

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**“PROPUESTA DE REGLAMENTO PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES
HIDRÁULICAS EN EDIFICACIONES Y APLICACIÓN PRACTICA”**

PRESENTADO POR:

VICTOR ALFONSO ACOSTA CHÁVEZ

JAVIER ANTONIO RIVAS ROLDÁN

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2019

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

LIC. CRISTÓBAL HERNÁNDEZ RÍOS BENÍTEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR

ING. JORGE RIVERA FLORES

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO CIVIL

Título:

**“PROPUESTA DE REGLAMENTO PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES
HIDRÁULICAS EN EDIFICACIONES Y APLICACIÓN PRACTICA”**

PRESENTADO POR:

VICTOR ALFONSO ACOSTA CHÁVEZ

JAVIER ANTONIO RIVAS ROLDÁN

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Asesores

ING. JOAQUIN MARIANO SERRANO CHOTO

ING. ELMER JOSUÉ MARTINEZ

San Salvador, marzo de 2019

Trabajo de Graduación Aprobado por:

DOCENTE ASESOR:

ING. JOAQUIN MARIANO SERRANO CHOTO

ING. ELMER JOSUÉ MARTINEZ

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

Nuestro mayor agradecimiento a la Universidad de El Salvador, que por medio de la Escuela de Ingeniería Civil nos ha brindado apoyo de diversas formas a lo largo de nuestra carrera y dándonos la oportunidad de desarrollar el presente tema como trabajo de graduación.

Los ingenieros de la escuela de Ingeniería civil, quienes fueron maestros y guías en nuestra carrera universitaria y por medio de sus valiosas enseñanzas y apoyo incondicional hemos podido alcanzar esta meta.

Nuestros docentes asesores Ing. Joaquín Mariano Serrano Choto, Ing. Elmer Josué Martínez, por su apoyo y disposición que nos brindaron durante el desarrollo de nuestro trabajo de graduación.

A nuestros familiares quienes nos apoyaron de forma incondicional para el desarrollo y culminación de este trabajo de graduación.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, doy gracias a Dios por darme la fortaleza de perseverar y cumplir con esta meta, por darme su bendición día con día y no dejarme caer aun en los momentos más difíciles, a él todo el honor y gloria por siempre. A nuestra santa madre María infinitas gracias porque su intercesión nunca ha faltado.

A mis padres, CARLOS SIGFRIDO ACOSTA LÓPEZ, PETRONA CHÁVEZ DE ACOSTA, por brindarme su apoyo incondicional que, con mucho amor y sacrificio por su parte, ahora estoy culminando mis estudios universitarios, sin ellos no hubiese sido posible.

A mis hermanos, ELSA LISETH ACOSTA CHÁVEZ, CARLOS SIGFRIDO ACOSTA CHÁVEZ, por haberme ayudado de muchas formas en los momentos en donde los necesitaba, por su apoyo la culminación de mis estudios universitarios ha sido posible.

A mi amigo JAVIER ANTONIO RIVAS ROLDÁN, gracias por haberme ayudado y apoyado a lo largo de la carrera universitaria, gracias por haber sido un buen compañero de trabajo de graduación y un gran hermano.

Gracias a todas las personas, familiares, amigos y compañeros que me han brindado su apoyo, han sido muy importantes a lo largo de mi carrera universitaria.

Victor Alfonso Acosta Chávez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi abuelita, quien siempre me brindó su apoyo y fortaleza para seguir adelante hasta cumplir mis metas.

A mis padres quienes me acompañaron, motivaron, aconsejaron y apoyaron durante todo este tiempo. Gracias por estar presente no solo en esta etapa de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona.

A mi hermana por estar conmigo en los momentos que necesité palabras de aliento y fuerza para afrontar las dificultades. Gracias por creer en mí y ayudarme a salir adelante.

A mi amigo Victor Acosta, que me brindó los ánimos cuando los necesité y estuvo conmigo en todo este camino. Muchas gracias por el esfuerzo y el apoyo sin su ayuda nada de esto hubiera sido posible

Gracias a la vida por este nuevo triunfo y a todas aquellas personas que me apoyaron para poder alcanzar esta meta.

Javier Antonio Rivas Roldán

CONTENIDO

1.	CAPITULO I “GENERALIDADES”	2
1.1.	Antecedentes	2
1.2.	Planteamiento del problema	4
1.3.	Objetivos	5
1.4.	Alcances	6
1.5.	Limitaciones	7
1.6.	Justificación	8
2.	CAPITULO II “MARCO TEÓRICO”	10
2.1.	Información sobre el International Plumbing Code (IPC)	10
2.2.	Alcance y aplicación del reglamento propuesto	14
2.2.1.	Titulo	14
2.2.2.	Alcance	14
2.2.3.	Intención	14
2.2.4.	Aplicabilidad	15
2.3.	Disposiciones generales	15
2.3.1.	Generalidades	15
2.3.2.	Materiales	16
2.3.3.	Protección de los componentes de las instalaciones hidráulicas	17
2.3.4.	Zanjas, excavaciones y relleno	17
2.3.5.	Seguridad estructural	18
2.3.6.	Soporte de tubería	18
2.3.7.	Drenaje de condensación	20
2.4.	Distribución de artefactos sanitarios	20
2.4.1.	Instalaciones sanitarias mínimas	21
2.4.2.	Cálculo de artefactos	21
2.5.	Sistemas de distribución de agua potable	25
2.5.1.	Generalidades	25
2.5.2.	Requisitos de servicio de agua potable	25
2.5.3.	Modelos de distribución de agua potable	26

2.5.3.1.	Sistema de alimentación directa	26
2.5.3.2.	Sistema de distribución por gravedad desde un tanque elevado	27
2.5.3.3.	Sistema de distribución por combinación de cisterna, bomba de elevación y tanque elevado.....	28
2.5.3.4.	Distribución con un equipo hidroneumático	29
2.5.4.	Ensayos e inspecciones.....	30
2.6.	Presión.....	31
2.7.	Sistema de abastecimiento de agua caliente	32
2.7.1.	Reres recirculadas y no recirculadas.....	33
2.7.2.	Mantenimiento de la temperatura del suministro de agua caliente	34
2.7.3.	Control de expansión térmica	34
2.7.4.	Abastecimiento de agua caliente a los artefactos	35
2.8.	Calentadores de agua	35
2.8.1.	Definición de calentadores de agua	35
2.8.2.	Tipos de calentadores de agua.....	36
2.8.3.	Conexiones	41
2.8.4.	Dispositivos de seguridad	42
2.8.5.	Poceta de drenaje requerida	44
2.8.5.1.	Dimensión de la poceta de drenaje y desagüe	44
2.8.5.2.	Terminación del desagüe de la poceta de drenaje	45
2.9.	Desagüe Sanitario.....	45
2.9.1.	Conexiones	46
2.9.2.	Venteo.....	47
2.9.2.1.	Venteo húmedo	48
2.9.2.2.	Venteo al bajante	49
2.9.2.3.	Venteo de conjunto	51
2.9.2.4.	Venteo en conjunto de ramales paralelos.....	51
2.9.2.5.	Venteo de alivio	52
2.9.3.	Ensayos.....	53

2.10.	Desagüe pluvial	54
2.10.1.	Generalidades.....	54
2.10.2.	Prohibiciones	54
2.10.3.	Desagüe pluvial de techos	55
2.10.4.	Selección de diámetro de desagüe pluvial.....	56
3.	CAPITULO III “DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE”	58
3.1.	Generalidades	58
3.2.	Información preliminar.....	59
3.2.1.	General.....	59
3.2.2.	Materiales del sistema	59
3.2.3.	Características de la fuente de agua.....	59
3.2.4.	Ubicación y tamaño del punto de distribución de agua potable público.	59
3.2.5.	Longitud del sistema.	60
3.2.6.	Presión del agua en la línea de distribución de agua potable pública.	60
3.2.7.	Elevaciones.	60
3.2.8.	Presión mínima requerida en los artefactos sanitarios.	60
3.3.	Calculo de demanda	63
3.3.1.	Método Estándar (Método Hunter)	63
3.3.2.	Unidades mueble.	63
3.3.3.	Demanda correspondiente a unidades mueble.	69
3.4.	Limitaciones en velocidad.....	75
3.4.1.	Consideración de la velocidad en diseño.....	75
3.4.2.	Criterios para selección de velocidad en el diseño.	75
3.5.	Limitaciones de fricción	76
3.5.1.	Criterio básico para limitantes de fricción	76
3.5.2.	Fórmula de Hazen-Williams	76
3.5.3.	Perdidas de fricción en accesorios.....	79
3.5.4.	Selección de diámetro probable.	81

4. CAPITULO IV: “NORMATIVA DE DISEÑO DE SISTEMA DE DESAGÜE SANITARIO Y VENTEO”	84
4.1. GENERALIDADES	84
4.2. INFORMACIÓN PRELIMINAR	84
4.2.1. Materiales del sistema	84
4.2.2. Punto de descarga	85
4.3. PENDIENTE DE LA TUBERÍA DE DESAGÜE HORIZONTAL	85
4.4. UNIDADES DE ARTEFACTOS	85
4.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE DESAGÜE	92
4.6. SISTEMA DE VENTEO	96
4.6.1. Protección de sellos de agua	96
4.6.2. Venteo de la bajante de desagüe sanitario	97
4.6.3. Salidas de venteo en la azotea	100
4.6.4. Venteo de artefactos	101
4.6.5. Venteo para desagües de artefactos	102
5. CAPITULO V “DISEÑO DEL SISTEMA DE DESAGÜE PLUVIAL”	108
5.1. GENERALIDADES	108
1. Áreas verdes	108
2. Áreas techadas	108
3. Áreas de parqueo y circulación	109
5.2. CALCULO DE INTENSIDAD DE LLUVIA	110
5.2.1. Curvas IDF	110
5.2.2. Período de retorno	112
5.2.3. Tiempo de concentración	112
5.2.4. Calculo intensidad de lluvia	115
5.3. CALCULO DE CAUDAL DE DESAGÜE PLUVIAL	116
5.3.1. Método racional	116
5.3.1.1. Coeficientes de escurrimiento	116

