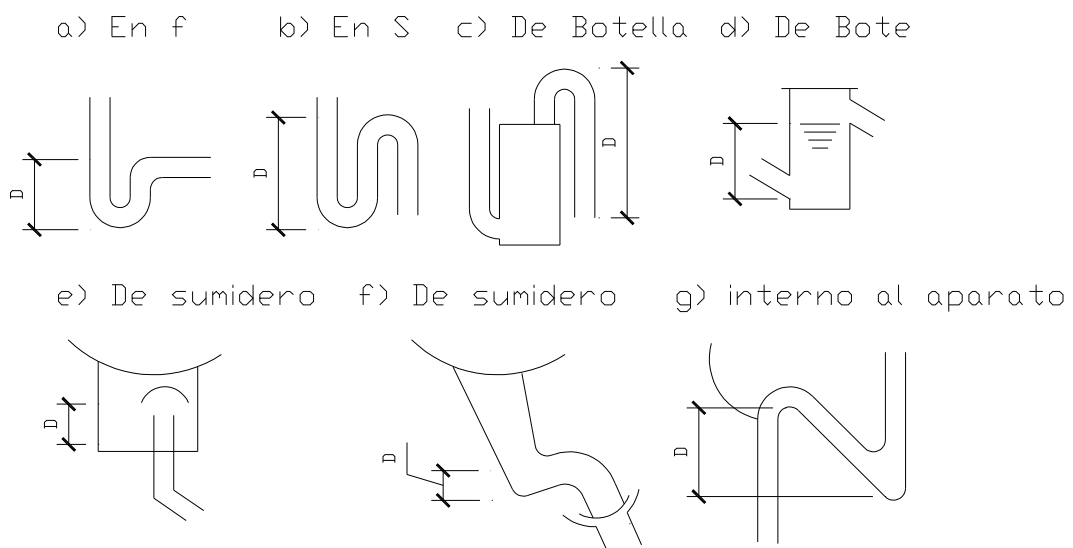
Separado: cuando se tienen dos redes distintas, una para agua de lluvia y otra para las aguas negras. Este sistema es el más recomendable.

Con el primer sistema, en lugares lluviosos, se tiene a los tubos trabajando llenos con las lluvias, con lo cual la ventilación resulta insuficiente y fácilmente se descargan los sifones.

b. Sifón o trampa

Es un dispositivo que tiene por objeto evitar que pasen al interior de los edificios las emanaciones procedentes de la red de evacuación, y al mismo tiempo deben permitir paso fácil de las materias sólidas en suspensión en el agua, sin que aquellas queden retenidas o se depositen obstruyendo la trampa. El sistema usado consiste en un cierre hidráulico. Deben llevar un registro que permita inspeccionarlos. Muestras de diferentes tipos de trampas:

Figura 5. Muestras de diferentes tipos de trampas



a, b y c, se colocan inmediatamente a la salida del tubo de descarga del aparato (lavado, lavadero, etc.). El d, empotrado en el pavimento; adecuado para aparatos cuyo tubo de descarga arranca muy abajo, como en bañeras,

duchas, etc. Se emplea mucho como trampa única que recoge varios servicios de un baño.

e y f, para aguas de lluvia o aguas sucias vertidas sobre el pavimento (patios, lavaderos, garajes, etc.). g, forma parte del aparato (W.C.).

La cota D indica la altura de agua del cierre hidráulico. A primera vista parece natural para el objetivo de una trampa:

- Aumentar la cota D,
- Aumentar el volumen de agua retenida
- Hacer más difícil el paso del agua

Sin embargo, cada una de estas operaciones tiene el inconveniente de favorecer la obstrucción de la trampa.

Las pruebas experimentales demuestran que la cota D, no debe ser inferior a 5 cm. Para que el cierre hidráulico sea efectivo. Aumentando D, se aumentan las posibilidades de retención de las materias sólidas arrastradas por las aguas negras. Conviene que D no pase de 6 ó 7 cm.

En trampas para aguas de lluvia o aguas sucias sin materias sólidas y con uso poco frecuente, D debe ser igual o mayor de 10 cm. El aumentar el volumen de agua no mejorará mucho la eficiencia de la trampa y favorece, en cambio, la sedimentación de sólidos al reducir la velocidad del agua. El aumento de volumen por otra parte, compensa en parte la pérdida de agua por evaporación en trampas usadas con poca frecuencia.

Por lo tanto, se recomiendan volúmenes grandes de agua en los casos de agua de lluvia o aguas sin materias sólidas y uso poco frecuente.

El hacer difícil el paso del agua es, quizá, lo más efectivo para evitar el fenómeno de sifonamiento, pero no es recomendable, por dificultar el paso de los sólidos a través de la trampa. Aunque suponga gran costo, se debe instalar red de ventilación para evitar el sifonamiento.

c. Redes de ventilación

Están constituidas por una serie de tuberías que acometen a la red de desagüe cerca de las trampas, estableciendo una comunicación con el aire exterior. Consta de las derivaciones que salen de los aparatos y se enlazan a las columnas de ventilación.

Las derivaciones horizontales deben tener pendiente para dar salida por los tubos de descarga al agua de condensación que llegue a formarse.

Las columnas deben tener el mismo diámetro en toda la altura. En su extremo inferior se enlazan con los bajantes o colectores de la red de desagüe a fin de eliminar agua de condensación. Por la parte alta se prolongan hasta unirse nuevamente con las columnas de descarga por encima del aparato más alto, o bien independientemente hasta atravesar la azotea y salir al exterior.

Cuando se trata de un edificio de mucha altura, los enlaces de la columna de ventilación y la de descarga no deben limitarse al interior y al superior, sino que deben hacerse otros intermedios, pues al descargar los aparatos en columnas altas, se producen, en distintas cotas de la columna,

diversos casos de sobrepresión o depresión y aquellos enlaces restablecen el equilibrio.

c.1 Sistemas de ventilación:

c.1.1 Ventilación simple: en este tipo, cada trampa se ventila directamente. Este sistema es el más satisfactorio y resulta eficaz, tanto contra el sifonamiento producido por la descarga en la bajada, como contra el autosifonamiento debido a la descarga a través de la misma derivación.

c.1.2 Ventilación en colector: solo puede instalarse cuando hay varios aparatos en batería, enlazándose cada colector de derivación por su extremo con la columna de derivación. El sistema puede resultar inútil contra el fenómeno de autosifonamiento si la derivación de descarga de un aparato es muy larga y de poca sección.

Tabla XI. Dimensiones para circuitos horizontales de ventilación

Diámetro del tubo de desagüe (Plg)	Máximo No. de unidades	Diámetro del circuito de ventilación				
		1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
		Máxima longitud horizontal en pies				
1 1/2	10	20				
2	12	15	40			
2	20	10	30			
3	10	---	20	40	100	
3	30	---	---	40	100	
3	60	---	---	16	80	
4	100	---	7	20	52	200
4	200	---	6	18	50	180
4	500	---	---	14	36	140

Tabla XII. Diámetro y longitud de ventilación

Diámetro de desagüe vertical	Unidades de peso conectadas.	Diámetro de Ventiladores Requeridos								
		1 ¼	1 ½	2"	2	3"	4"	5"	6"	8"
		Máxima longitud del ventilador en pies								
1 ¼	2	3								
1 ½	8	5	15							
1 ½	10	3	10							
2	12	3	75	20						
2	20	2	50	15						
2 ½	42		30	10	30					
3	10		30	10	20	60				
3	30			60	20	50				
3	6			50	80	40				
4	100			35	10	26	100			
4	200			30	90	25	900			
4	500			20	70	18	700			
5	200				35	80	350	100		
5	500				30	70	300	900		
5	1100				20	50	200	700		
6	350				25	50	200	400	130	
6	620				15	30	125	300	110	
6	960					24	100	250	100	
6	1900					20	70	200	700	

Continuación Tabla XII.

Diámetro de desagüe vertical	Unidades de peso conectadas.	Diámetro de ventiladores requeridos								
		1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"
		Máxima longitud del ventilador en pies								
8	600						50	150	500	130
8	1400						40	100	400	120
8	2200						30	80	350	110
8	3600						25	60	250	800
10	1000							75	125	100
10	2500							50	100	500
10	3800							30	80	350
10	5600							25	60	250

5.2 Cálculo de las instalaciones de drenaje

Para el cálculo o dimensionamiento de las instalaciones de drenajes, es necesario definir un concepto que se conoce como *unidad de descarga*. Esta unidad se define en forma convencional como la correspondiente a la descarga del agua residual de un lavabo común en uso doméstico y que corresponde a un caudal de 20 litros por minuto. Esta unidad de descarga constituye la referencia para estimar las descargas de todos los demás muebles, accesorios o aparatos sanitarios.

Tabla XIII. Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo del sifón y derivación		
	Clase			Clase		
	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra
Lavabo	1	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Tina	3	4	4	1 ¼	2	2
Bidet	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Cuarto de baño completo	7	----	----	3	3	3
Regadera	2	3	3	1 ¼	2	2
Urinario suspendido	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Urinario vertical	----	4	4	----	2	2
Fregadero de viviendas	3	----	----	1 ¼	----	----
Fregadero de restaurante	----	8	8	----	3	3
Lavadero (ropa)	3	3	----	1 ¼	1 ¼	----
Vertedero	----	8	8	4	4	----
Bebedero	1	1	1	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Lavaplatos de Casa	2	----	----	1 ½	----	----
Lavaplatos comercial	----	4	----	----	----	2

NOTA: El diámetro mínimo es el nominal de la tubería (pulgadas).

5.2.1 Dimensionamiento de las derivaciones en colector

Las derivaciones o ramales se calculan a partir del conocimiento del número de descarga a las que dará servicio dicha tubería, esto se logra con la suma de las unidades de descarga de todos los muebles sanitarios que va a desalojar la derivación.

Tabla XIV. Diámetro de las derivaciones en colector

Derivación en colector		Número máximo de unidades de descarga			
mm	pulg.	Derivación horizontal s=0	Pendiente		
			1/100	2/100	3/100
32	1 ½	1	1	1	1
38	1 ½	2	2	2	2
50	2	4	5	6	8
63	2 ½	10	12	15	18
75	3	20	24	27	36
100	4	68	84	96	114
125	5	144	180	234	280
150	6	264	330	440	580
200	8	696	870	1150	1680
250	10	1392	1740	2500	3600
300	12	2400	3000	4200	6500
350	14	4800	6000	8500	135000

Tabla XV. Caudales base de los aparatos sanitarios

Designación de los aparatos	Caudal base l/seg
Bidé, lavapies	0,50
Lavabo	0,75
Fregadero, lavadero	0,75
Ducha	0,50
Bañera	1,50
Urinario	1,00
Inodoro no sifónico	1,50
Inodoro sifónico	2,00

5.3 Colección y evacuación de agua de lluvia

Es el sistema de canaletas y/o tuberías que recoge el agua proveniente de las precipitaciones pluviales que caen sobre techos, patios y/o zonas pavimentadas de una edificación, y lo evacúa hacia un sistema de disposición adecuado.

En este numeral se tratará solamente del sistema de colección y evacuación de aguas de lluvia interior, es decir, de una edificación, dejando la disposición final, que entra en el campo de las redes interiores.

Es necesario recalcar, que existen tres formas de evacuar finalmente el agua de lluvia: red de evacuación de aguas de lluvia separada del sistema de alcantarillado, red de alcantarillado mixto y evacuación hacia cunetas o jardines.

Previamente al diseño y cálculo del sistema de evacuación de agua de lluvia, es importante analizar si es necesario o conveniente considerarlo en un proyecto de instalaciones sanitarias de una edificación. Para ello hay que tener en cuenta algunos factores que influyen en la decisión:

- a. Intensidad de la precipitación pluvial.
- b. Frecuencia de lluvias.
- c. Área de edificación expuesta a lluvia.
- d. Sistema de disposición final con que cuenta la ciudad o lugar donde se encuentra la edificación.
- e. Costo del sistema.

El análisis de todos estos factores combinados, llevará a una decisión de implantar o no el sistema de evacuación de agua de lluvia. En los lugares donde, por la gran frecuencia y alta precipitación pluvial, se cuenta con red separada para evacuación de agua de lluvia, es indispensable diseñar el sistema en las edificaciones, conectándola a la red indicada.

Aún cuando la ciudad o lugar no cuente con red separada, pero se produzcan lluvias de alta precipitación y frecuencia, será necesario incluir el sistema, evacuando el agua de lluvia a las cunetas. En los lugares donde la precipitación pluvial con alta frecuencia, es baja, deberá instalarse sistemas de agua de lluvia, conectados a jardines o a la red de alcantarillado, tomando las precauciones necesarias para no obstruir los colectores, instalando interceptores de sólidos.

Donde la precipitación es bajísima y las lluvias de alta precipitación caen con frecuencia muy bajas (15, 20, 30 años), no es económico instalar un sistema de agua de lluvia separado, pudiendo en todo caso, tomar las precauciones dando pendientes a los techos y conectando la parte más baja a alguna bajada de desagüe con su respectivo interceptor de sólidos.

En el proyecto de un sistema de colección y evacuación de agua de lluvia, se deberán considerar dos etapas: el diseño del sistema y el cálculo de los conductores.

Para el diseño será necesario, estudiar detenidamente el proyecto arquitectónico de una edificación, a fin de determinar las áreas expuestas a lluvia, ya sean techos, azoteas, patios, terrazas, ingresos (rampas), garajes, estacionamientos, etc., donde será indispensable instalar los accesorios necesarios que colectarán el agua de lluvia a través de las superficies consideradas, diseñando la pendiente apropiada para cada área o secciones de área si es muy extensa.