5.4.	DISEÑO DE COLECTORES DEL DESAGÜE PLUVIAL	118
5.4.1.	Generalidades.....	118
5.4.2.	Canaletas de techos	118
5.4.3.	Bajantes verticales	121
5.4.4.	Ramales horizontales	123
5.4.5.	Diseño de colectores	124
5.4.5.1.	Limitación de velocidad	124
5.4.5.2.	Limitación del caudal lleno de la tubería	125
6.	CAPITULO VI “EJEMPLO PRÁCTICO DE DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DESAGÜE SANITARIO, VENTEO Y DESAGÜE PLUVIAL”	128
6.1.	Generalidades	128
6.1.1.	Descripción del ejemplo	128
6.2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	131
6.2.1.	Distribución y conteo de artefactos sanitarios.....	131
6.2.1.1.	Conteo de artefactos de un apartamento	132
6.2.1.2.	Conteo de artefactos de las zonas verdes y zonas de servicio.....	132
6.2.2.	Propuesta de trazo de red de agua fría y caliente	133
6.2.3.	Calculo de demanda	135
6.2.3.1.	Demanda de un apartamento	135
6.2.4.	Selección de diámetro y revisión de velocidad	141
6.2.5.	Revisión de presiones en la red de agua potable.	144
6.3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE DESAGÜE SANITARIO	146
6.3.1.	Identificación de artefactos sanitarios	146
6.3.2.	Diseño de ramales de desagüe sanitario	150
6.3.3.	Diseño de bajantes de desagüe sanitario	153
6.3.4.	Diseño de la tubería de desagüe sanitario de la edificación	161
6.4.	DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTEO	168
6.4.1.	Identificación de artefactos sanitarios a ventilar.	168
6.4.2.	Diseño de subida de venteo.....	180

6.5.	DISEÑO DEL SISTEMA DE DESAGÜE PLUVIAL.....	184
6.5.1.	Calculo de la intensidad de lluvia de la zona del proyecto.....	184
6.5.2.	Calculo de áreas de aportación del proyecto.	187
6.5.3.	Calculo del caudal de desagüe pluvial del proyecto.	191
6.5.4.	Diseño de canaletas de techo.	196
6.5.5.	Diseño de bajantes de desagüe pluvial.....	199
6.5.6.	Diseño de ramales horizontales de desagüe pluvial.	204
6.5.7.	Limitaciones de Velocidad.	213
6.5.8.	Limitaciones de caudal lleno de la tubería.....	213
6.5.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	218
6.5.1.	Generalidades.....	218
6.5.2.	Materiales en distribución de agua potable	218
6.5.2.1.	Tuberías de PVC	218
6.5.2.2.	Tuberías de acero galvanizado	219
6.5.3.	Materiales para desagüe	220
6.5.3.1.	Tuberías para desagüe sanitario y desagüe pluvial.....	220
6.5.3.2.	Tuberías de sistema de venteo.....	220

CAPITULO I
GENERALIDADES

1. CAPITULO I “GENERALIDADES”

1.1. ANTECEDENTES

En nuestro país hay diferentes instituciones que toman un papel importante en la construcción de edificaciones sin embargo en el campo de la hidráulica las instituciones actuales no definen los parámetros a seguir en el diseño ni hay institución dedicada a esta revisión. Por ejemplo, ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado) su jurisdicción es la revisión del diseño, ejecución y mantenimiento de instalaciones de agua potable y aguas negras en el ámbito de urbanizaciones. La OPAMSS (Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador) define los requisitos mínimos para las instalaciones de desagüe pluvial.

En el ámbito internacional se han llevado a cabo esfuerzos para unificar criterios de diseño en el área de hidráulica, generando diversos Códigos Internacionales, uno de ellos, que es uno de los más importantes, es el Código Internacional de instalaciones hidráulicas y sanitarias conocido en inglés como International Plumbing Code (IPC). Éste mismo define los requisitos mínimos para diseñar un sistema de instalaciones hidráulicas en edificaciones.

De acuerdo al IPC se conoce como instalaciones hidráulicas y sanitarias en la práctica: materiales y artefactos utilizados en la instalación, mantenimiento,

extensión y modificación de toda la tubería, artefactos, aparatos sanitarios y accesorios sanitarios dentro o adyacentes a cualquier estructura, en conexión con sistemas de desagües, pluvial, drenaje, sistema de ventilación y sistemas de abastecimiento de agua pública o privados.

Desde el año 2000 hasta la fecha se ha presentado un incremento considerable en la construcción de edificaciones en altura en El Salvador; con la construcción de muchos edificios de 5 niveles en adelante. Actualmente, la torre de mayor altura cuenta con 25 niveles, además se ha promovido el desarrollo de proyectos horizontales como grandes centros comerciales u hospitales. La mayoría de estos proyectos han sido diseñados fuera del país utilizando diversos códigos de diseño para instalaciones hidráulicas, los cuales presentan parámetros aplicables a su propia región.

El Salvador no cuenta con una reglamentación desarrollada o adaptada que permita a los profesionales en hidráulica cumplir los parámetros mínimos de diseño y a su vez a profesionales de entidades gubernamentales para poder revisar y aplicar las normas establecidas para garantizar que los sistemas hidráulicos funcionen óptimamente

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, El Salvador vive un proceso de crecimiento de edificaciones de altura de uso comercial, institucional y residencial. Los proyectos de edificaciones en nuestro país generalmente se enfocaban a residencias o a edificios de pocos niveles en donde se les provee de la presión de agua necesaria para poder garantizar un buen servicio a los usuarios. El Salvador no cuenta con un reglamento en el cual se indique como se debe de diseñar las instalaciones hidráulicas en edificaciones. En nuestro medio se ha adaptado de manera popular el Reglamento de Construcción de Lima, Perú para el diseño de las instalaciones hidráulicas en las edificaciones.

Como un país en desarrollo es importante definir cuáles serán las normas internacionales a adoptar para el diseño de instalaciones hidráulicas y sanitarias. Al generar una propuesta de reglamento de diseño de sistemas hidráulicos en edificaciones se busca unificar los criterios de revisión y diseño.

En este trabajo de graduación se propone un reglamento para el diseño de instalaciones hidráulicas en edificaciones basado en el IPC con el objetivo de estandarizar los parámetros existentes en el código a las condiciones de nuestro país, y garantizar que las instalaciones hidráulicas en El Salvador cumplan con parámetros de calidad internacionales.

1.3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Implementar una propuesta de reglamento para el diseño de instalaciones hidráulicas en edificaciones.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Plantear características generales de las instalaciones hidráulicas y protecciones que se le deben brindar al sistema.
- Proporcionar los parámetros presentados en el IPC para seleccionar el número y tipo de artefactos sanitarios en las diferentes edificaciones.
- Describir los lineamientos presentados en el IPC para el diseño de sistemas de agua potable, aguas negras, venteo y aguas lluvias.
- Desarrollar una aplicación práctica del reglamento propuesto por medio del diseño de instalaciones hidráulicas en una edificación.

1.4. ALCANCES

- La propuesta de reglamento abarcará únicamente las generalidades, los artefactos sanitarios, los sistemas de distribución de agua potable, aguas negras, venteo y aguas lluvias.
- Se utilizarán los parámetros de funcionamiento de acuerdo a lo indicado por el IPC, no se realizarán pruebas de laboratorio para definir los parámetros de los materiales.
- El ejemplo será para una edificación de cinco niveles de tipo residencial, para ilustrar de una manera práctica el uso del reglamento.
- El trabajo de graduación no estará sujeto a evaluaciones hechas por instituciones gubernamentales, privadas y ONGs externas a la Universidad de El Salvador.

1.5. LIMITACIONES

- Al no contar con un laboratorio hidráulico en la escuela de ingeniería Civil no se realizarán pruebas de laboratorio para definir parámetros de los materiales, debido a la gran cantidad de pruebas de laboratorio que se deberían realizar.
- El estudio no abarcará el área de supresión de incendios, debido a que el IPC lo remite a las normas NFPA (National Fire Protection Agency).

1.6. JUSTIFICACIÓN

Durante los últimos años se ha experimentado un aumento en la construcción de edificaciones de altura en el país, con proyectos cada vez más ambiciosos para cubrir las necesidades habitacionales, comerciales y de oficinas de la población.

Debido a este crecimiento se ve la necesidad de implementar un reglamento para diseño de instalaciones hidráulicas en edificaciones. Para garantizar el buen funcionamiento de dichas instalaciones.

En la actualidad los Ingenieros Civiles conocen a fondo el funcionamiento y diseño de las instalaciones hidráulicas en el ámbito de urbanizaciones, inclusive muchas Universidades la toman como base en las materias obligatorias de la carrera, sin embargo el diseño de instalaciones hidráulicas en el área de edificaciones generalmente es presentado en las materias electivas, debido a esto se tienen vacíos en el campo laboral sobre como es el funcionamiento de los sistemas hidráulicos tomando la creencia errónea que su diseño y comportamiento es similar al de una urbanización.

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2. CAPITULO II “MARCO TEÓRICO”

2.1. INFORMACIÓN SOBRE EL INTERNATIONAL PLUMBING CODE (IPC)

El código internacional de instalaciones hidráulicas y sanitarias (IPC, por sus siglas en inglés) es un código modelo que reglamenta el diseño e instalación de sistemas hidráulicos, sanitarios y artefactos en todos los tipos de edificaciones excepto para viviendas separadas de una o dos familias y casas contiguas que no tienen más de tres pisos de altura sobre el nivel del terreno; el diseño para este tipo de viviendas está cubierto por el código internacional residencial (IRC).

El IPC, el IRC y otros compendios de códigos de construcción fueron desarrollados por el ICC (International Code Council), siendo este un organismo de oficiales de construcción de los Estados Unidos que buscaron unificar criterios de construcción en todo el país. La denotación “Internacional” surge a partir que otros países comenzaron a adoptar o tomar como base los diferentes códigos de la ICC como propios. El ICC se dedica a desarrollar códigos modelos y estándares utilizados en el diseño, construcción y procesos de cumplimiento para construir de una manera segura, sustentable y accesible. La mayoría de comunidades de los Estados Unidos de América y mercado globales escogen implementar los diferentes códigos elaborados por la ICC. Los miembros del ICC

incluye estados, municipios de Estados Unidos, así como cuerpos de ingenieros, constructores arquitectos y empresas manufactureras e industrias afines al rubro de construcción.

El IPC tiene su origen en norte américa (EEUU), dada la demanda de la comunidad hispanoamericana este ha sido traducido al español desde el año 2003. Este acontecimiento da apertura a que el IPC pueda ser tomado como un código modelo el cual pueda ser adaptado a las condiciones locales (Geográficas, climatológicas, y otras condiciones) para países latinoamericanos que deseen usar lo más avanzado en código para el diseño de instalaciones hidráulicas en edificaciones y de esta manera se puedan solventar las necesidades locales. La primera edición del IPC fue publicada en el año 1995, fue la culminación de un esfuerzo iniciado en el año 1994. Tiene la característica que este código se estableció con unos principios que pretendían dar un alcance consistente a las instalaciones de servicio de salud, sistemas que no suban los costos de las construcciones, es accesible a aceptar nuevos materiales y métodos de construcción y sobre todo garantizaba que no se diera un trato preferencial a un único grupo de materiales, productos o métodos de construcción.

El IPC utiliza originalmente las unidades en el sistema inglés, seguido de su equivalente en el sistema métrico para tener consistencia y evitar confusiones.

El IPC establece disposiciones para instalaciones hidráulicas y sanitarias generales, requisitos de artefactos, instalaciones de calentadores de agua y sistemas de distribución de agua, desagüe sanitario, desperdicios especiales, ventilación, desagüe pluvial y gases médicos.

El propósito del IPC es establecer un nivel de seguridad mínimo aceptable para proteger la vida y la propiedad de los peligros potenciales asociados con el suministro de agua potable a artefactos sanitarios y bocas de salida, y con la conducción de aguas residuales cargadas de bacterias desde los artefactos.

Donde una edificación contenga artefactos sanitarios, esos artefactos que requieren agua deben ser provistos con un suministro adecuado de agua para su funcionamiento correcto. El número de artefactos sanitarios requeridos para una edificación está especificado por el IPC en base al máximo número de ocupantes anticipado de la edificación y al tipo de diseño de la misma.

El IPC proporciona criterios prescriptivos para dimensionar sistemas de tuberías conectados a estos artefactos. A través del uso de materiales aprobados por el código, y del cumplimiento de los requisitos de instalación especificados en este código, los sistemas hidráulicos cumplirán su función propuesta durante la vida de la edificación. En resumen, el IPC establece los requisitos mínimos para proporcionar agua segura a las edificaciones, así como una manera segura en la cual los residuos líquidos originados en dichas edificaciones son retirados de las mismas.

El IPC tiene como objetivo proveer a los usuarios los parámetros y lineamientos consistentes para el diseño de instalaciones hidrosanitarias en edificaciones y que estos puedan ser adoptados e implementados con las tecnologías más avanzadas disponibles.

2.2. ALCANCE Y APLICACIÓN DEL REGLAMENTO PROPUESTO

2.2.1. Título

Este documento se titulará como “Propuesta de reglamento para el diseño de instalaciones hidráulicas en edificaciones y aplicación práctica” el cual está basado en el International Plumbing Code (IPC).

2.2.2. Alcance

Las disposiciones de este reglamento serán aplicables al diseño de instalaciones hidráulicas en edificaciones convencionales, referente a los sistemas de agua potable, aguas negras, venteo y aguas lluvias. Planteando las características generales de cada sistema y parámetros para el funcionamiento adecuado de los mismos. Se presenta la información necesaria para el dimensionamiento correcto de los sistemas.

2.2.3. Intención

El propósito de la propuesta de reglamento es proveer los lineamientos requeridos para el diseño de instalaciones hidráulicas en edificaciones, garantizando el bienestar de los usuarios y el funcionamiento óptimo de los sistemas hidráulicos.

2.2.4. Aplicabilidad

La propuesta de reglamento define los requisitos que deberán ser tomados en cuenta para el dimensionamiento de los diversos sistemas hidráulicos, sin embargo, la propuesta de reglamento es de carácter voluntario. Si la propuesta de reglamento es adoptada por una entidad de gobierno, una empresa diseñadora o como parte de los documentos contractuales de un proyecto, adquiere un carácter obligatorio.

2.3. DISPOSICIONES GENERALES

2.3.1. Generalidades

La instalación de sistemas hidráulicos y sanitarios deben de preservar la integridad estructural de la edificación.

Todos los artefactos sanitarios y muebles sanitarios deberán de ser conectados directamente a la red de aguas negras de la edificación.

Todos los artefactos, dispositivos o muebles que requieran el uso de agua, para su correcto funcionamiento, deberán de ser conectados al sistema de distribución de agua potable.

Las dimensiones de tubería, artefactos y accesorios están expresadas en medidas nominales.

Los materiales perjudiciales o peligrosos (Materiales no solubles que pueden obstruir, dañar o sobrecargar el desagüe sanitario) no deben de ser depositados de ninguna manera en el sistema.

Los desperdicios industriales no deben de ser introducidos al sistema de drenaje público; al menos que cuente con el permiso otorgado por la autoridad competente.

2.3.2. Materiales

Cada tramo de tubería, accesorios, artefactos sanitarios y dispositivos usados en el sistema hidráulico deberá de llevar etiqueta de fabricación del fabricante. La instalación de todos los materiales y artefactos debe de ser bajo las normas de instalación dadas por el fabricante o por las indicadas por las especificaciones del proyecto.

2.3.3. Protección de los componentes de las instalaciones hidráulicas

Se deberá de proteger a las instalaciones hidráulicas de la corrosión, de rotura y de la aparición de esfuerzos y deformaciones que excedan la resistencia estructural de la tubería.

Los elementos de las instalaciones hidráulicas que queden expuestas en callejones, entradas a estacionamientos, estacionamientos o ubicaciones expuestas a daños, deberán de ser protegidas de una manera apropiada.

2.3.4. Zanjas, excavaciones y relleno

Las tuberías enterradas deberán de estar apoyadas en todo su recorrido. Las zanjas cuyo nivel de excavación sea inferior al de la tubería, se deberá de rellenar la zanja hasta el nivel inferior del tubo utilizando arena o grava fina colocada en capas de 0.15 metros y se deberá de compactar dichas capas después de la colocación de cada una. Si se descubren materiales blandos de baja calidad portante en el fondo de la tubería se deberá de extraer dicho material por una profundidad mínima de dos veces el diámetro de la tubería y rellenando hasta el nivel inferior de la tubería con grava fina o una fundación de concreto.

El relleno de las zanjas debe de estar libre de ripio y escombros. Se utilizará tierra suelta libre de rocas y concreto. Se colocarán capas de 0.15 metros y se deberá

de compactar hasta que la corona de la tubería sea cubierta por una capa de 0.30 metros de tierra compactada.

2.3.5. Seguridad estructural

No se tiene permitido perforar elementos estructurales fuera de los parámetros establecidos por el diseñador estructural. Se deberá de seguir con los lineamientos adecuados cuando se atraviesen elementos clasificados como resistentes al fuego.

2.3.6. Soporte de tubería

Los soportes sísmicos de la tubería deberán de ser instalados de acuerdo a lo indicado por el diseñador estructural.

Se deberán de instalar soportes de arriostamiento contra ladeo en cambio de direcciones mayores a 45 grados para tubería de 4" y mayores.

Los accesorios de juntas de expansión se utilizarán únicamente en donde sean necesarios para permitir la expansión y contracción de las tuberías. Deberán de ser de acuerdo al material de la tubería en la cual se instala el accesorio.

El anclaje instalado debe de evitar el movimiento axial de la tubería del desagüe sanitario. Se deberá de utilizar sujetadores en todos los cambios de dirección y

cambio de diámetros mayores de dos tamaños de tuberías a partir de tuberías de 4 pulgadas.

Los intervalos de apoyos deberán de ser colocado de acuerdo a lo indicado en la Tabla 2.3.6.

Tabla 2.3.6. Espaciamiento de colgaderos

MATERIAL DE TUBERÍA	MÁXIMA SEPARACIÓN HORIZONTAL (metros)	MÁXIMA SEPARACIÓN VERTICAL (metros)
ABS	1.20	3.00
Aluminio	3.00	4.50
Bronce	3.00	3.00
Hierro fundido	1.50	4.50
Cobre o aleación de cobre	3.50	3.00
Cobre o aleación de cobre de 1 1/4 de pulgada o menor	1.80	3.00
Cobre o aleación de cobre de 1 1/2 de pulgada o mayor	3.00	3.00
Polietileno de conexión cruzada PEX	9.50	3.00
Polietileno/aluminio/polietileno de conexión cruzada PEX-AL-PEX	9.50	1.20
CPVC de 1 pulgada o menor	0.90	3.00
CPVC DE 1 1/4 pulgada o mayor	1.20	3.00
Acero	3.50	4.50
Plomo	Continua	1.20
Polietileno/aluminio/polietileno PA-AL-PE	9.50	1.20
Polipropileno de 1 pulgada y menor	9.50	3.00
Polipropileno de 1 1/4 pulgada o mayor	1.20	3.00
PVC	1.20	3.00
Desagüe sanitario en acero inoxidable	3.00	3.00

2.3.7. Drenaje de condensación

Se deberán de proveer de sistema de desagüe de condensado de equipos que contengan evaporadores o serpentinas de enfriamiento.

La pendiente de las tuberías de desagüe debe mantener una pendiente mínima del 1%. El condensado no debe ser vertido en las calles.

Cuando las tuberías de desagüe de más de una unidad son unidas en un solo desagüe de condensado la tubería debe ser diseñada de acuerdo a la tabla 2.3.7.