Para terrazas, patios, ingresos o ambientes utilizables, cuyas aguas son descargadas a la red de desagües, será indispensable considerar trampas o sifones, para impedir la salida de gases, no así para techos o azoteas, donde puede conectarse a conductos de desagüe y en los casos ya explicados anteriormente. En general, será necesario la instalación de sumideros con rejilla y separador de sólidos.

El cálculo de los conductos, ya sea horizontales para la colección del agua de lluvia, o verticales para las bajadas respectivas, se puede efectuar en varias formas. El Reglamento Nacional de Construcciones posee tablas para el

cálculo de montantes, conductos horizontales y canales semicirculares en las que se fija el diámetro con la intensidad de lluvia y la proyección horizontal del área servida.

Así mismo puede calcularse el diámetro de los conductos con la fórmula

$$Q = \frac{C.I.A.}{360} \quad \text{en la que:}$$

Q = Caudal en m³/seg.

C = Relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área.

I = Intensidad de lluvia en mm./hora

A = Área a drenar en hectáreas.

El valor de C puede estimarse:

- Para superficies impermeables de techos = 0.75 a 0.95
- Para pavimentos de asfalto = 0.85 a 0.90
- Para jardines, parques o prados = 0.05 a 0.25

También se presenta otra opción para la obtención del coeficiente C , dada por el sitio www.uaemex.mx

Tabla XVI. Coeficiente de escurrimiento

Tipo de superficie	Coeficiente de escurrimiento
Azoteas	1
Pacios y estacionamientos	
Loseta	1
Asfalto	0.95
Concreto	0.95
Jardines: suelo arenoso	
Horizontales a 2%	0.1
Promedio de 2 a 7%	0.15
Inclinados a 7%	0.2
Jardines: suelo compacto	
Horizontales a 2%	0.17
Promedio de 2 a 7%	0.22
Inclinados a 7%	0.35

Para determinar la intensidad de lluvia se deberá hacer uso de las curvas de intensidad-frecuencia-duración o bien por medio de las fórmulas de intensidad para la zona de estudio. Un elemento necesario para determinar la intensidad de diseño, es la frecuencia con que ésta se presentará; puede asumirse una frecuencia de 10 o 20 años para el medio, ya que las tormentas demasiado intensas raramente se presentan, pero lluvias fuertes no usuales, se precipitan usualmente con este intervalo de tiempo en promedio.

Para la ciudad de Guatemala se cuenta con los estudios realizados por los ingenieros Francisco José Ochoa U (Tesis profesional 1,950) y Julio Mario de la Riva L.(Tesis profesional 1,963) quienes elaboraron este tipo de curvas con los registros de los pluviógrafos instalados en el edificio de Sanidad y en el Observatorio Meteorológico Nacional. En ambos trabajos fue encontrada una marcada diferencia por lo que el ingeniero de la Riva propuso que para la zona atlántica de drenajes se usaran las curvas del ing. Ochoa, mientras que para la zona pacífica se usaran las obtenidas por él.

Los resultados de ambos trabajos se pueden resumir en las siguientes fórmulas:

Frecuencia	Zona Atlántica	Zona Pacífica
2 años	$I = \frac{2838}{t+18}$	$I = \frac{3624.1}{t+27.8}$
5 años	$I = \frac{3706}{t+22}$	$I = \frac{4978.1}{t+32.8}$
10 años	$I = \frac{4203.7}{t+23.2}$	$I = \frac{5915.7}{t+35.8}$
20 años	$I = \frac{4604.5}{t+24.2}$	$I = \frac{6889.1}{t+39.5}$

donde:

I = Intensidad de lluvia promedio en la zona drenada en mm/hora

t = tiempo de concentración en minutos

Conocido el Q y la pendiente del área o conducto, podrá determinarse el diámetro respectivo.

Para la obtención del diámetro en cms. se utiliza la fórmula de Manning

$$D = \left(\frac{691,000 \times Q \times n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

donde:

$D_{cm.}$ = Diámetro interior del tubo, en cms.

Q = Caudal requerido en m³ / seg.

n = Coeficiente de rugosidad (ver tabla)

S = Pendiente

Tabla XVII. Coeficiente de rugosidad “n” para las fórmulas de Manning en tuberías.

Material	n
PVC y Polietileno de alta densidad	0.009
Asbesto Cemento	0.010
Hierro fundido nuevo	0.013
Hierro fundido usado	0.017
Concreto liso	0.012
Concreto rugoso	0.016
Mampostería con mortero de cemento	0.020
Acero soldado con revestimiento interior a base de epoxy	0.011
Acero sin revestimiento	0.014
Acero galvanizado nuevo o usado	0.014

6. EQUIPOS Y DESINFECCIÓN

6.1 Equipos de bombeo

Los equipos de impulsión de aguas en edificios o simplemente bombas tienen, en instalaciones sanitarias interiores, los siguientes objetivos:

1. Levantar el agua o líquido cloacal de un nivel a otro, dando una cierta presión, y
2. Aumentar la presión dentro de un sistema.

Los sistemas de abastecimiento de agua indirecta y mixtos o combinados en edificios, requieren de equipos de bombeo para poder cumplir con su finalidad de dar agua en cantidad y presión suficiente. Está demás indicar que en edificios ubicados en áreas no urbanizadas o sin redes públicas de agua potable que requieren suministro de pozos de agua, tienen la necesidad de equipos de bombeo para suministrar el agua.

Igualmente edificios con sótanos de niveles más bajos que el de la calle requieren muchas veces de bombas de desagüe para la eliminación de las aguas servidas. Por lo indicado, las bombas interesan fundamentalmente en las instalaciones interiores, siendo en muchos casos imprescindibles.

6.1.1 Clasificación

De acuerdo con la práctica usual en instalaciones sanitarias, las bombas se pueden clasificar en:

- a. **Electrobombas:** propias de áreas donde existe la corriente eléctrica.

b. Motobombas: se utilizan, especialmente, en lugares donde no existe la corriente eléctrica o en los casos de necesidad de equipos de bombeo móviles para limpieza de cisternas, limpieza de tanques sépticos u operaciones de riego. En su funcionamiento, dan mayores molestias que las anteriores.

c. A vapor: son especialmente para uso industrial.

Normalmente por sus múltiples ventajas, las electrobombas son las de mayor importancia.

6.1.2 Tipos de equipos de impulsión para edificios

Los fabricantes de equipos ofrecen una gran variedad de bombas, equipos de control y accesorios conforme a la variedad de demandas tanto de caudal como de presión. Es importante acotar que, dada la gran variedad, es necesario que la selección del equipo sea lo más cuidadosa posible, sin descuidar el aspecto económico. A continuación se indican algunos de los equipos de bombeo más utilizados en instalaciones sanitarias interiores.

6.1.2.1 Bombas centrífugas

Es el tipo de bomba más usada en edificios. Consiste en un impulsor que, mediante la aplicación de energía mecánica, imprime mayor velocidad al agua que entra por el ojo del impulsor forzándola a circular entre el mismo y la carcasa, hasta salir por el orificio de descarga, obteniéndose un aumento de la energía en el agua a expensas del motor que a su vez provee mayor cantidad de energía debido a las pérdidas de fricción a través de todo el mecanismo.

La colocación de las bombas centrífugas puede ser para bombeo vertical u horizontal, según la bomba se coloque sobre la cisterna o en una cámara seca contigua a la cisterna. Este tipo de bombas pueden seccionar directamente de la red pública, lo que no es permitido por los reglamentos, por la posibilidad de contaminación de la red pública de agua. Cuando se instala en forma vertical, es necesario poner junto a la canastilla una válvula de pie, para mantener cebada la bomba. En edificios, deben instalarse siempre dos unidades, por razones de seguridad del servicio.

6.1.2.1.1 Cálculo de la característica del equipo

La capacidad del equipo debe ser equivalente a la máxima demanda simultánea, a fin de que si el tanque elevado se queda sin agua, la capacidad de la bomba puede suplir de inmediato la máxima demanda simultánea en la red interior.

La tubería de impulsión se puede estimar en:

Tabla XVIII. Diámetro interior de la tubería de impulsión

Gastos de bombeo en litros por segundo	Diámetro interior de la tubería de impulsión
Hasta 0.5	3/4"
Hasta 1.00	1"
Hasta 1.60	1 1/4"
Hasta 3.00	1 1/2"
Hasta 5.00	2"
Hasta 8.00	2 1/2"
Hasta 15.00	3"
Hasta 25.00	4"

La pérdida de carga total en la tubería es:

$$H_t = H_e + H_f + P_s$$

H_t = Pérdida de carga total en metros.

H_e = Pérdida de carga por elevación; y es igual a la diferencia de elevación del agua (de cisterna a tanque elevado)

H_f = Pérdida de carga por fricción en tuberías y accesorios.

P_s = Posición de agua a la salida del tanque elevado (2 metros mínimo).

El cálculo teórico de la potencia de la bomba está dado por la fórmula:

$$H.P. = \frac{Q \times H_t}{75 \times e}$$

Q = Gasto en litros por segundo.

H_t = Pérdida de carga total en metros.

e = Eficiencia de la bomba (de 60% a 70%)

La tubería de succión debe ser siempre de un diámetro mayor que la tubería de impulsión. Por ejemplo, si la tubería de impulsión es de $\frac{3}{4}$ " , la tubería de succión debe ser de 1".

6.1.2.1.2 Equipo de control

Para una mejor conservación del equipo de bombeo se debe considerar lo siguiente:

- a. Un interruptor flotador de doble circuito, para ser montado en el tanque elevado, para el control de las dos bombas centrífugas, según el nivel del tanque.
- b. Un alternador para cambiar automáticamente el orden de succión de arranque de las bombas.
- c. Dos interruptores automáticos con timbre de alarma para desconectar automáticamente las bombas en el caso de que no descarguen agua después de un intervalo de tiempo desde la puesta en marcha.

6.1.2.1.3 Accesorios

- a. Un interruptor flotador para la cisterna.
- b. Dos canastillas con válvula de pie de bronce para las dos tuberías de succión.

6.1.2.2 Bombas turbinas

Estas bombas son usadas para bombeo de agua en pozos profundos y son una variedad de las bombas centrífugas, donde los impulsores son colocados en forma vertical a lo largo de un eje. Su uso está indicado para

edificios ubicados en áreas donde no existen redes públicas de agua potable y cuyo único abastecimiento es un pozo profundo o en áreas urbanas con redes insuficientes para grandes edificios donde es necesario reforzar el suministro de agua por pozos profundos.

6.1.2.3 Bombas de velocidad variable

En medianas y grandes instalaciones donde no se desee instalar un tanque elevado este tipo de bombas son adecuadas ya que proporcionan gastos variables, manteniendo siempre la presión de servicio. Los equipos de velocidad variable pueden ser de tipo mecánico y eléctrico.

6.1.2.4 Electrobombas circuladoras (bombas Booster)

Estas bombas se instalan normalmente en el sistema de agua y sirven para aumentar la presión de la misma. Se emplean para circulación de agua caliente, helada o ambas para instalaciones de aire acondicionado.

6.1.3 Sistemas de agua hidroneumáticos

En los casos en los que no se desee la instalación del tanque elevado por razones de estética o por no sobrecargar la estructura de la vivienda o edificio, el tanque elevado se puede sustituir por este sistema: El sistema comprende lo siguiente:

- Bomba con motor eléctrico acoplado y colocado sobre la cisterna.
- Tanque hidroneumático.
- Interruptor de presión.

- Válvula de retención, entre la bomba y el tanque hidroneumático.
- Manómetro.
- Dispositivo de control automático y manual.
- Válvula de seguridad.
- Válvula de compuerta que permita la operación y desmontaje de los equipos.
- Dispositivo de drenaje del tanque con su válvula de compuerta.
- Compresor o cargadores de aire que reemplacen el aire perdido en el tanque hidroneumático.
- Dispositivo para detener el funcionamiento de las bombas y compresor (si lo hubiera) en caso de falta de agua en la cisterna.
- Indicador de niveles del agua dentro del tanque.

Para la selección de este sistema se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- a. Cuando se instale un equipo hidroneumático, debe disponerse de una cisterna, con capacidad mínima igual a la dotación diaria del edificio.
- b. La capacidad de la bomba debe ser igual a la máxima demanda simultánea del edificio.
- c. Bajo la condición de máxima demanda, las bombas tendrán intervalos mínimos de reposo de 10 minutos entre arranques sucesivos.
- d. La presión mínima en el tanque hidroneumático debe ser tal, que garantice la presión mínima de 5 lb/plg^2 (3.50 m) en el aparato menos favorecido.

- e. Para pequeñas y medianas instalaciones de este sistema la presión entre la máxima y mínima en los tanques neumáticos debe ser de 15 a 20 lb/plg². Para grandes instalaciones debe variar de 20 a 30 lb/plg²

6.2 Desinfección

Después que la red interior de agua potable o cualquier parte de ella halla sido instalada y/o reparada, deberá ser desinfectada tal como se indica a continuación, antes de ser puesta en servicio.

6.2.1 Desinfección de tuberías

Una vez instalada y probada hidráulicamente toda la red, ésta deberá ser desinfectada con cloro. Previamente a la cloración, es necesario eliminar toda suciedad y materia extraña, para lo cual se inyectará agua por un extremo y se le hará salir al final de la red. Para el caso de utilizar en la desinfección cloro líquido, se aplicará una solución a gas o cloro directamente de un cilindro, con aparatos adecuados para controlar la cantidad inyectada y asegurar la difusión efectiva de toda la tubería. Será preferible utilizar el aparato clorador de solución. El punto de aplicación será de preferencia al comienzo de la tubería y a través de una llave "*Corporation*".