Tabla 2.3.7. Dimensionamiento el desagüe de condensado

CAPACIDAD DEL EQUIPO	DIÁMETRO MÍNIMO DE LA TUBERÍA DEL CONDENSADO (Pulgadas)
Hasta 20 toneladas de refrigeración	$\frac{3}{4}$
Más de 20 hasta 40 toneladas de refrigeración	1
Más de 40 hasta 90 toneladas de refrigeración	$1 \frac{1}{4}$
Más de 90 hasta 125 toneladas de refrigeración	$1 \frac{1}{2}$
Más de 125 hasta 250 toneladas de refrigeración	2

2.4. DISTRIBUCIÓN DE ARTEFACTOS SANITARIOS

En esta sección se define el número mínimo de artefactos sanitarios de acuerdo a su tipo de destino.

2.4.1. Instalaciones sanitarias mínimas

Los artefactos sanitarios deberán de ser provistos de acuerdo al tipo de destino y a la cantidad mínima establecida en la Tabla 2.4.2. Los tipos de destinos no indicados en la tabla deberán ser evaluados por la autoridad competente. El número de ocupantes de la edificación será definido por el diseñador y el propietario de acuerdo a los criterios que ellos consideren adecuados.

2.4.2. Cálculo de artefactos

Para determinar el número de ocupantes de cada género se deberá de ocupar el número total de ocupantes dividido a la mitad, los números fraccionarios deberán de ser redondeados hacia la siguiente unidad superior. Se deberá de asumir que la mitad de ocupantes serán masculinos o femenino siempre al menos que se cuente con información estadística aprobada que demuestre lo contrario.

Tabla 2.4.2. Número mínimo de artefactos sanitarios requeridos

CLASIFICACIÓN	DESTINO	DESCRIPCIÓN	INODOROS (Ver apartado B)		LAVAMANOS		REGADERAS / BAÑERAS	BEBEDEROS	OTROS
			MASCULINO	FEMENINO	MASCULINO	FEMENINO			
ASAMBLEA	A-1	Teatros y edificaciones para obras de arte y películas de cine	1 cada 125	1 cada 65	1 cada 200		-	1 cada 500	1 fregadero de servicio
	A-2	Clubes nocturnos, bares, tabernas, salones de baile y edificaciones con propósitos similares	1 cada 40	1 cada 40	1 cada 75		-	1 cada 500	1 fregadero de servicio
		Restaurantes, salones de banquetes y patios de comida	1 cada 75	1 cada 75	1 cada 200		-	1 cada 500	1 fregadero de servicio
	A-3	Auditorios sin asientos permanentes, galerías de arte, salones de exposición, museos, salones de conferencias, bibliotecas, centros comerciales y gimnasios	1 cada 125	1 cada 65	1 cada 200		-	1 cada 500	1 fregadero de servicio
		Terminales de pasajeros e instalaciones e instalaciones y servicios de transporte	1 cada 500	1 cada 500	1 cada 750		-	1 cada 1000	1 fregadero de servicio
		Lugares de oración y otros servicios religiosos	1 cada 150	1 cada 75	1 cada 200		-	1 cada 1000	1 fregadero de servicio
	A-4	Coliseos, arenas, pistas de patinaje, canchas de tenis y edificaciones para eventos deportivos bajo techo.	1 cada 75 para los primeros 1500 y 1 cada 120 para el excedente a 1500	1 cada 40 para los primeros 1520 y 1 cada 60 para el excedente a 1520	1 cada 200	1 cada 150	-	1 cada 1000	1 fregadero de servicio
A-5	Estadios, parques de atracciones, graderías y tribunas para actividades y eventos deportivos al aire libre	1 cada 75 para los primeros 1500 y 1 cada 120 para el excedente a 1500	1 cada 40 para los primeros 1520 y 1 cada 60 para el excedente a 1520	1 cada 200	1 cada 150	-	1 cada 1000	1 fregadero de servicio	
NEGOCIOS	B	Edificaciones para la transacción de negocios, servicios profesionales y otros servicios incluyendo comercio, edificaciones de oficinas, bancos, industria liviana y usos similares	1 cada 25 para los primeros 50 y 1 cada 50 para el excedente a 50		1 cada 40 para los primeros 80 y 1 cada 80 para el excedente de 80		-	1 cada 100	1 fregadero de servicio

CLASIFICACIÓN	DESTINO	DESCRIPCIÓN	INODOROS (Ver apartado B)		LAVAMANOS		REGADERAS / BAÑERAS	BEBEDEROS	OTROS
			MASCULINO	FEMENINO	MASCULINO	FEMENINO			
EDUCACIONAL	E	Instalaciones educativas	1 cada 50		1 cada 50		-	1 cada 100	1 fregadero de servicio
FÁBRICA E INDUSTRIA	F-1 y F-2	Estructuras en las cuales sus ocupantes están asignados a trabajos de fabricación, montaje o procesamiento de productos o materiales	1 cada 100		1 cada 100		Ver apartado a	1 cada 400	1 fregadero de servicio
INSTITUCIONAL	I-1	Atención residencial	1 cada 10		1 cada 10		1 cada 8	1 cada 100	1 fregadero de servicio
	I-2	Hospitales, pacientes ambulatorios de hogar de ancianos (Ver apartado b)	1 por cuarto (Ver apartado C)		1 por cuarto (Ver apartado C)		1 cada 15	1 cada 100	1 fregadero de servicio por piso
		Empleados diferente de atención residencial	1 cada 25		1 cada 35		-	1 cada 100	-
		Visitantes, otros que en atención residencial	1 cada 75		1 cada 100		-	1 cada 500	-
	I-3	Prisiones (Ver apartado b)	1 por celda		1 por celda		1 cada 15	1 cada 100	1 fregadero de servicio
		Reformatorios, centros de detención y centros correccionales	1 cada 15		1 cada 15		1 cada 15	1 cada 100	-
		Empleados (Ver apartado b)	1 cada 25		1 cada 35		-	1 cada 100	-
	I-4	Cuidado diurno de adultos y cuidado de niños	1 cada 15		1 cada 15		1	1 cada 100	1 fregadero por servicio
MERCANTIL	M	Negocio minoristas, estaciones de servicio, negocios, salones de venta, mercados y centros comerciales	1 cada 500		1 cada 750		-	1 cada 1000	1 fregadero de servicio

CLASIFICACIÓN	DESTINO	DESCRIPCIÓN	INODOROS (Ver apartado B)		LAVAMANOS		REGADERAS / BAÑERAS	BEBEDEROS	OTROS
			MASCULINO	FEMENINO	MASCULINO	FEMENINO			
RESIDENCIAL	R-1	Hoteles. Moteles y posadas (transitorias)	1 por unidad de dormitorio		1 por unidad de dormitorio		1 por unidad de dormitorio	-	1 fregadero de servicio
	R-2	Residencia para estudiantes, asociaciones estudiantiles masculinas y femeninas y posadas (no transitorios)	1 cada 10		1 cada 10		1 cada 8	1 cada 100	1 fregadero de servicio
		Casas de apartamentos	1 por unidad habitacional		1 por unidad habitacional		1 por unidad habitacional	-	1 fregadero de cocina por unidad habitacional: una conexión para lavarropas automatico cada 20 unidades habitacionales
	R-3	Unidades de viviendas para una o dos familias	1 por unidad habitacional		1 por unidad habitacional		1 por unidad habitacional	-	1 fregadero de cocina por unidad habitacional: una conexión para lavarropas automatico por unidad habitacional
		Instalaciones de vivienda congregadas con 16 personas o menos	1 cada 10		1 cada 10		1 cada 8	1 cada 100	1 fregadero de servicio
	R-4	Instalaciones residenciales para cuidado asistencial	1 cada 10		1 cada 10		1 cada 8	1 cada 100	1 fregadero de servicio
ALMACENAMIENTO	S-1 y S-2	Estructuras para almacenamiento de productos, almacenes, bodegas y depositos contenedores. Riesgos bajo y moderado	1 cada 100		1 cada 100		Ver apartado a	1 cada 1000	1 fregadero de servicio

Apartado A: Se deberá de colocar estaciones de regaderas de urgencia y lavado de ojos

Apartado B: En cada cuarto de baño los urinarios no deben ser sustituidos por más de un 67% de los inodoros requeridos en destinos de asamblea y educacional. Y no más de un 50% de los inodoros requeridos en todos los otros destinos

2.5. SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

2.5.1. Generalidades

El diseño del sistema de distribución de agua potable debe cumplir con las practicas aceptadas de la ingeniera y los métodos utilizados para determinar la dimensión de la tubería deben ser previamente aprobados.

2.5.2. Requisitos de servicio de agua potable

Se debe suministrar agua potable solamente a los artefactos sanitarios que proveen agua para consumo humano, propósitos culinarios, proceso de alimentos, productos médicos y farmacéuticos, a no ser que las especificaciones de la edificación indiquen lo contrario.

Se debe dimensionar la tubería hidráulica de servicio de agua potable, para suministrar agua a la edificación en la cantidad y presión requerida por este reglamento, en donde el diámetro mínimo de la tubería hidráulica de servicio debe ser $\frac{1}{2}$ de pulgada.

La tubería hidráulica de servicio de agua potable y colector de aguas residuales deben estar separadas un mínimo de 1.50 metros de tierra compactada o no perturbada.

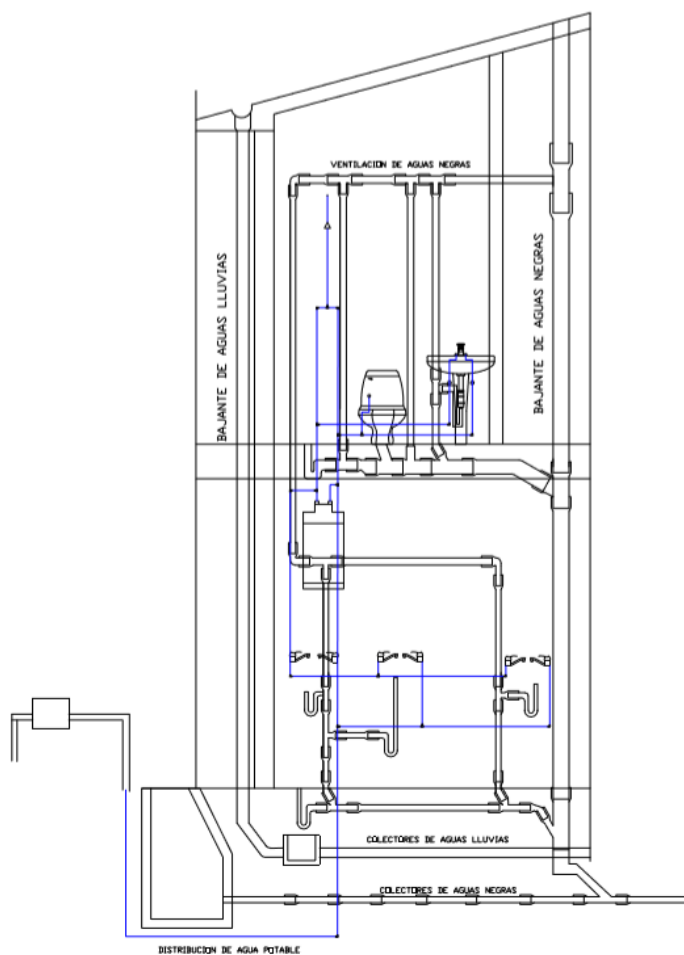
2.5.3. Modelos de distribución de agua potable

Existen diferentes modelos de distribución de agua potable, quedará a criterio del diseñador validar la solución más adecuada para cada proyecto.

2.5.3.1. Sistema de alimentación directa

Se utiliza cuando la red de abastecimiento público es continua y mantiene una presión adecuada.

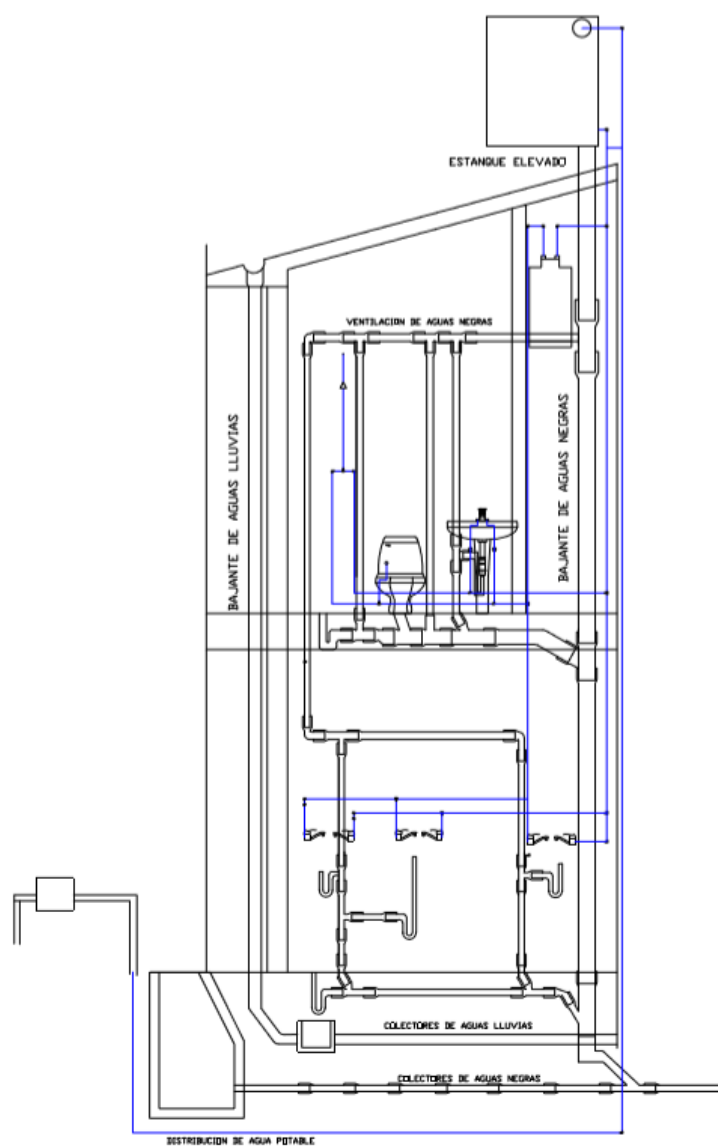
Figura 2.5.3.1. Sistema de alimentación directa



2.5.3.2. Sistema de distribución por gravedad desde un tanque elevado

Se utiliza cuando la distribución de agua potable carece de una presión adecuada o no es continuo.

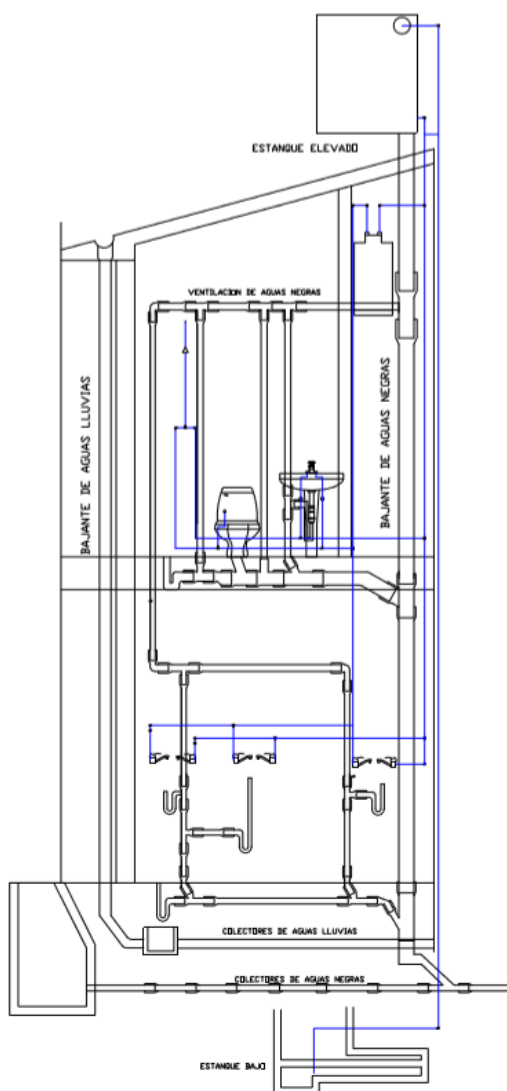
Figura 2.5.3.2. Sistema de distribución por gravedad desde un tanque elevado



2.5.3.3. Sistema de distribución por combinación de cisterna, bomba de elevación y tanque elevado.

Se utiliza cuando el servicio de distribución de agua potable público no es continuo y carece de una presión adecuada.

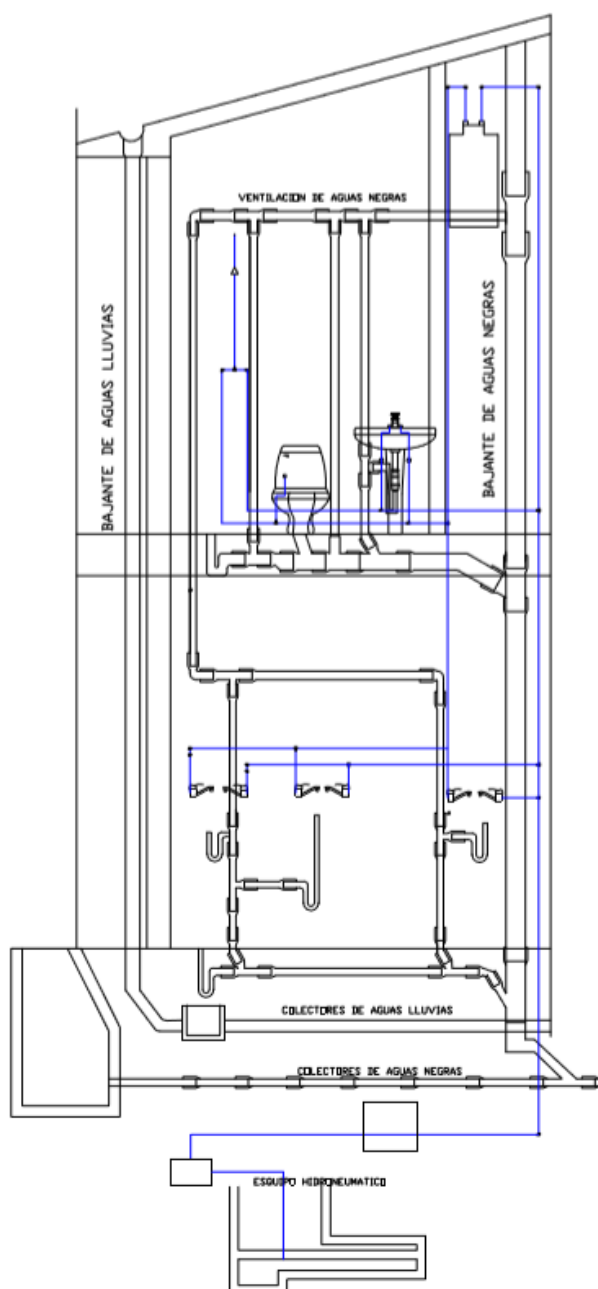
Figura 2.5.3.3. Sistema de distribución por combinación de cisterna bomba de elevación y tanque elevado



2.5.3.4. Distribución con un equipo hidroneumático

Se emplea en zonas donde el abastecimiento no garantiza la presión suficiente y se desea mantener una presión adecuada

Figura 2.5.3.4. Distribución con equipo hidroneumático



2.5.4. Ensayos e inspecciones

El sistema de distribución de agua potable debe ser sometido a ensayo al completar una sección o el sistema completo de abastecimiento de agua y debe ser comprobada su hermeticidad bajo una presión de agua no menor a la presión de trabajo del sistema. Esta presión debe ser mantenida al menos por 15 minutos. El agua utilizada para el ensayo debe ser obtenida de una fuente de abastecimiento potable.