En la desinfección de la tubería por compuestos de cloro disuelto, se podrá usar compuesto de cloro tal como hipoclorito de calcio o similares, cuyo contenido de cloro sea conocido. Se podrá aplicar la fórmula para calcular la cantidad de compuesto que figura para desinfección de cisternas y tanques. Para la adición de estos productos se usará una solución en agua, la que será

inyectada o bombeada dentro de la nueva tubería y en una cantidad tal que dé un dosaje de 50 mg./lt como mínimo.

El período de retención, será por lo menos de tres horas. Al final de la prueba, el agua deberá tener un residuo de por lo menos 5 mg/lt de cloro. Durante el proceso de la cloración, todas las válvulas y otros accesorios serán operados repetidas veces para asegurar que todas sus partes entren en contacto con la solución de cloro.

Después de la prueba, el agua con cloro será totalmente expulsada llenándose la tubería con el agua destinada al consumo.

6.2.2 Desinfección de cisternas y tanques elevados

Antes de realizar el enlucido o acabado final, se llenará con agua las estructuras de cisternas o tanques elevados a fin de detectar filtraciones y anomalías en las paredes y fondo. En el caso de estructuras de concreto, de preferencia, se verterá cal en la proporción de 1 Kg. por m³ de agua, con el fin de rellenar los intersticios de los muros. Una vez detectadas las filtraciones, se desaguará la estructura y se realizarán los resanes, rellenos y enlucidos.

La impermeabilización, si es necesario, se realizará mediante aditivos, de acuerdo a lo especificado por los fabricantes.

La desinfección se realizará de la siguiente manera:

1. Lavar las paredes de la cisterna o tanque elevado con una escoba o cepillo de acero, usando una solución concentrada de hipoclorito de calcio (150 a 200 mg/lt).

2. Abrir la válvula de ingreso de agua a la cisterna o tanque elevado hasta llenarlo, y luego cerrar dicha válvula. Por el buzón de inspección, verter una solución concentrada (150 a 200 mg/lit) de hipoclorito de calcio, de modo que el agua contenida en el reservorio quede con una concentración de 50 mg/lit de cloro.
3. Dejar que el agua permanezca en el reservorio durante 12 horas. Durante este tiempo, accionar repetidamente las válvulas, de modo que éstas y los accesorios también tomen contacto con el desinfectante.
4. Evacuar toda el agua del reservorio,

Fórmula para el cálculo del compuesto a utilizar

$$Grs. = \frac{P \times V}{(\%Cl \times 10)} \quad \text{Donde:}$$

Grs. = Peso en gramos del compuesto a utilizarse.

P = mg/lit de la solución a prepararse.

V = Volumen de agua en el reservorio, en litros.

%Cl = % de cloro disponible en el compuesto.

7. EJEMPLO DE APLICACIÓN

En este capítulo se desarrollará un ejemplo real de la instalación sanitaria y de agua potable de un edificio, donde se aplicará toda la teoría y métodos de cálculo desarrollados en los capítulos anteriores de este trabajo.

7.1 Agua potable

7.1.1 Generalidades del proyecto

- Edificio de apartamentos
- Cuatro niveles:
 1. Primer nivel: recepción, conserjería y tres apartamentos.
 2. Segundo, tercero y cuarto nivel: cuatro apartamentos cada nivel.

Por tratarse de un edificio ubicado en un área urbana y siendo de apartamentos de lujo se estimará una dotación de 250 litros por habitante cada día (lt/hab/día).

Se estimarán dos habitantes por habitación, teniendo dos habitaciones por apartamento.

El abasto de agua potable será por medio del agua municipal de los terrenos que ocupará el edificio y por pozo de 213.36 m.(700 ft) de profundidad, ubicado dentro del área del proyecto. Se tendrá un cisterna y por medio de un equipo de bombeo se elevará el agua hasta cuatro tanques elevados que estarán en la terraza del edificio.

7.1.2 Sistema de agua caliente:

Será un sistema independiente, es decir, cada apartamento contará con su propio calentador de agua que opere a gas propano o con electricidad, con tanque de almacenamiento con capacidad de 80 galones ubicado en el área de lavandería. Para los circuitos de agua caliente, se utilizará tubería de CPVC de 1 1/4" de diámetro, según los cálculos hechos a continuación:

Para el cálculo de los sub-ramales se utiliza la tabla IV (pág.56) y dependiendo del aparato sanitario, se le asigna un diámetro en pulgadas a cada sub-ramal, en este caso se asignaron de la siguiente manera:

Lavamanos 1/2"

Lavadero de cocina 1/2"

Ducha 1/2"

Lavadero de ropa 1/2"

Tina 3/4"

Para el cálculo de los ramales se utiliza la tabla V (pág. 60), se le asigna un número (equivalencia) a cada sub-ramal en función de su diámetro obtenido anteriormente quedando de la siguiente manera:

$$\theta \ 1/2" = 1$$

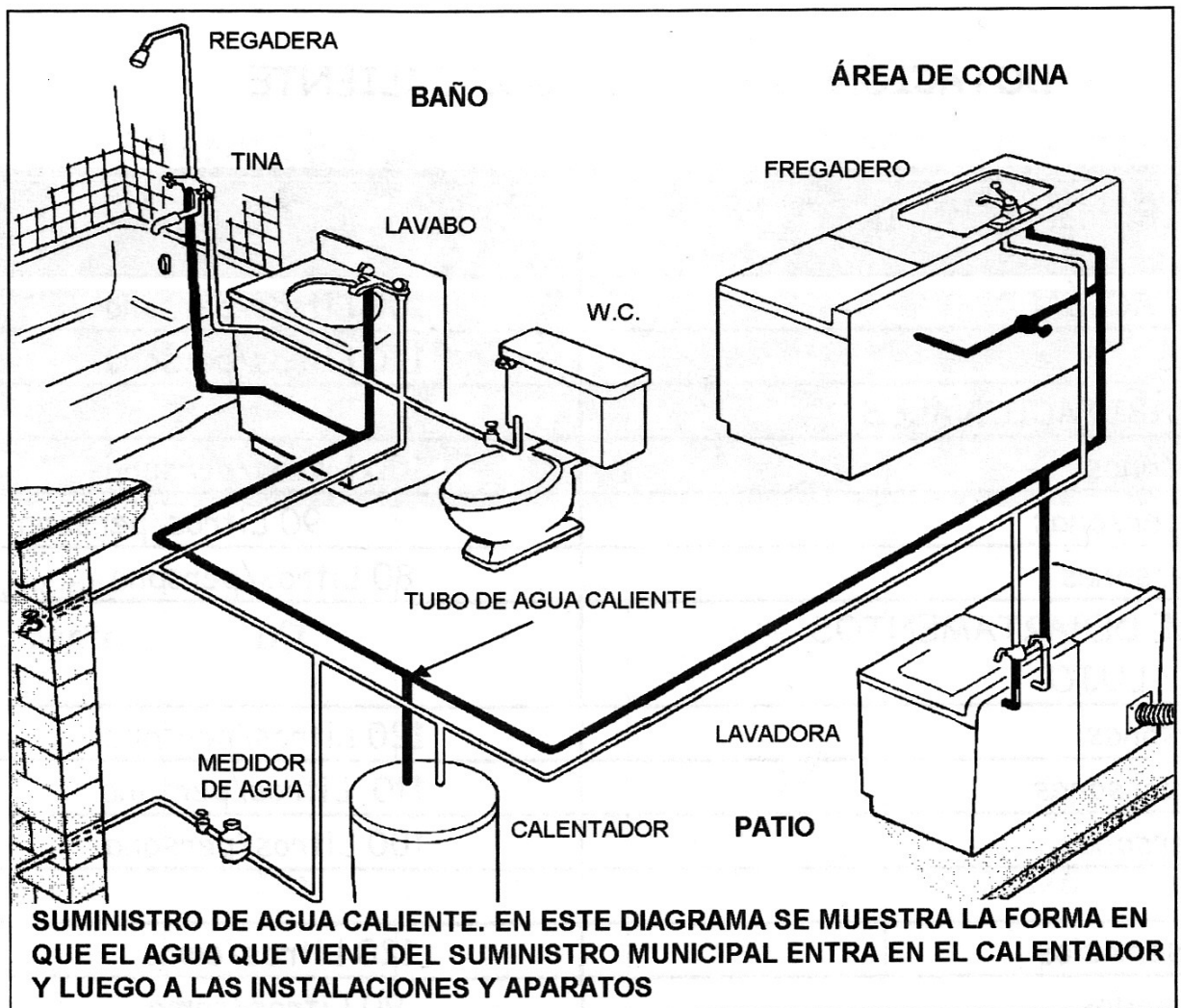
$$\theta \ 3/4" = 2.9$$

Luego, empezando desde el punto más alejado con respecto al alimentador principal, se analiza ramal por ramal y en función de los números anteriores, se calcula el diámetro por medio de la tabla V (Pág. 60), quedando de la siguiente manera:

Tabla XIX. Cálculo de la tubería de agua caliente

TRAMO	EQUIV.	DIÁMETRO	TRAMO	EQUIV.	DIÁMETRO
77-78	1	1/2"	74-75	6.9	1 1/4"
76-77	2	3/4"	73-74	7.9	1 1/4"
75-76	5.9	1"	73-78	7.9	1 1/4"

Figura 6. Detalle de la conexión de agua caliente



7.1.3 Sistema de agua fría

7.1.3.1 Cálculo de sub-ramales

Utilizando la tabla IV (pág.56) y dependiendo del aparato sanitario, se le asigna un diámetro en pulgadas a cada sub-ramal, en este caso se asignaron de la siguiente manera:

Lavamanos 1/2"

Inodoro con tanque 1/2"

Ducha 1/2"

Tina 3/4"

Lavadero de cocina 1/2"

Lavadero de ropa 1/2"

Chorros para patio 1/2"

7.1.3.2 Cálculo de ramales

Utilizando la tabla V (pág. 60), se le asigna un número (equivalencia) a cada sub-ramal en función de su diámetro obtenido anteriormente quedando de la siguiente manera:

$$\theta \text{ 1/2" } = 1$$

$$\theta \text{ 3/4" } = 2.9$$

$$\theta \text{ 1" } = 6.2$$

Luego, empezando desde el punto más alejado con respecto al alimentador principal, se analiza ramal por ramal y en función de los números

anteriores, se calcula el diámetro por medio de la tabla V (Pág. 60), quedando de la siguiente manera:

Tabla XX. Cálculo de la tubería de agua fría

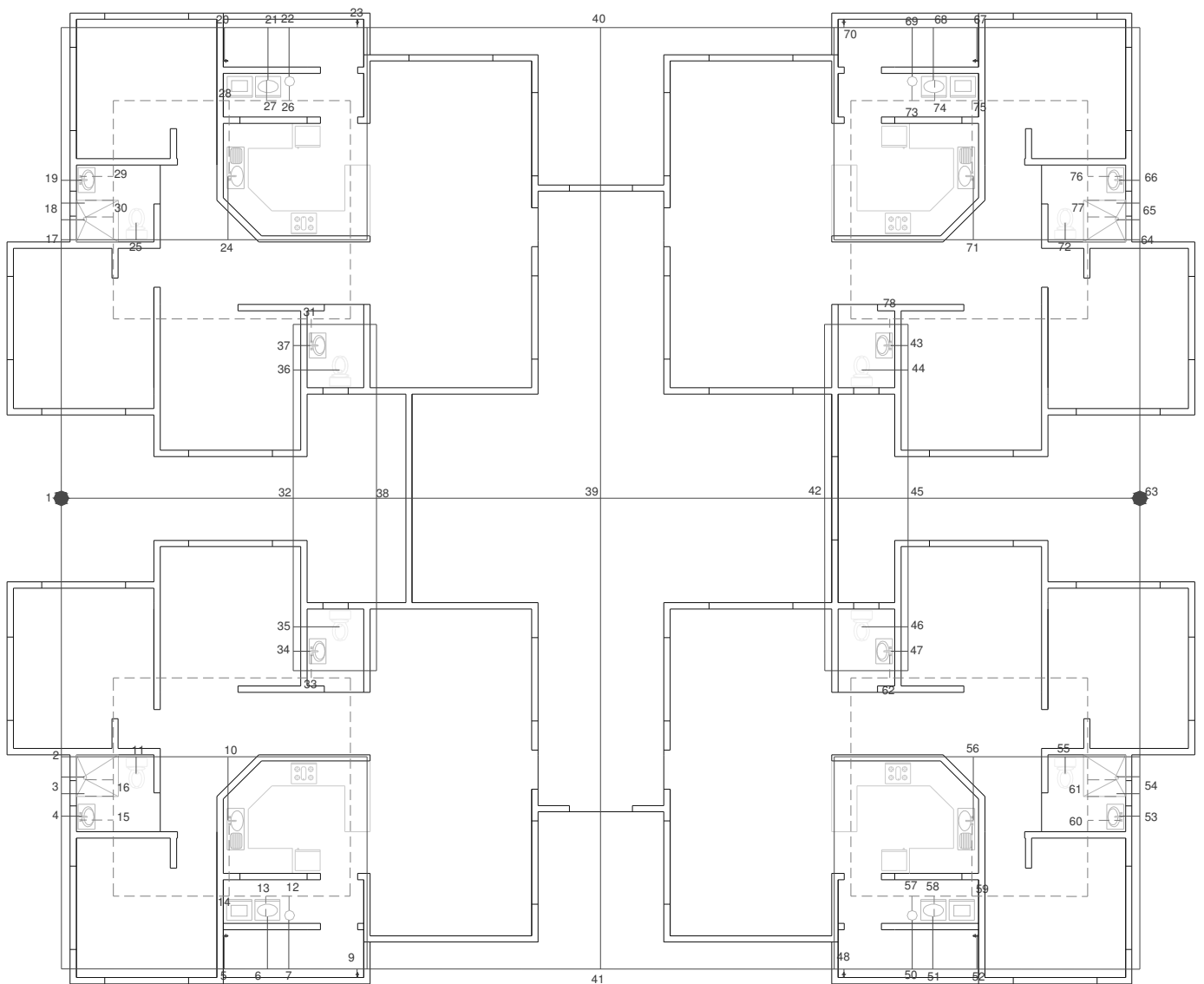
Tramo	Equiv.	Diámetro	Tramo	Equiv.	Diámetro
77-78	1	1/2"	43-44	3	3/4"
76-77	2	3/4"	42-43	4	3/4"
75-76	5.9	1"	42-47	4	3/4"
74-75	6.9	1 1/4"	61-62	1	1/2"
73-74	7.9	1 1/4"	60-61	4-9	3/4"
73-78	7.9	1 1/4"	59-60	5.9	1"
69-73	7.9	1 1/4"	58-59	6.9	1 1/4"
67-68	1	1/2"	57-58	7.9	1 1/4"
68-69	2	3/4"	57-62	7.9	1 1/4"
69-70	9.9	1 1/4"	50-57	7.9	1 1/4"
70-71	10.9	1 1/4"	54-63	23.8	2"
71-72	11.9	1/2"	55-56	22.8	2"
64-72	12.9	1/2"	54-55	21.8	2"
64-65	12.9	1/2"	53-54	27.7	2"
65-66	16.8	1/2"	52-53	28.8	2"
66-67	17.8	2"	51-52	29.8	2"
63-64	17.8	2"	50-51	30.8	2"
46-47	1	1/2"	48-50	38.7	2 1/2"
45-46	2	3/4"	48-56	23.8	2"
44-45	2	3/4"	41-48	38.7	2 1/2"

Continuación Tabla XX.

Tramo	Equiv.	Diámetro	Tramo	Equiv.	Diámetro
39-42	38.7	2 ½"	23-24	56.6	2 ½"
40-70	38.7	2 ½"	38-39	38.7	2 ½"
30-31	1	½"	1-32	42.7	2 ½"
29-30	4.9	¾"	1-17	56.6	2 ½"
28-29	5.9	1"	39-41	56.6	2 ½"
27-28	6.9	1 ¼"	39-40	56.6	2 ½"
26-27	7.9	1 ¼"	9-41	38.7	2 ½"
26-31	7.9	1 ¼"	7-9	39.7	2 ½"
26-22	7.9	1 ¼"	6-7	47.6	2 ½"
34-35	1	½"	5-6	48.7	2 ½"
32-35	2	¾"	4-5	49.7	2 ½"
32-36	2	¾"	3-4	50.7	2 ½"
36-37	3	¾"	2-3	54.6	2 ½"
37-38	4	¾"	11-2	54.6	2 ½"
38-33	4	¾"	10-11	55.6	2 ½"
23-40	38.7	2 ½"	9-10	56.6	2 ½"
22-23	39.7	2 ½"	33-16	1	½"
21-22	47.6	2 ½"	15-16	4.9	¾"
20-21	48.7	2 ½"	14-15	5.9	1"
19-20	49.7	2 ½"	13-14	6.9	1 ¼"
18-19	50.7	2 ½"	12-13	7.9	1 ¼"
17-18	54.6	2 ½"	12-33	7.9	1 ¼"
17-25	54.6	2 ½"	1-2	56.6	2 ½"
24-25	55.6	2 ½"			

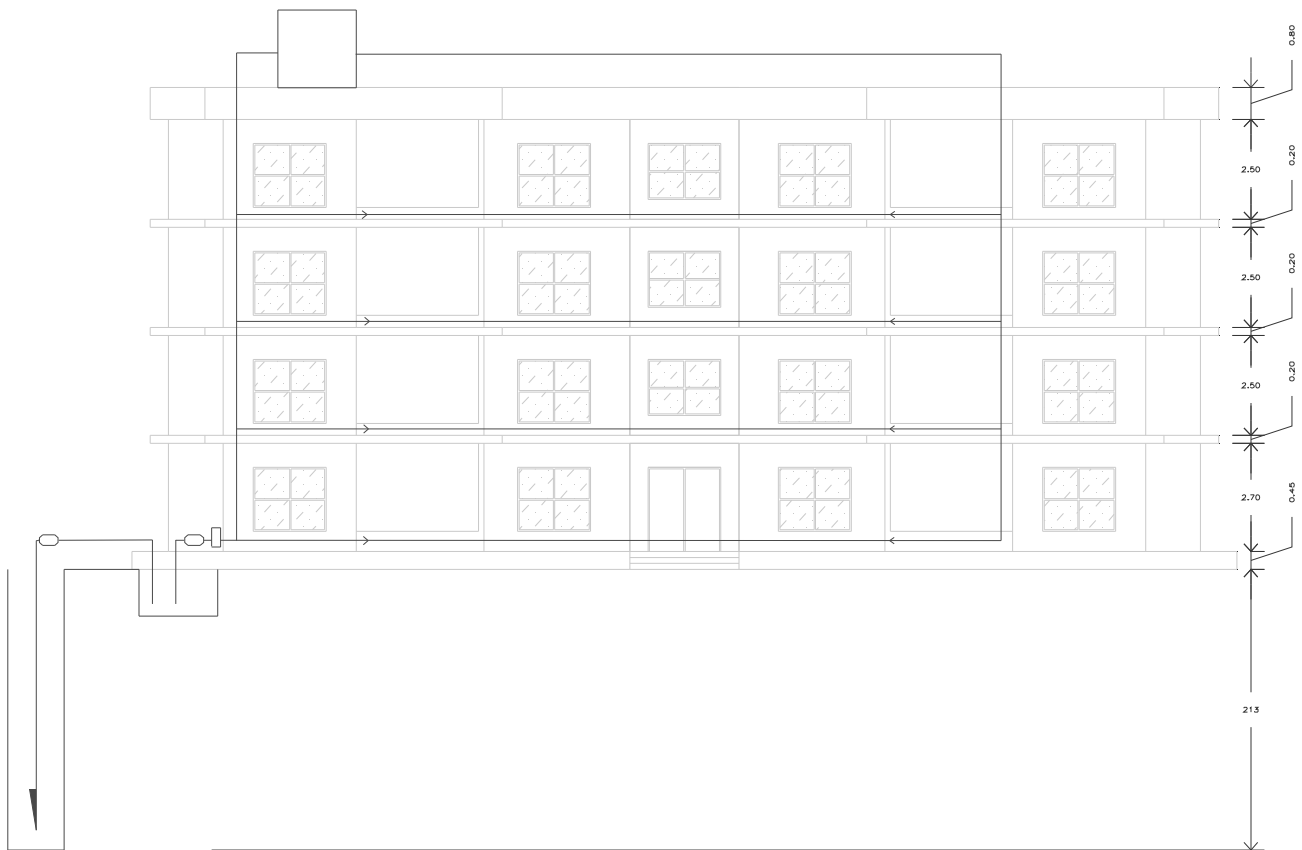
Se concluye que se utilizará, para los circuitos interiores, tubería de P.V.C. de 1 ¼” y, para el circuito principal, tubería de PVC de 2 ½”.

Figura 7. Detalle de los ramales de agua fría y agua caliente



7.1.4 Cálculo de la línea principal

Figura 8. Detalle de la línea principal



De acuerdo a la tabla II (Pág. 51), se le asigna un número de unidades de gasto o unidades Hunter (UH) a cada uno de los artefactos sanitarios en función de su tipo, quedando de la siguiente manera:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| Lavamanos 1 | Lavadero de cocina 3 |
| Inodoro con tanque 3 | Lavadero de ropa 3 |
| Ducha 2 | Chorros para patio 1 |
| Tina 2 | |

De esta manera la cantidad de UH por apartamento será de:

2 lavamanos x 1 UH -----	2 UH
2 Inodoros con tanque x 3 UH -----	6 UH
1 Ducha x 2 UH-----	2 UH
1 Tina x 2 UH -----	2 UH
1 Lavadero de cocina x 3 UH-----	3 UH
1 Lavadero de ropa x 3 UH-----	3 UH
2 Chorros para patio x 1 UH-----	2 UH
TOTAL -----	20 UH

El número de UH por nivel será:

$$20 \text{ UH} \times 4 \text{ apartamentos} = 80 \text{ UH}$$

El número de UH totales será:

$$80 \text{ UH} \times 4 \text{ niveles} = 320 \text{ UH}$$

Con el número total de UH y utilizando la tabla III (Pág. 52), se tiene un gasto probable de 4.24 lt/seg

Utilizando el diagrama de la figura 1, se tienen el número de UH y gastos por tramo de la siguiente manera:

$$\text{Primer nivel (AB)} = 320 \text{ UH} = 4.24 \text{ lt/seg}$$

$$\text{Segundo nivel (BC)} = 240 \text{ UH} = 3.65 \text{ lt/seg}$$

$$\text{Tercer nivel (CD)} = 160 \text{ UH} = 3.04 \text{ lt/seg}$$

$$\text{Cuarto nivel (DE)} = 80 \text{ UH} = 2.35 \text{ lt/seg}$$

Estimando una velocidad de 1 m/seg, una altura de niveles de 2.7 para el primero y de 2.5 para los otros tres y tubería de PVC, se calcula el diámetro para cada tramo mediante la formula siguiente:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811xLxQ^{1.85}}{C^{1.85}xh_f}}$$

Quedando de la siguiente manera:

Tramo AB = 3"

Tramo BC = 3"

Tramo CD = 2.5"

Tramo DE = 2.5"

Estimando que se utilizará una línea principal de PVC de 3" de diámetro.

7.1.5 Cálculo del cisterna

Por ser un edificio de apartamentos de lujo, ubicado en un área urbana se le asigna una dotación de 250 litros/habitante/dia.

El número total de habitantes del edificio, se calcula de la siguiente manera:

de recamaras por apartamento = 2

Se estiman 2 personas por recamara, teniendo:

$$2 \text{ personas} \times 2 \text{ recamaras} = 4 \text{ personas} + 1 \text{ persona} = 5 \text{ personas}$$

Se tienen cinco (5) personas por apartamento, y cuatro apartamentos por nivel, por lo que el número de habitantes por nivel será:

$$5 \text{ personas} \times 4 \text{ apartamentos} = 20 \text{ hab/nivel}$$

Se tienen cuatro niveles, entonces el número total de habitantes será de:

$$20 \text{ hab/nivel} \times 4 \text{ niveles} = 80 \text{ habitantes.}$$

La dotación por apartamento será:

$$\text{Dot/apartamento} = 5 \text{ habitantes} \times 250 \text{lt/hab/día} = 1,250 \text{ lt/apto./dia}$$

La dotación por nivel será:

$$\text{Dot/nivel} = 4 \text{ apartamentos/nivel} \times 1,250 \text{ lt/apto./dia} = 5,000 \text{ lt/nivel/dia}$$

La dotación Total será:

$$\text{Dot.Total} = 4 \text{ niveles} \times 5,000 \text{ lt/nivel/dia} = 20,000 \text{ lt/dia}$$

Para el cálculo del cisterna se estima una reserva del 50% de la dotación total del edificio teniendo:

$$\text{Reserva} = 20,000 \text{ lt/día} \times 0.5 = 10,000 \text{ lt/día}$$

Se estimará un 25% de la dotación total para riego y otro 25% para incendio, teniendo:

$$\text{Riego} = 20,000 \text{ lt/día} \times 0.25 = 5,000 \text{ lt/día}$$

$$\text{Incendio} = 20,000 \text{ lt/día} \times 0.25 = 5,000 \text{ lt/día}$$

El volumen del cisterna será:

$$\text{Vol. Cisterna} = 20,000 \text{ lt} + 10,000 \text{ lt} + 5,000 \text{ lt} + 5,000 \text{ lt}$$

$$\text{Vol. Cisterna} = 40,000 \text{ lt} = 40 \text{ m}^3$$

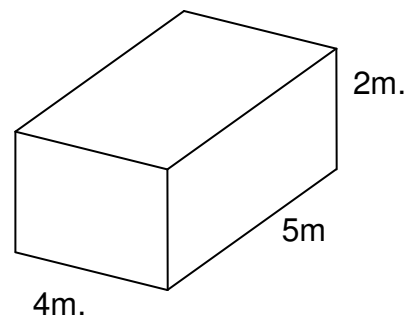
Tomando en cuenta que por razones técnicas la profundidad del cisterna no debe ser mayor de 2 metros, sus dimensiones serán:

Profundidad = 2mt.

Largo = 5mt.

Ancho = 4mt.

Figura 9. Medidas del cisterna



7.1.6 Cálculo de los depósitos

Dotación = 250 lt/hab/día

Número de habitantes = 80

La dotación total será:

$$250 \text{ lt/hab/día} \times 80 \text{ habitantes} = 20,000 \text{ lt/día}$$

Como el tiempo de bombeo será de 12 horas, la demanda del depósito se reduce al 50%, por lo que se tiene una demanda de 10,000 lt/día.

Se utilizarán depósitos de 2,500 lt. de capacidad, un diámetro de 1.48 m., una altura de 1.83 m. y un peso de 43 Kg o 94.8 lb., por lo que se necesitarán 4 para cubrir la demanda.