El propietario o autoridad competente está autorizada a conducir los ensayos e inspecciones como considere necesario para determinar el cumplimiento del sistema como tal. La construcción o trabajo debe permanecer accesible y expuesta a fines de ser inspeccionada hasta que sea aprobada.

El diseñador del sistema o inspector designado debe inspeccionar periódicamente y observar el diseño técnico, para determinar que el funcionamiento de dicho sistema sea conforme a los documentos contractuales aprobados. Cualquier discrepancia debe informarse inmediatamente al contratista sanitario para su debida corrección.

2.6. PRESIÓN

En donde la presión de la tubería de abastecimiento del proyecto fluctúa, el sistema de distribución de agua potable de la edificación debe ser diseñado para la presión más baja disponible.

En los puntos en donde la presión de agua de la tubería de abastecimiento del proyecto u otras fuentes de suministro de agua sea insuficiente para proveer presión a boquilla de entradas de los artefactos, se deberá de instalar en el sistema de distribución de agua potable de la edificación un sistema de refuerzo de presión de agua. El suministro debe suplementarse con un tanque de agua elevado, un sistema de presión hidroneumático o una bomba de refuerzo de presión de agua.

Todo tanque de agua potable a presión debe ser provisto con una válvula de alivio de vacío en la parte superior del tanque, que pueda operar hasta una presión máxima de 200 psi (14 kg/cm²) y hasta una temperatura máxima de 93° C (200° F). La dimensión mínima de dicha válvula de alivio de vacío debe ser de ½ pulgada.

Donde la presión estática dentro de la edificación exceda los 40 psi (2.80 kg/cm²) debe ser instalada una válvula reductora de presión aprobada para reducir la

presión estática del sistema de distribución de agua potable de la edificación a 40 psi (2.80 kg/cm²) o menos, a excepción en las líneas de servicio a los grifos de manguera e hidrantes externos, y las tuberías verticales principales de suministro donde la presión de las tuberías principales es reducida a 40 psi (2.80 kg/cm²) o menos a artefactos individuales.

La válvula reductora de presión debe estar diseñada para permanecer abierta y permitir el flujo permanente de agua en caso de falla de la válvula.

La velocidad del flujo del sistema de distribución de agua potable debe ser controlada para reducir la posibilidad de un golpe de ariete. Un reductor de golpe de ariete debe ser instalado donde sean utilizadas válvulas de cierre rápido.

2.7. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CALIENTE

La red de distribución de agua caliente deberá de ser calculada y diseñada de la misma forma como se calcula la red de distribución de agua potable fría. Los equipos que utiliza en agua caliente deberán de estar hechos con materiales que resistan las temperaturas a las cuales serán expuestos.

Las tuberías de distribución de agua caliente deberán de ser de hierro galvanizado, cobre, CPVC u otro material que cumpla con las especificaciones

adecuadas. La red de agua podrá utilizar aislamiento térmico cuando se desee mantener la temperatura en tramos mayores a 30 metros.

Los sistemas de agua caliente son requeridos según sea el destino o uso de la edificación. En destinos residenciales, el agua caliente debe ser suministrada a todos los artefactos sanitarios y equipos utilizados para bañarse, lavarse, propósitos culinarios, limpieza, lavandería o mantenimiento de la edificación. En destinos no residenciales, el agua caliente debe ser suministrada a todos los artefactos sanitarios y equipo utilizados para propósitos culinarios, limpieza, lavandería o mantenimiento de la edificación. El agua templada debe ser suministrada a través de un dispositivo que límite la temperatura.

2.7.1. Redes recirculadas y no recirculadas

La distribución de agua caliente desde el equipo de producción hasta cada uno de los aparatos que utilizarán el agua podrá ser a través de redes no recirculadas y recirculadas.

- a) **Redes no recirculadas:** Recomendado en instalaciones pequeñas como apartamentos, edificios de apartamentos o viviendas de hasta dos pisos de altura.

- b) **Redes recirculadas:** Se utiliza en edificaciones que requieran un suministro de agua caliente constante e instantáneo como hospitales, hoteles, clínicas y edificios especializados.

2.7.2. Mantenimiento de la temperatura del suministro de agua caliente

Las bombas automáticas del sistema de circulación de agua caliente deben ser dispuestas para ser convenientemente apagadas, automática o manualmente cuando el sistema de agua caliente no esté en funcionamiento.

Donde una válvula termostática mezcladora es usada en un sistema con una bomba de recirculación de agua caliente, la línea de retorno del agua caliente o templada debe ser conducida a la tubería de entrada de agua fría, del calentador de agua debe ser conducida a la conexión del retorno de agua caliente de la válvula mezcladora termostática.

2.7.3. Control de expansión térmica

Donde un dispositivo de prevención de contraflujo, válvula de retención u otro dispositivo es instalado en un sistema hidráulico de abastecimiento utilizando equipo de calentamiento de agua con tanque de almacenamiento tal que la expansión térmica cause un aumento en la presión, se debe instalar un dispositivo para el control de la presión.

2.7.4. Abastecimiento de agua caliente a los artefactos

Los accesorios de artefactos, llaves y derivadores, deben ser instalados y ajustados de manera tal que el flujo de abastecimiento de agua caliente desde los accesorios corresponda al lado izquierdo del artefacto sanitario.

2.8. CALENTADORES DE AGUA

2.8.1. Definición de calentadores de agua

Un calentador de agua es un dispositivo termodinámico que utiliza energía para elevar la temperatura del agua. Entre los usos domésticos y comerciales del agua caliente están la limpieza, las duchas, para cocinar o la calefacción.

Los calentadores de agua deben ser provistos con válvulas de desagüe las cuales deben estar instaladas en la parte inferior del calentador tipo tanque y del tanque de almacenamiento de agua caliente.

Los calentadores de agua y tanques de almacenaje deben ser ubicados y conectados de modo que se provea acceso para observación, mantenimiento, servicio y remplazo, además, estos deben estar certificados por una agencia independiente. Los calentadores de agua que utilizan combustible sólido, líquido o gas combustible no deben ser instalados en un cuarto que contenga maquinaria para la circulación de aire.

La temperatura del agua de calentadores sin tanque debe ser como máximo de 60°C (140°F) para uso doméstico.

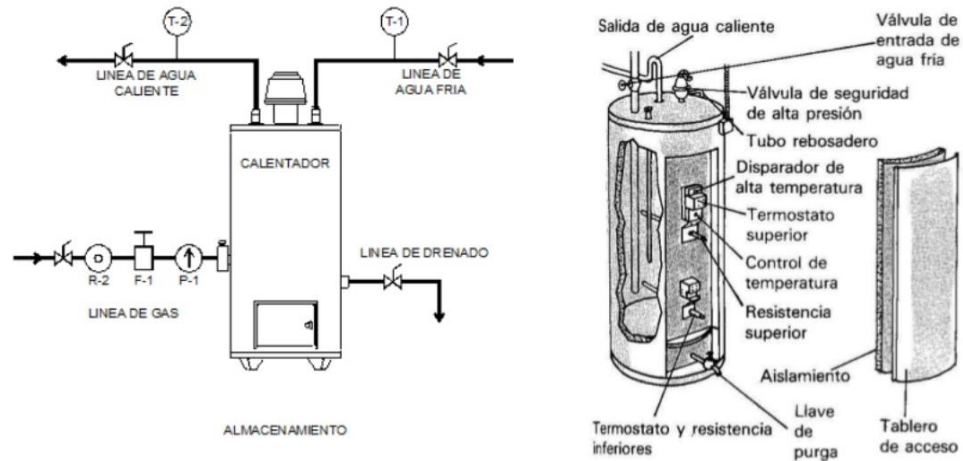
Los tanques de almacenamiento y calentadores de agua instalados para agua caliente doméstica deben tener, la máxima presión operable clara e indeleblemente estampada en el metal o señalada en una placa soldada al mismo o de alguna manera fijada permanentemente. Tales indicaciones deben estar en una posición accesible por el lado de afuera del tanque para facilitar de la mejor manera posible su inspección.

Todos los sistemas de controles de abastecimiento de agua caliente deben estar equipados con un control de temperatura capaz de ser ajustado desde la más baja a la más alta temperatura aceptable dentro del rango de temperatura para su uso.

2.8.2. Tipos de calentadores de agua

Calentadores de depósito: este tipo se caracteriza por tener un tanque interno en el cual se almacena agua. Ahí se calienta hasta llegar a la temperatura seleccionada en el termostato, punto en el cual se apaga automáticamente. Cuando el agua del depósito se enfría o se usa, se repite el proceso.

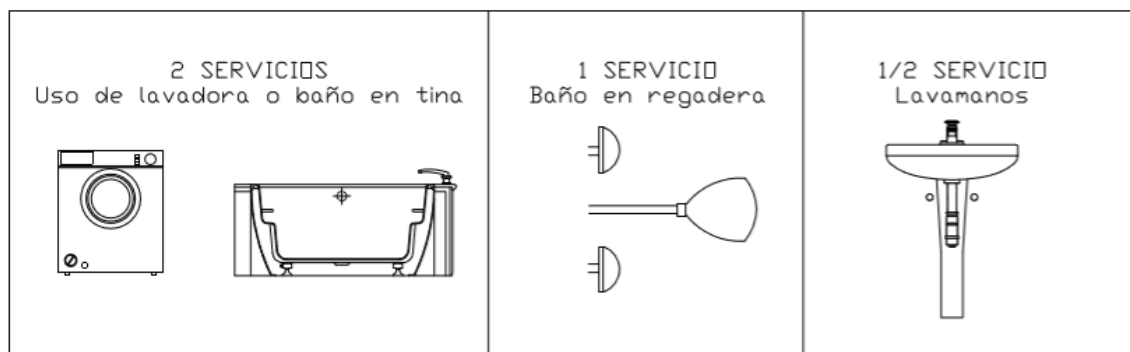
Figura 2.8.2.a. Calentadores de depósito



Para elegir un calentador de este tipo se debe considerar el número de servicios simultáneos, esto con el fin de obtener el tamaño adecuado a las necesidades.