Nota: la posición y tamaño de los depósitos estará sujeto a la recomendación del ingeniero estructuralista.

7.1.7 Cálculo de la bomba de succión

Utilizando el caudal de conducción ($Q_c=4.24\text{lt/s}$) se calcula el caudal de bombeo (Q_b) estimando un tiempo de bombeo de 12 horas diarias por medio de la siguiente formula:

$$Q_b = \frac{24}{t_b} Q_c$$

Obteniendo un $Q_b = 8.48 \text{ lt/seg.}$

Estimando un diámetro de succión mínimo de 8", una altura total del edificio de 12.2 metros, la altura del cisterna de 2 metros, la profundidad del pozo de 213 metros, una eficiencia de la bomba (e) del 70%, una velocidad de 1 m/seg, y utilizando tubería de Hg con una constante C de 100, se calcula la carga dinámica total (CDT) de la siguiente manera:

- Profundidad de succión = 213 m.
- Altura del edificio + altura del cisterna = 14.2 m.

- Pérdidas en la tubería de succión:

$$h_f = \frac{1743.811LQ_b^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}}$$

- Pérdida en la tubería de impulsión = 5 m (estimado)
- 10% de las pérdidas en la tubería de impulsión = 0.5 m.

Obteniendo una CDT = 232.85465

La potencia de la bomba se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$POT = \frac{CDT \times Q_b}{76e}$$

Obteniendo una potencia de bomba **POT = 37.11 HP**

Se recomienda el uso de una bomba sumergible de 40 HP.

7.1.8 Cálculo de la bomba de impulsión

Con los diámetros y longitudes de los sub-ramales y ramales, se calculan las pérdidas en la tubería del edificio. Obteniendo una $h_f = 98.473$ m.

Con los diámetros y longitudes de la línea principal, se calcula la pérdida en ella, obteniendo una $h_f = 0.111978$ m.

Se calcula la CDT sumando ambas pérdidas más el 50% de la pérdida en la tubería del edificio, obteniendo una CDT = 49.34849 m.

Con los datos obtenidos, se calcula la potencia de la bomba estimando una eficiencia del 70%, obteniendo el siguiente resultado:

$$\text{POT} = 2.18 \text{ HP}$$

Considerando que la demanda del edificio es de 4.24 lt/seg = 67 gal/min, se recomienda el uso de un sistema hidroneumático de 80 galones

7.2 Drenajes

7.2.1 Cálculo de las derivaciones simples

Utilizando la tabla X (Pág. 73), se le asigna un número de unidades mueble (UM) y un diámetro de tubería a cada aparato sanitario, dependiendo la clase de instalación, en este caso es una instalación de primera clase, quedando de la siguiente manera:

Tabla XXI. Cálculo del diámetro de las derivaciones simples para drenaje

Tipo de mueble o aparato	Número de unidades mueble (um)	Diámetro (plg)
Lavamanos	1	1 ¼"
Inodoro con tanque	4	3"
Ducha	2	1 ¼"
Tina	3	1 ¼"
Lavadero de cocina	3	1 ¼"
Lavadero de ropa	3	1 ¼"
Drenaje de piso	3	3"

De acuerdo a los resultados obtenidos, se determina utilizar un diámetro de 3" para todas las derivaciones simples.

7.2.2 Cálculo de las derivaciones en colector o columnas

Se calcula el número de UM por cada apartamento, con la tabla X, (pág. 73) y de acuerdo a la tabla XII (pág. 75) se estima un caudal por apto y por apartamento de la siguiente forma:

2 lavamanos x 1 UM -----	2 UM	0.75	1.50
2 Inodoros con tanque x 4 UM -----	8 UM	2.00	4.00
1 Ducha x 2 UM-----	2 UM	0.50	0.50
1 Tina x 3 UM -----	3 UM	1.50	1.50
1 Lavadero de cocina x 3 UM-----	3 UM	0.75	0.75
1 Lavadero de ropa x 3 UM-----	3 UM	0.75	0.75
2 Chorros para patio x 3 UM-----	6 UM	0.50	1.00
			10 lt/s
TOTAL -----	27 UM por apto.		

Como se tendrá una columna o bajante por cada dos apartamentos, se tienen 54 unidades mueble por bajante. De acuerdo con la tabla XI (Pág. 74) se tiene, para los niveles 3 y 4, un diámetro de 4" y para los niveles 1 y 2 un diámetro de 5", por lo que se recomienda utilizar tubería de PVC de 5".

7.2 Ventilación

Para ventilar los servicios sanitarios de los cuatro niveles, se colocará una columna de ventilación en los servicios sanitarios principales y otra en los medios baños, además, para ventilar la tubería de cocina, lavandería y patio, se colocará otra columna de ventilación para los cuatro niveles.

Teniendo una longitud vertical de 12.2 m = 40.03 pies, el diámetro de cada columna de ventilación se calcula, utilizando la tabla IX (pág. 71), de la siguiente manera:

Servicio sanitario principal:

No. de unidades conectadas = 4 por nivel = 16 U

Diámetro de tubería de ventilación = 2"

Medio baño:

No. de unidades conectadas = 2 por nivel = 8 U

Diámetro de tubería de ventilación = 2 ½"

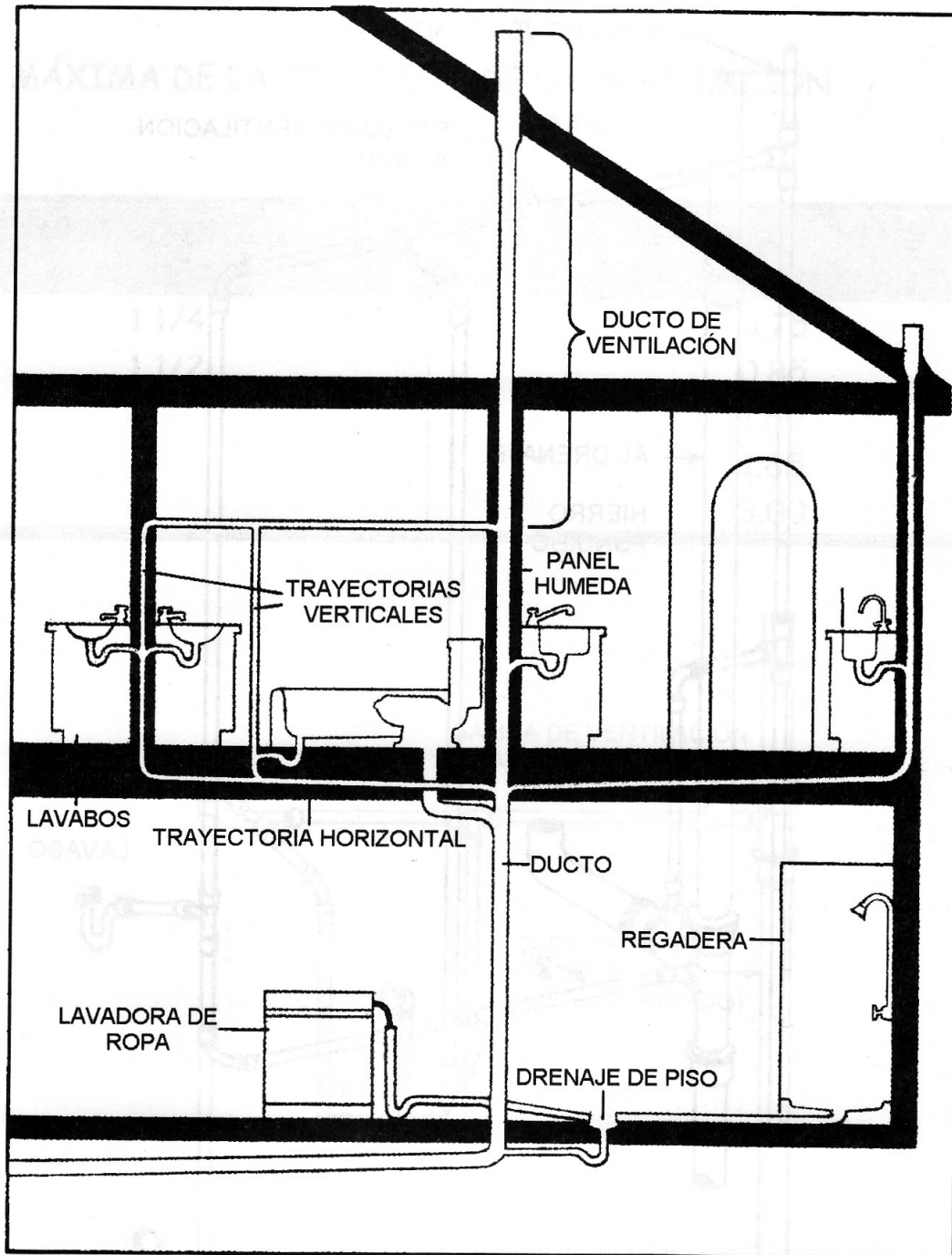
Cocina, lavandería y patio:

No. de unidades conectadas = 4 por nivel = 16 U

Diámetro de tubería de ventilación = 2"

De acuerdo a los valores obtenidos se determina utilizar tubería de PVC de 2" para las columnas de ventilación.

Figura 10. Detalle de la tubería de ventilación



7.4 Drenaje pluvial

Se dispondrán dos bajadas de agua pluvial para drenar el techo del edificio y el diámetro de cada una de ellas se calcula de la siguiente manera:

Por ser una superficie impermeable de techos se estimará una C (Relación entre la esorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área) de 1, debido a que se quiere 0% de infiltración.

Estimando una frecuencia de ocurrimiento de 20 años, un tiempo de concentración de $t = 5$ minutos y como el edificio está ubicado en la ciudad capital, para el cálculo de la Intensidad de lluvia se utiliza la fórmula para la zona pacífica, obtenida en la pág. 91, así:

$$I = \frac{6889.1}{t + 39.5}$$

Obteniendo una $I = 154.81$ mm/hora.

El área a drenar por cada bajada será de 329.97 m^2 o 0.03 hectáreas, que es la mitad del área total de techo por haber dos bajadas, encontrando el caudal con la siguiente formula:

$$Q = \frac{C.I.A.}{360}$$

Obteniendo un caudal de $Q = 0.0129 \text{ m}^3/\text{seg.} = 12.9 \text{ lt/seg}$

Luego, se calcula el diámetro de la tubería, por medio de la fórmula de Manning, de la siguiente manera:

$$D = \left(\frac{691,000 \times Q \times n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Como se utilizará tubería de PVC, se estima un coeficiente de rugosidad $n = 0.009$. Se estimará una pendiente de 1%, quedando:

$$D = \left(\frac{691,000 \times 0.01 m^3 / seg \times 0.009}{(0.01)^{1/2}} \right)^{3/8} = 12.28 \text{ cm} = 4.83 \text{ plg.}$$

Se recomienda utilizar tubería de PVC de 5" de diámetro.

7.5 Manual de operación y mantenimiento

7.5.1 Sistema de agua potable

El abastecimiento municipal llega hasta un tanque inferior o cisterna, ubicado en el subsuelo del edificio, desde donde el agua es bombeada mediante un sistema de bombeo, hasta los tanques superiores ubicados en la terraza.

Aparte de estos equipos y tanques, la instalación sanitaria de abastecimiento del edificio comprende:

1. Tuberías que permiten la distribución del agua, tanto fría como caliente.
2. Válvulas que permiten interrumpir el paso del agua desde el abastecimiento general municipal a la instalación del edificio, así como el paso del agua a una parte de la instalación.

3. Tanques, inferior o cisterna, ubicado en el subsuelo del edificio, y tanques superiores ubicados en la terraza.
4. Sistemas de bombeo, sumergible para extraer el agua del pozo, e hidroneumático para enviar el agua del cisterna hasta los tanques superiores ubicados en la terraza.

7.5.1.1 Tubería

Operación:

- Verificar que la tubería en ningún momento y bajo ninguna circunstancia se quede totalmente sin agua.
- No permitir que la presión en la tubería alcance el nivel máximo de diseño, si así fuera, desconectar inmediatamente la bomba hidroneumática.
- Verificar que el agua caliente de la instalación nunca circule a través de la tubería de agua fría.
- El fontanero deberá realizar una inspección visual diariamente de la tubería, con el objetivo de detectar alguna fuga o ruptura de la misma, si la hay, repararla o cambiarla.
- Verificar dos veces por semana que la tubería de cobre esté libre de óxido y corrosión.

Mantenimiento:

- La instalación de abastecimiento debe ser desinfectada al menos dos veces por año, con solución de hipoclorito de sodio al 2% (el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, recomienda soluciones de hipoclorito de sodio del 0.5% al 10%, según su página en Internet www.mspas.gob.gt) durante 24 horas, y posteriormente enjuagada, hasta que se verifique ausencia de esta solución.

7.5.1.2 Válvulas

Operación:

- Cada tres meses se debe revisar el estado de las válvulas, si hay fugas, roturas o faltan piezas, se deben reparar o cambiar.
- Cada tres meses se debe comprobar el funcionamiento de las válvulas, abriéndolas y cerrándolas lentamente para confirmar que funcionen bien y observar si se producen fugas al utilizarlas, si las hay, repararlas o cambiarlas.
- Deben estar siempre completamente abiertas o totalmente cerradas, ya que de lo contrario, la válvula puede sufrir daños, e introducir pérdidas.
- Nunca cerrar las válvulas de manera abrupta, el cierre debe hacerse suave y lentamente. El fontanero debe tener conocimiento del número de vueltas para cada válvula.

- No forzar la válvula para su cierre, de forma de evitar el daño de la misma.

Mantenimiento:

- Efectuar una limpieza de las válvulas, por lo menos, dos veces por año, para evitar tapones y obstrucciones en las mismas.
- La limpieza de grifería y llaves de paso se efectuará con agua, jabón o detergente adecuado. No emplear nunca hipoclorito u otros productos que puedan dañar su terminación.

7.5.1.3 Tanques de agua

Operación:

- Verificar diariamente que el nivel de los tanques sea el adecuado para evitar el desabastecimiento de agua.
- Cada tres meses se deben revisar y reparar estructuras.
- Verificar, cada tres meses, el estado del cierre hermético de las tapas y el correcto funcionamiento de todas las llaves de paso y demás elementos del sistema.
- Impedir el acceso a los tanques de agua a personas ajenas a las tareas de mantenimiento.

- Verificar diariamente que los tanques se encuentren libres de suciedad tanto por fuera como por dentro.
- El agua contenida en los tanques deberá ser desinfectada cada 4 días con una solución de hipoclorito de calcio al 1% (el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala, con el fin de unificar la preparación de soluciones de hipoclorito de calcio, recomienda que éstas sean al 1%, según su página en Internet www.mspas.gob.gt) dependiendo del volumen del tanque, de la siguiente manera:

Tabla XXII. Concentración de hipoclorito de calcio para desinfección

Volumen de solución requerida (lt)	Hipoclorito de calcio (gramos) 60%	Hipoclorito de calcio (gramos) 65%	Hipoclorito de calcio (gramos) 70%
1	1.67	1.54	1.43
2	3.33	3.08	2.86
10	16.67	15.38	14.29
25	41.67	38.46	35.71
50	83.33	76.92	71.43
75	125.00	115.38	107.14
100	166.67	153.85	142.86
300	500.00	461.54	428.57
500	833.35	769.23	714.29
600	1000.00	923.08	857.14
1000	1666.67	1538.46	1428.57

- Por razones de seguridad, durante el período en que se efectúe la limpieza de los tanques se recomienda restringir el consumo de agua, pues la falta de la misma en las tuberías puede ocasionar el desprendimiento de partículas y por consiguiente la obstrucción de dicha tubería. Si ello ocurriera, se deberá solucionar con un pasaje de oxígeno a través de la misma.
- Luego de realizada la limpieza y antes del uso normal del agua mantener las llaves abiertas durante varios minutos. NO UTILIZAR AGUA PARA BEBER NI PARA PREPARAR ALIMENTOS MIENTRAS PERSISTA EL OLOR A CLORO.
- Se debe notificar a los usuarios del edificio previo al desarrollo de los trabajos de limpieza.

Mantenimiento:

- Se debe realizar un vaciado, limpieza y desinfección de los tanques de agua (cisterna y depósitos en terraza), cada tres meses.
- Los tanques deben ser vaciados, sus paredes interiores y piso hidrolavados, y tratados con productos desinfectantes especificados para este procedimiento.
- Si el tanque presenta deterioro en su estructura o terminaciones, se debe efectuar su reparación, la reposición de las partes faltantes (tapas, griferías, etc.) o el tratamiento de las superficies interiores.

- Finalmente, se sellan las tapas superiores con silicona, de manera de asegurar un cierre hermético.
- Se realizará análisis de potabilidad del agua anterior y posteriormente a la realización de la limpieza y se exigirá la certificación del análisis bacteriológico tal como lo exige la normativa municipal.

7.5.1.4 Sistema de bombeo

Se ha instalado un sistema de bombeo sumergible para extraer el agua del pozo y enviarla al cisterna y otro junto al cisterna ubicado en el subsuelo del edificio, compuesto por un sistema hidroneumático.

Operación:

- La bomba hidroneumática es de funcionamiento automático y entra en servicio cuando el interruptor de nivel, que se encuentra en los tanques superiores, registra un nivel mínimo que indica que es necesario un abastecimiento desde el tanque inferior.
- Las bombas jamás deben operarse sin agua, esto podría ocasionar daños irreversibles a las mismas.
- Este equipamiento no debe ser manejado por personas sin capacidad y conocimiento para hacerlo.

- Impedir el acceso al sistema de bombeo a personas ajenas a las tareas de mantenimiento.
- El fontanero encargado deberá revisar diariamente el funcionamiento correcto de los sistemas de bombeo, que estén libres de fugas, ruidos impropios y que proporcionen las presiones necesarias para el edificio.

Mantenimiento:

- Cada tres meses se deberá dar mantenimiento a las bombas, desarmarlas, engrasar sus piezas mecánicas y revisar el buen funcionamiento de las mismas.
- Cada 5 años se debe desarmar la instalación de las tuberías de succión e impulsión de las bombas, previo vaciado del tanque inferior, revisando las llaves de paso y la válvula de retención, procediendo a la sustitución si estuvieran deterioradas

7.5.2 Sistema de aguas servidas

La instalación sanitaria de desagüe tiene la función de evacuar las aguas servidas. La evacuación se realiza por tuberías situadas en los contrapisos de baños y cocinas y comprende desde la conexión de los aparatos y rejillas hasta la conexión de la tubería al ramal vertical principal. Está constituida por los siguientes elementos:

1. Aparatos sanitarios: lavamanos, inodoros, tinas, duchas, lavaderos de cocina y de ropa, canaletas e interceptores de grasas.
2. Caja sifonada. Recipiente donde se reúnen varios ramales de desagüe y sale un tubo de evacuación que se une a la tubería primaria. Impide la emanación de malos olores por los aparatos.
3. Tubería de desagüe y de ventilación secundario de los aparatos: los desagües secundarios se hacen en PVC.

7.5.2.1 Aparatos sanitarios

Operación

- Para la limpieza de los aparatos sanitarios usar detergentes o alcohol. No utilizar esponjas de aluminio u otro material abrasivo que pueda dañar los aparatos.

Atención: no verter en la red de desagües sustancias tóxicas o contaminantes, elementos duros, plásticos, aceites, restos alimenticios, pinturas, derivados del petróleo, ácidos concentrados o cualquier producto o desperdicio que pueda provocar atascos en las cañerías (algodones, toallas higiénicas femeninas...) No tapar las rejillas de ventilación, son necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.

- Es importante que se evite que la loza sanitaria reciba golpes de cualquier naturaleza para evitar daños a la misma.

- El uso de aparatos sanitarios sueltos es peligroso para el usuario, además de facilitar la rotura de las piezas.
- Se debe evitar que durante su utilización, sea sometida a esfuerzos para lo que no está prevista, como por ejemplo con fuerza en los bordes del lavatorio, lo que además de peligroso por posible rotura, puede aflojar la pieza, comprometiendo su adecuado funcionamiento.

Observación: en caso de verificar que algún aparato se encuentre flojo proceder a realizar la reparación en forma inmediata. Controlar periódicamente la estanqueidad de los encuentros de los aparatos sanitarios con las paredes y pisos y sustituir los sellados que necesiten renovación.

Mantenimiento:

- Todos los aparatos sanitarios deben ser limpiados y desinfectados diariamente.

7.5.2.2 Cajas

Operación:

- Mantener siempre limpias y con agua las cajas, graseras y demás sifones de la red de desagüe, ya que constituyen cierres hidráulicos para el pasaje de olores de la instalación.
- Se deberán revisar mensualmente levantando su tapa para su limpieza. No usar elementos punzantes para la limpieza de las

cajas de PVC. Lo que se extrae de la limpieza no debe ser evacuado por el inodoro.

Mantenimiento:

- Deberá hacerse una limpieza y lavado de las cajas cada seis meses para extraer cuerpos sólidos que puedan encontrarse dentro de ellas.

7.5.2.3 Tubería de desagüe y ventilación

Operación:

- Se deben realizar pruebas hidráulicas a todas las tuberías existentes que se proyecta conservar, antes de realizar las obras que las involucran.
- Mantener la instalación en las condiciones existentes en el momento de su puesta en servicio.
- Para cualquier alteración o modificación de la misma será necesaria la realización por un fontanero.
- Las columnas de ventilación son de PVC. Las tuberías de PVC en contrapisos se apoyan y protegen con arena. Se evita su contacto con morteros de cal.
- Las tuberías de PVC no pueden quedar expuestas a la radiación solar directa durante la ejecución de la obra.

Nota: los trabajos de reparación y mantenimiento, así como la verificación del buen funcionamiento y operación de las instalaciones hidráulica y sanitaria del edificio, deberán ser efectuadas por un fontanero que trabajará exclusivamente para el edificio y que deberá ser egresado del INTECAP o alguna institución reconocida, tener conocimientos de fontanería, operación y mantenimiento de sistemas de bombeo, electricidad básica y capacidad de solucionar imprevistos.

CONCLUSIONES

1. En la actualidad existen algunos documentos que determinen la dotación de agua por habitante en Guatemala, en función de las diferentes regiones del país, aunque no una estandarización para los mismos.
2. No existen documentos que determinen los caudales en cada aparato sanitario, por lo que se hace una propuesta para ello, en este trabajo de graduación.
3. Una correcta instalación de agua potable y drenajes en un edificio disminuye el riesgo de contraer enfermedades infecciosas entéricas y mejora la calidad de vida.
4. Actualmente, la tubería utilizada para las instalaciones sanitarias se fabrica de diferentes tipos, calidades y materiales, depende del uso que se le dará, como por ejemplo, tuberías de hierro galvanizado, acero roscado, P.V.C., hierro fundido, novaloc, novafort, etc., desarrollados en el capítulo dos de este trabajo.
5. Para el cálculo de las instalaciones de agua potable, el método más recomendado y utilizado en este trabajo es el “Método de Hunter” basado en unidades de gasto asignadas a cada aparato sanitario, de acuerdo con la tabla V en la página 72, y para el cálculo de drenajes el utilizado fue el basado en unidades mueble, según la tabla VIII en la página 85.

6. La dotación en los edificios está determinada por varios factores, entre ellos, el uso que se le dará al edificio, la ubicación, el número de personas a servir, etc., para este caso se utilizó una dotación de 250 lt/habitante/día por ser un edificio de apartamentos de lujo ubicado en un área urbana.
7. Existe gran variedad de equipos de bombeo que van desde bombas centrífugas, bombas turbinas, electrobombas, etc., debe elegirse el más adecuado dependiendo del uso y servicio que se requiera en el edificio.
8. Para lograr un funcionamiento óptimo de las instalaciones sanitarias en un edificio, no basta con un cálculo correcto, ya que, es necesario brindarle un mantenimiento periódico, adecuado y profesional de cada uno de sus componentes, por lo que debe aplicarse el manual de mantenimiento incluido en el capítulo siete de este trabajo.