El número de servicios se mide de la siguiente manera:

Figura 2.8.2.b. Número de servicios para selección de un calentador de depósito



La tabla 2.8.2.b. sirve como guía para determinar el tamaño según las características de uso.

Tabla 2.8.2.b. Selección del tamaño del calentador de depósito.

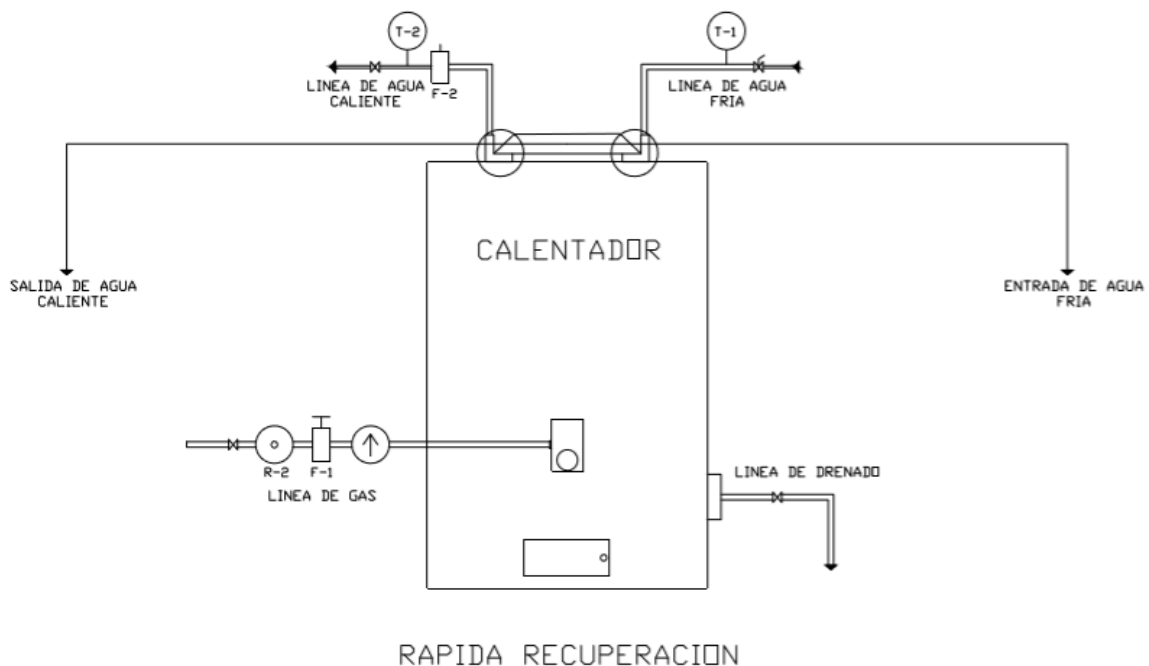
NUMERO DE SERVICIOS	LITROS
De 1 a 3	De 20 a 100
4	De 101 a 130
5	De 131 a 150
6	De 151 a 200
Más de 6	Más de 200

Otro elemento a considerar en este tipo de calentadores es el tiempo de recuperación, es decir la cantidad de litros que calienta por minuto. Por ejemplo, un calentador con capacidad de 200 litros puede tardar de 35 a 50 minutos en calentar su depósito, pero la rapidez con lo que lo haga depende del modelo o la marca del aparato.

Este tipo de calentadores funcionan ya sea con electricidad o gas. Los eléctricos se recomiendan para interiores debido a que no emiten contaminantes, mientras que los de gas siempre deben usarse en exteriores.

Calentadores de paso de rápida recuperación: el funcionamiento de este tipo de calentadores es similar al de depósito, la diferencia radica en que el agua fría entra por tubos previamente calientes y al llegar al depósito, el cual es de menor tamaño que el depósito del calentador anterior, tarda menos tiempo en calentar, de esta manera, el abastecimiento de agua caliente es constante.

Figura 2.8.2.c. Calentadores de paso de rápida recuperación.



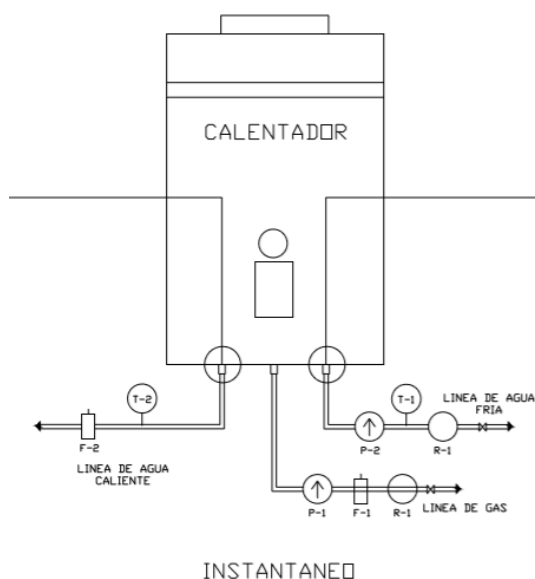
Para seleccionar un calentador de rápida recuperación, se deben tomar en cuenta el número de servicios simultáneos, tal y como se muestra la tabla 2.8.2c.

Tabla 2.8.2.c. Selección de capacidad del calentador de paso de rápida recuperación.

NUMERO DE SERVICIOS	CAPACIDAD (Litros/min.)
1	Menos de 8
1.5	De 9 a 10
2	De 11 a 15
2.5	De 16 a 20
3	De 21 a 25

Calentador de paso instantáneo: este se caracteriza por no tener depósito, el calentamiento se hace durante el recorrido del agua fría en la tubería interna. La elección o capacidad del aparato depende del número de servicios simultáneos por lo que la tabla a utilizar es la tabla 2.8.2.c.

Figura 2.8.2.d. Calentadores de paso instantáneo



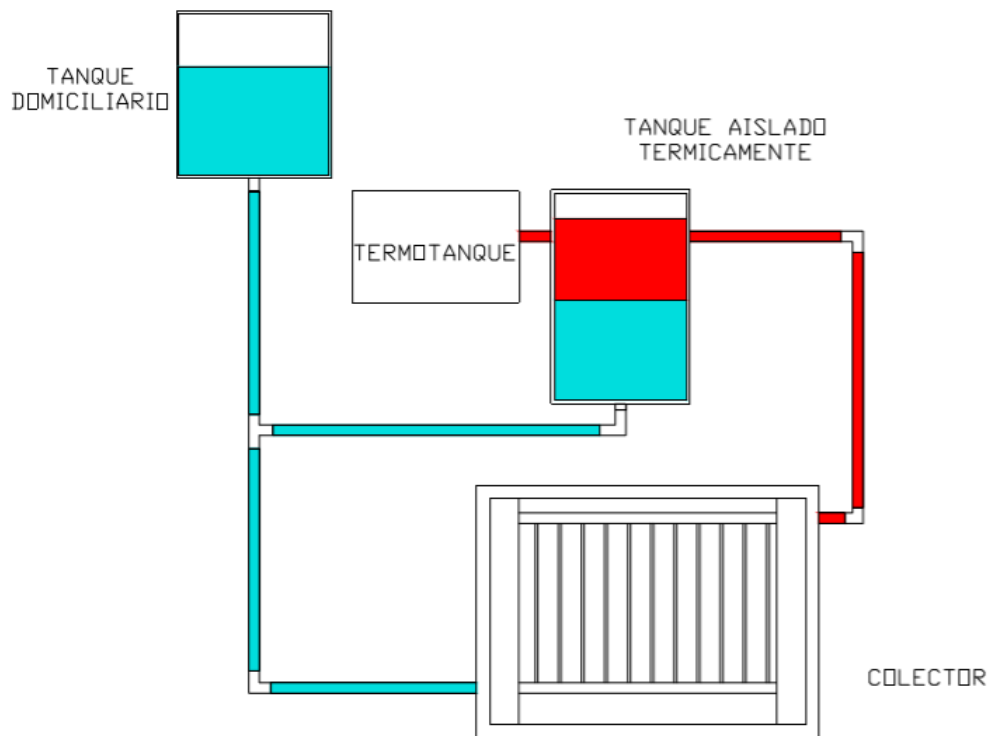
Estos calentadores también utilizan gas para su funcionamiento, aunque algunas marcas tienen modelo que pueden ser utilizados en interiores.

Calentador Solar: es un sistema que calienta agua sólo con la energía proveniente del sol y sin consumir gas o electricidad. Un calentador solar de agua consta principalmente de tres partes:

- El colector solar plano, que se encarga de capturar la energía del sol y transferirla al agua.

- El termo tanque, donde se almacena el agua caliente.
- El sistema de tuberías por donde el agua circula.

Figura 2.8.2e Calentador solar



2.8.3. Conexiones

El paso de agua fría desde donde inicia la tubería principal o montante de suministro de agua a cada tanque de almacenamiento de agua caliente o calentador de agua debe de tener equipada una válvula accesible, ubicada cerca del equipo y sirviendo exclusivamente al tanque de almacenamiento o al calentador de agua. Esta válvula no debe de causar interrupción al suministro de

agua fría al resto del sistema y por lo tanto debe de estar provista en el mismo nivel o piso que el calentador de agua al que sirve.

Se debe tener en cuenta para conectar el calentador de agua al sistema como tal, se debe proveer una correcta presión de agua a través del calentador de agua.

2.8.4. Dispositivos de seguridad

Es indispensable contar con un sistema de apagado, a través de un medio para desconectar el sistema de suministro de agua caliente eléctrico de su fuente de energía. Además, se debe contar con una válvula separadora la cual, debe ser provista para cerrar el suministro de combustible a todos los otros tipos de sistemas de distribución de agua caliente.

Todos los calentadores de agua con tanque que operan por encima de la presión atmosférica deben estar equipados con una válvula de alivio de cierre automático que regula la presión y una válvula de alivio que regula la temperatura o una combinación de ambas. Es importante mencionar que estas válvulas de alivio no deben ser utilizadas como un medio para controlar la expansión termal.