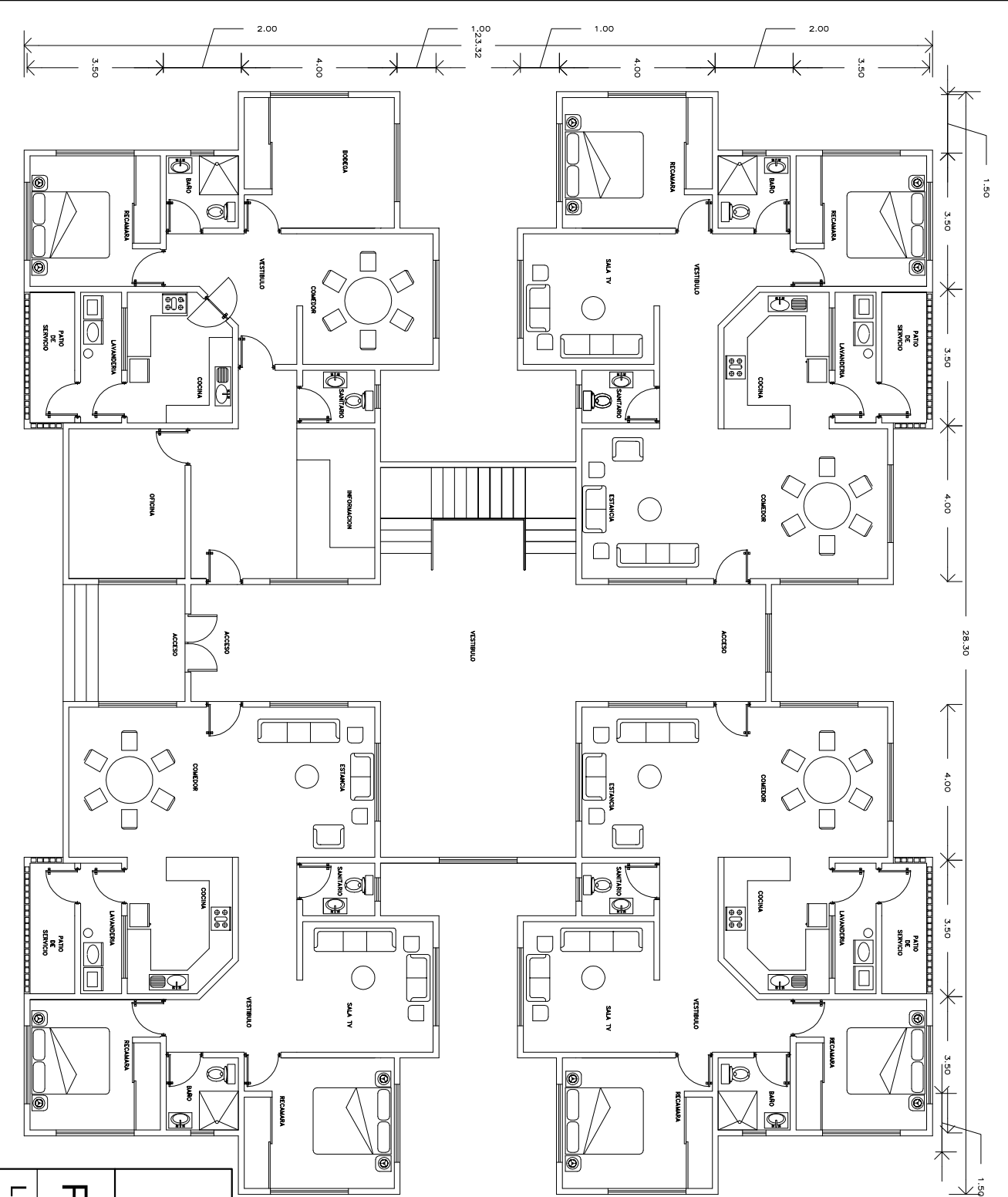
RECOMENDACIONES

1. Crear e incluir en el pensum de la carrera de Ingeniería Civil de las diferentes universidades del país, un curso sobre instalaciones sanitarias en edificios que llene el vacío existente actualmente sobre el tema.
2. Implementar, por medio de la Universidad de San Carlos o una institución reconocida en el tema, normas específicas sobre instalaciones sanitarias en edificios aplicables para Guatemala, de acuerdo con las necesidades y condiciones existentes en el país.
3. Realizar un estudio sobre las dotaciones de agua potable por habitante en Guatemala, en función de la ubicación y servicio a prestar del edificio así como de los recursos hidráulicos existentes en el país.
4. Capacitar a los profesionales en ejercicio, mediante el Colegio de Ingenieros de Guatemala, sobre el diseño de instalaciones sanitarias en edificios, ya que dichos conocimientos no han sido proporcionados adecuadamente en la Facultad de Ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UNDA OPAZO, FRANCISCO. Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública. 1ra. Edición en español. Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana. México 1969. 870 p.
2. ENRIQUEZ HARPER, GILBERTO. El ABC de las Instalaciones de Gas, Hidráulicas y Sanitarias. Limusa, Noriega Editores. México 2000. 244 p.
3. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL, FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE HONDURAS, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Manual "Curso sobre Instalaciones Sanitarias en Edificios". Asociación Guatemalteca de Ingeniería Sanitaria y Ambiental AGISA. Honduras 1973. 308 p.
4. GILES, RONALD V. Mecánica de los Fluidos e Hidráulica. 2da. Edición McGraw-Hill. México 1993. 273 p.
5. PAZ STUBBS, VICTOR MANUEL. Propuesta de diseño para el desfogue del agua pluvial en el paso a desnivel de la 6ª. Avenida y 24 calle zona 4, proyectado por la Municipalidad de Guatemala. Tesis de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Guatemala 1999.

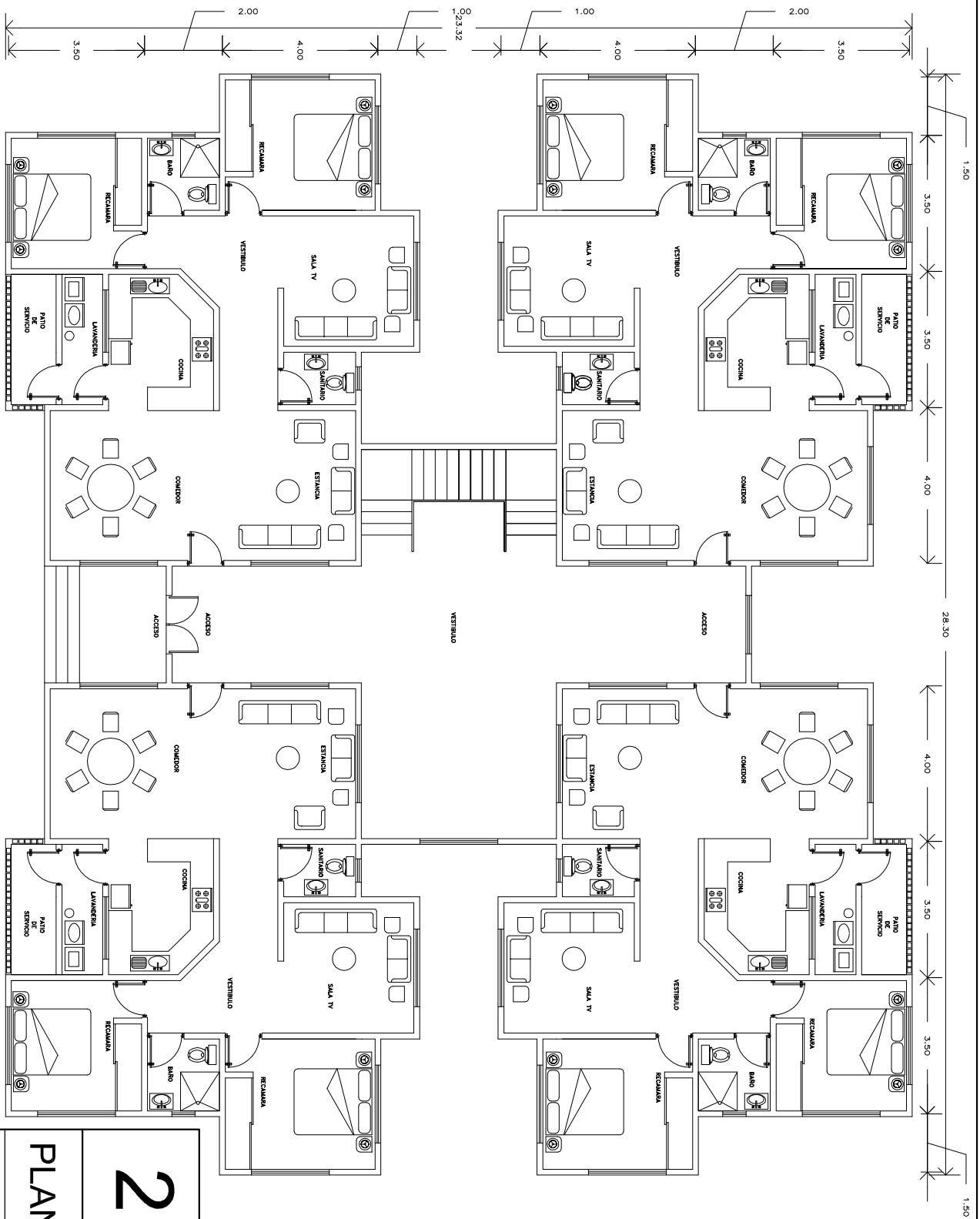
APÉNDICE



PLANTA AMUEBLADA PLANTA BAJA

1
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INGENIERIA CIVIL

PLANTA AMUEBLADA
 LUIS CARLOS RODRIGUEZ SOZA



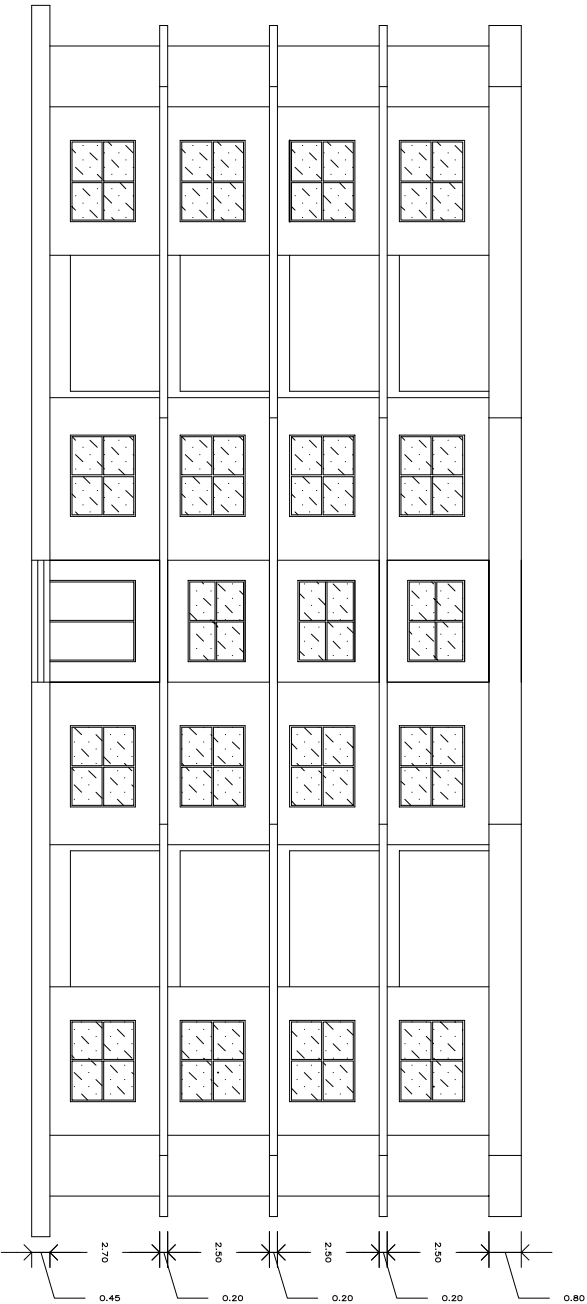
PLANTA AMUEBLADA PLANTA ALTA

2

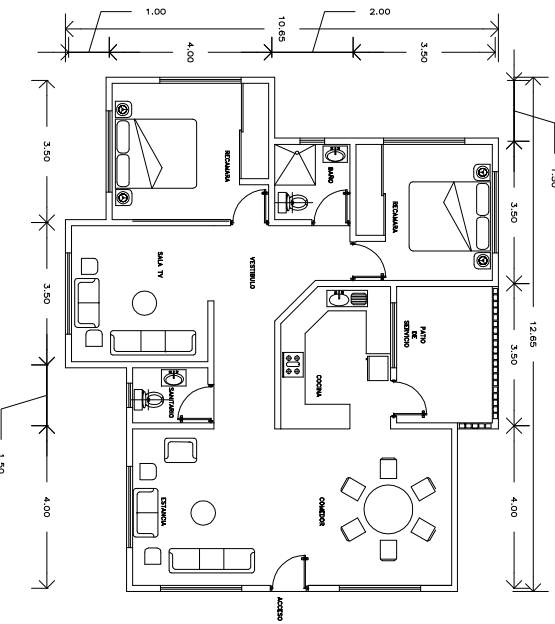
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INGENIERIA CIVIL

PLANTA AMUEBLADA

LUIS CARLOS RODRIGUEZ SOZA



VISTA FRONTAL

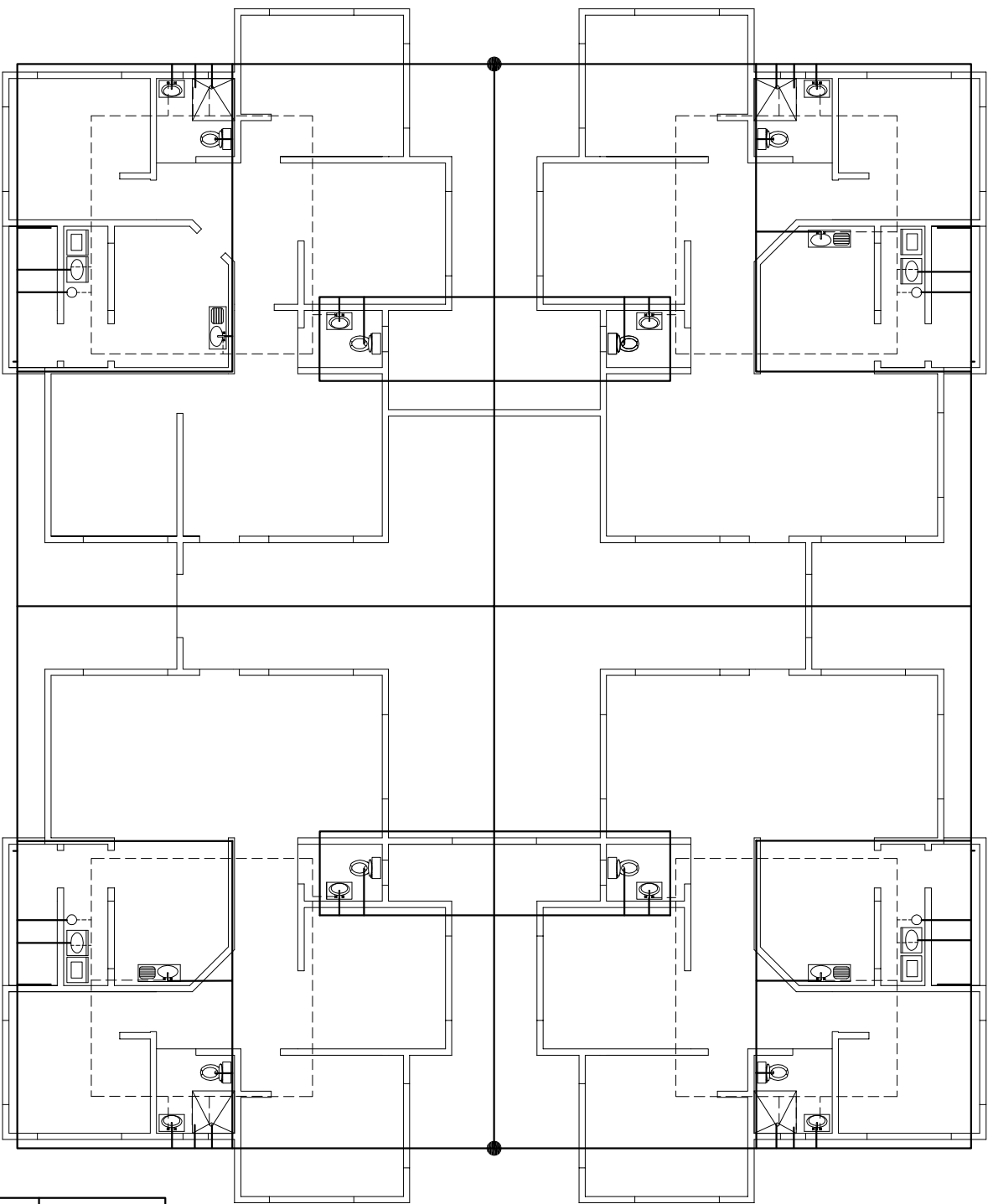


APARTAMENTO TIPICO

3	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
	INGENIERIA CIVIL

FACHADA Y DETALLE TIPICO

LUIS CARLOS RODRIGUEZ SOZA



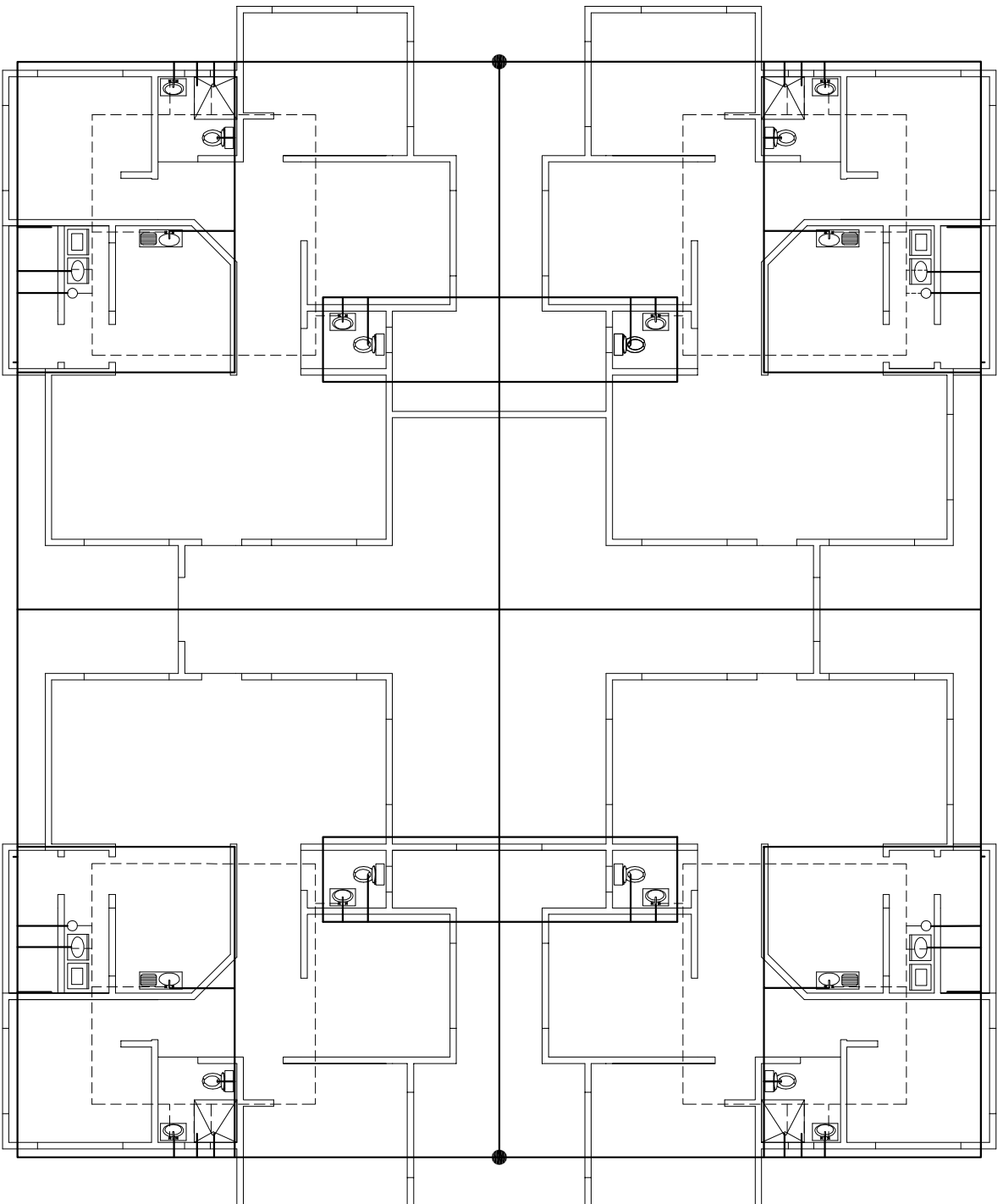
INSTALACION HIDRAULICA PLANTA BAJA

SIMBOLOGIA	
—	TUBERIA DE PVC PARA AGUA FRIA
- - -	TUBERIA DE CPVC PARA AGUA CALIENTE
●	TUBERIA DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL

4	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
	FACULTAD DE INGENIERIA
	INGENIERIA CIVIL

INST. HIDRAULICA

LUIS CARLOS RODRIGUEZ SOZA



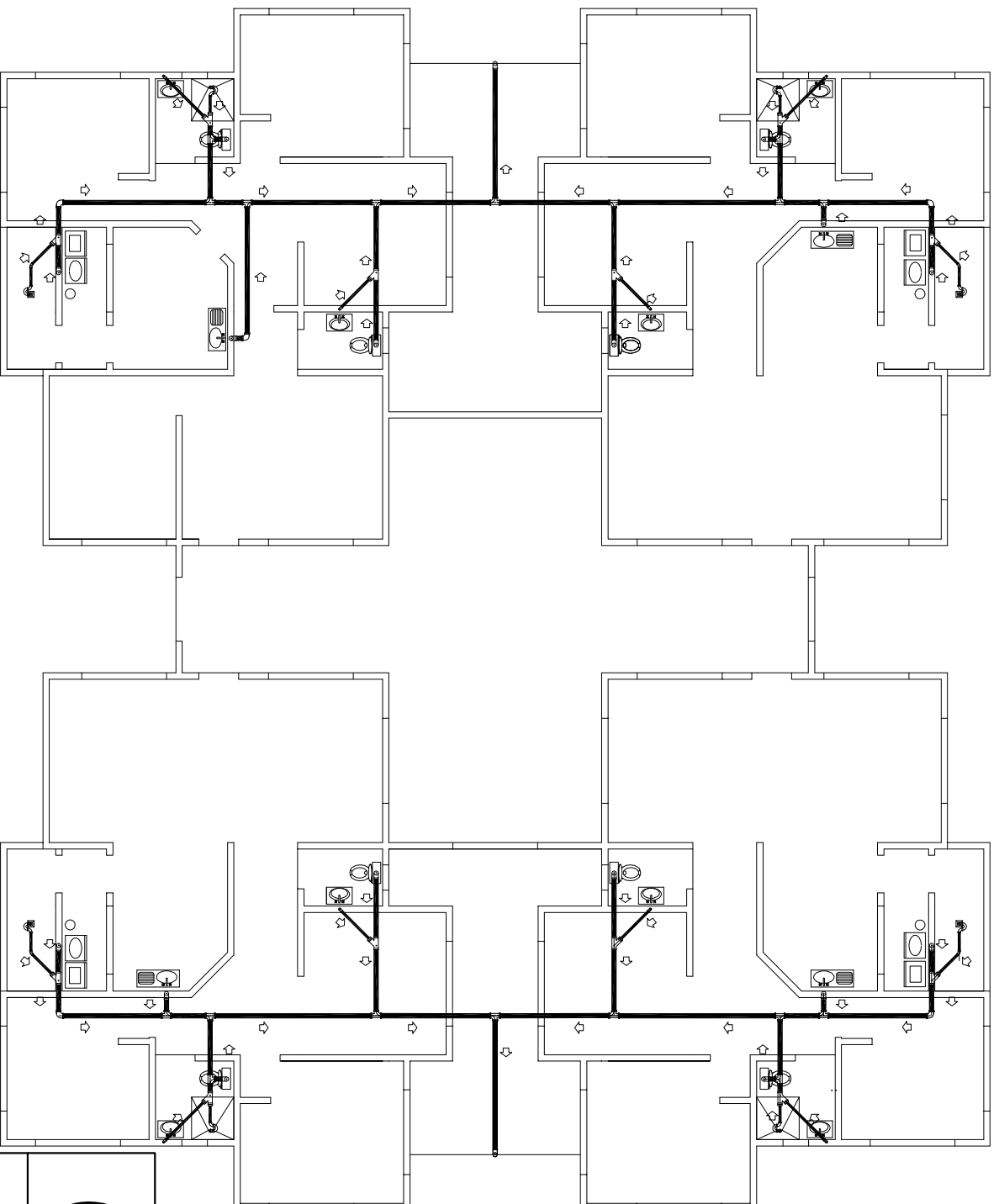
INSTALACION HIDRAULICA NIVELES 2, 3 Y 4

SIMBOLOGIA	
—	TUBERIA DE PVC PARA AGUA FRIA
- - -	TUBERIA DE CPVC PARA AGUA CALIENTE
●	TUBERIA DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL

5	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
	FACULTAD DE INGENIERIA
	INGENIERIA CIVIL

INST. HIDRAULICA

LUIS CARLOS RODRIGUEZ SOZA



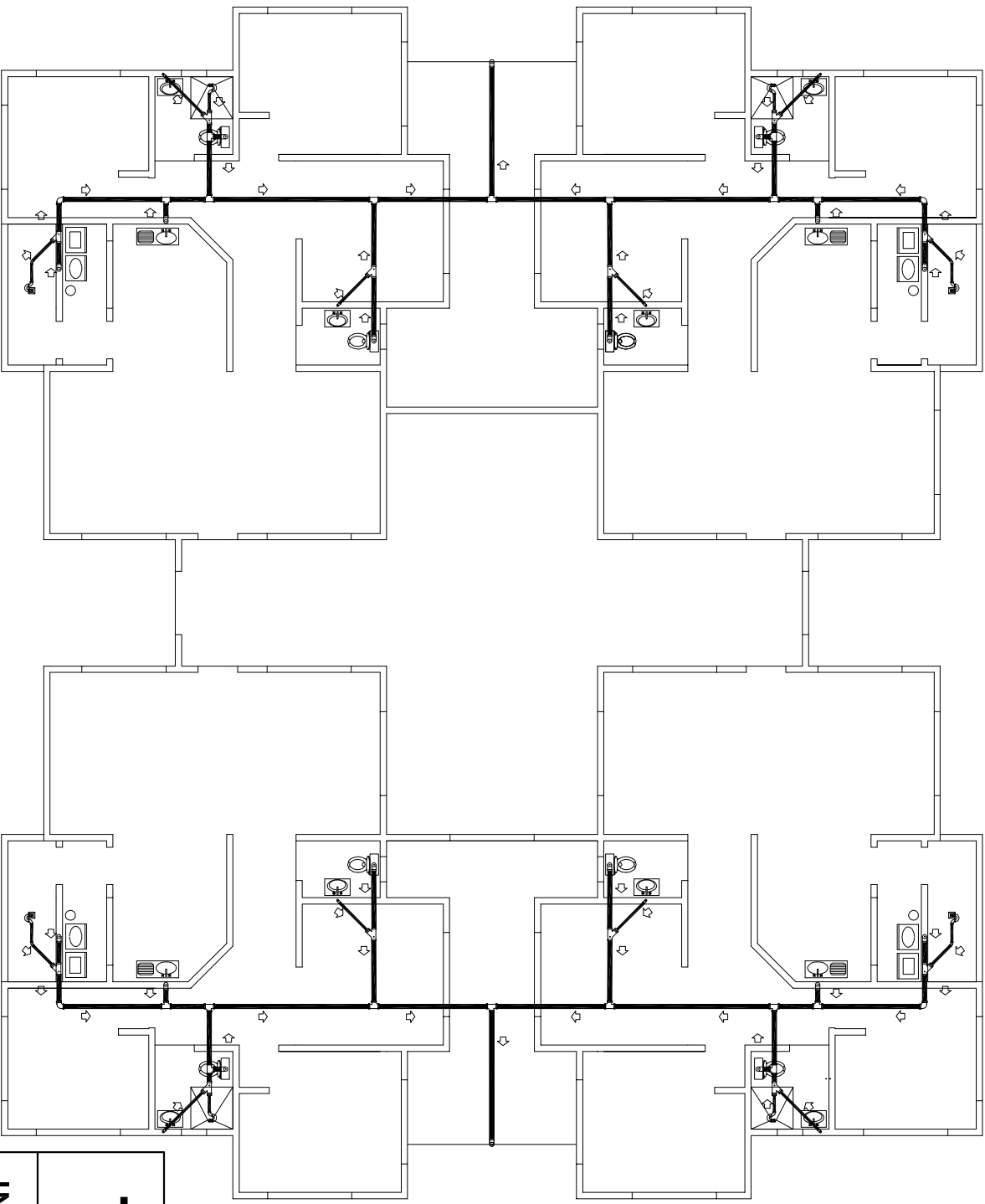
INSTALACION SANITARIA PLANTA BAJA

6

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INGENIERIA CIVIL

INST. SANITARIA

LUIS CARLOS RODRIGUEZ SOZA



INSTALACION SANITARIA NIVELES 2, 3 Y 4

7

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INGENIERIA CIVIL

INST. SANITARIA

LUIS CARLOS RODRIGUEZ SOZA