Las válvulas de alivio de presión y temperatura o combinación de ambas, al igual que los dispositivos de corte de energía deben llevar sello de una agencia aprobada y tener una calibración de temperatura de no más de 99°C (210°F) y

una calibración de presión que no exceda la presión nominal de trabajo del tanque o calentador de agua establecida por el fabricante, o 150 psi (10.50 kg/cm²), la que sea menor. La capacidad de cada válvula de alivio de presión y alivio de temperatura debe ser igual o mayor que la alimentación de calor al tanque del calentador del agua o al tanque de almacenamiento.

La tubería de descarga que sirve a una válvula de alivio de presión y temperatura o combinación de ambos debe cumplir con los siguientes requisitos:

- No debe estar conectada directamente con el sistema de desagüe.
- Debe descargar a través de un espacio de aire ubicado en el mismo cuarto que el calentador de agua.
- No debe ser menor que el diámetro de la boca de salida de la válvula servida.
- Debe servir a un solo dispositivo de alivio y no debe conectar dos tuberías que sirvan a otro dispositivo de alivio o equipo.
- Debe descargar al piso, a una poceta de drenaje que sirva al calentador de agua o al tanque de almacenamiento, a un receptor de desperdicios o al exterior.
- Debe descargar de manera que no cause daños personales o daños estructurales.

- Debe descargar en un punto de terminación en donde pueda ser observable.
- No debe tener trampa hidráulica.
- Debe estar instalada de manera que fluya por gravedad.
- No debe terminar a más de 0.15 metros por encima del piso o receptor de desperdicios.

2.8.5. Poceta de drenaje requerida

En donde se instalen calentadores de agua o tanques de almacenamiento de agua caliente en lugares en los que una pérdida en los tanques o en las conexiones cause daño, el tanque o calentador de agua debe ser instalada en una poceta de drenaje de acero galvanizado calibre N°24, u otras pocetas de drenaje aprobadas para tal uso.

2.8.5.1. Dimensión de la poceta de drenaje y desagüe

La poceta de drenaje no debe tener menos de 4 centímetros de profundidad y debe tener suficiente tamaño y forma para recibir todo el goteo o condensación del tanque o calentador de agua. La poceta debe ser drenada por una tubería de desagüe indirecto que tenga un diámetro mínimo de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

2.8.5.2. Terminación del desagüe de la poceta de drenaje

El tubo sanitario de desagüe de la poceta de drenaje se debe extender sin disminuir su dimensión y debe terminar sobre un receptor de desperdicios indirecto adecuadamente ubicado o en un desagüe de piso o se debe extender al exterior de la edificación y debe terminar a no menos de 0.15 metros y no más de 0.60 metros por encima del terreno adyacente.

2.9. DESAGÜE SANITARIO

El sistema de desagüe sanitario de toda edificación estará compuesto por la red de desagüe propiamente y la red de venteo.

En el sistema de desagüe los colectores o ramales de desagüe deben ser de diámetros convenientes para que puedan conducir las aguas y desechos a velocidades que eviten obstrucciones.

El uso de los artefactos sanitarios ha de producir una acumulación de aguas servidas y materia orgánica de rápida descomposición. Los conductos y ramales de desagüe para conducir a la cloaca las aguas servidas deben tener pendiente como mínimo del 1% en tuberías de 4 pulgadas en adelante y 2 % en las tuberías de 2 y 3 pulgadas. Podrán tener pendientes menores al 1% los colectores con diámetro mayor o igual a 6 pulgadas y se proyectarán de manera tal que la velocidad de flujo dentro de ellos no sea menor a 0.50 metros sobre segundo.

Para el diámetro mínimo de los conductos y ramales de desagüe se recomienda usar tuberías de diámetro de 2 pulgadas para duchas, inodoros de pisos, bidé y lavamanos, Tuberías de diámetro de 3 pulgadas se recomienda usar para evitar problemas con la espuma de jabón en los colectores de lavamanos, pocetas y fregaderos de cocina, tuberías de diámetro de 4 pulgadas en inodoros. A partir de los inodoros y en la dirección que corre el agua no se puede reducir el diámetro de los tubos.

Se colocan dos tapones de registro, uno para el ramal inodoro y el otro para el ramal de la ducha, inodoro y lavamanos. El ramal del inodoro tiene dos cambios de dirección antes de descargar en el correspondiente del excusado, el tapón de registro sirve a los dos cambios de dirección.

2.9.1. Conexiones

No se deben hacer conexiones directas de un chorro de vapor, de un tubo de expulsión o de un tubo gotero con el sistema de desagüe de la edificación. Las aguas residuales en su punto de descarga al sistema de desagüe de la edificación deben estar a una temperatura no más alta que 60°C (140°F). Cuando existen temperaturas altas, se debe proveer un método de enfriamiento aprobado.

2.9.2. Venteo

En los conductos y ramales de desagüe se producen gases de descomposición. Es necesario establecer una barrera contra el paso de los gases, a través de las piezas sanitarias al medio ambiente, para ellos se emplean los sifones, el cual es un accesorio en forma de “S” que retiene en cada descarga cierta porción de agua.

Tubos de venteo: tienen por objetivo dar entrada al aire exterior en el sistema de evacuación y facilitar la salida de los gases por encima del techo, evitan que al descargar una o varias piezas sanitarias simultáneamente, el agua retenida en los sifones sea arrastrada o expulsada al exterior permitiendo el escape de gases a los ambientes de la edificación. En todas las redes de desagüe son imprescindibles las redes de venteo y su diámetro principal no será inferior a 2 pulgadas y en edificios de varios pisos las bajantes de agua servida se prolongarán como venteo hasta salir sobre el techo, pero sin reducir su diámetro.

Los ramales de venteo podrán ser conectados con los bajantes de aguas negras por encima del colector más alto de que descargue en él.

Los sellos de agua se protegerán contra el autosifonaje o sifonamiento por compresión, mediante el uso adecuado de bajantes de aguas negras, venteo individual, venteo en conjunto, venteo húmedo, venteo seco o combinación de estos.

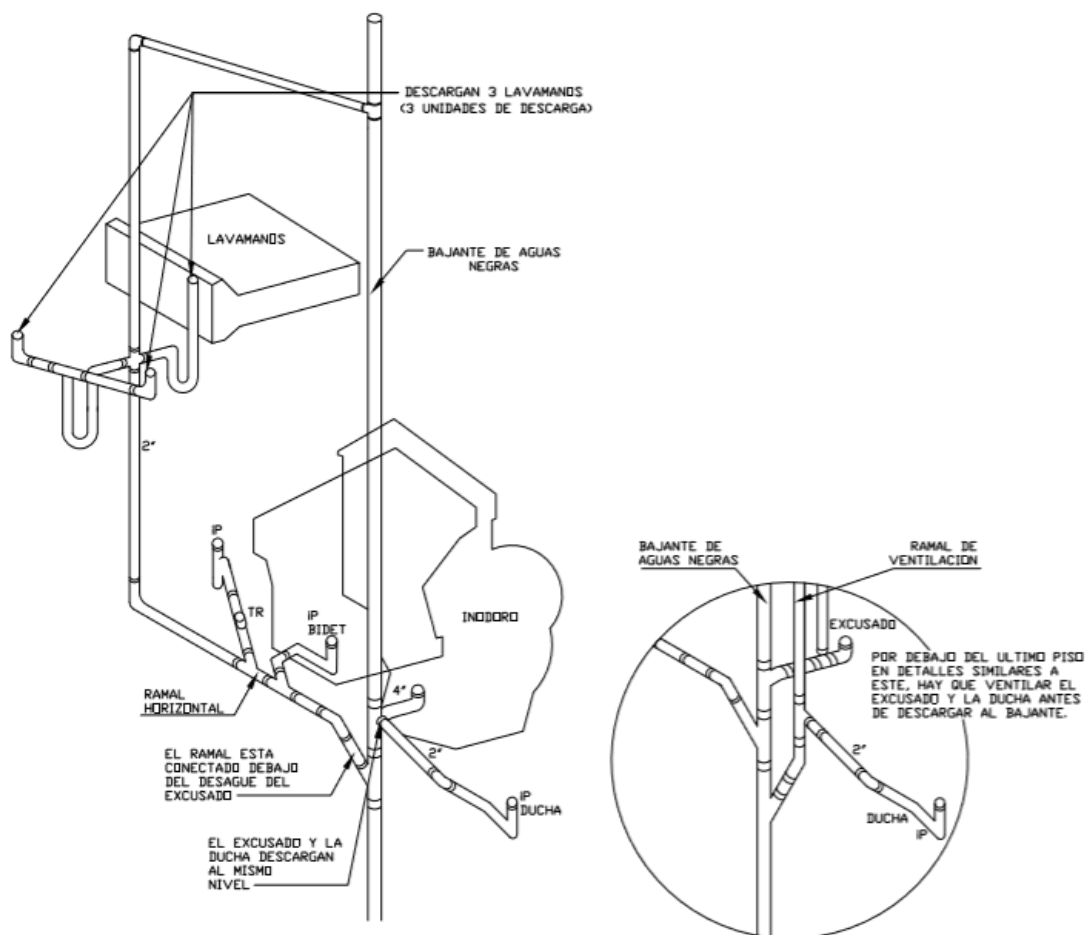
Los montantes de venteo se prolongarán sin disminuir su diámetro hasta sobresalir treinta centímetros del techo.

Cuando un tubo de venteo se conecte a un conducto horizontal de aguas negras, el venteo deberá arrancar verticalmente o formando un ángulo no mayor de cuarenta y cinco grados con la vertical, hasta una altura de quince centímetros como mínimo sobre el nivel de derrame del artefacto o artefactos que ventile, antes de conectarse al ramal de venteo o ponerse horizontal.

2.9.2.1. Venteo húmedo

El grupo de artefactos que forman un baño privado puede instalarse con el desagüe individualmente ventilado de un lavamanos, fregadero o poceta sirviendo como venteo húmedo para el resto de los artefactos siempre que no desagüen más de cuatro unidades de descarga en el venteo húmedo vertical.

Figura 2.9.1.1. Venteo húmedo

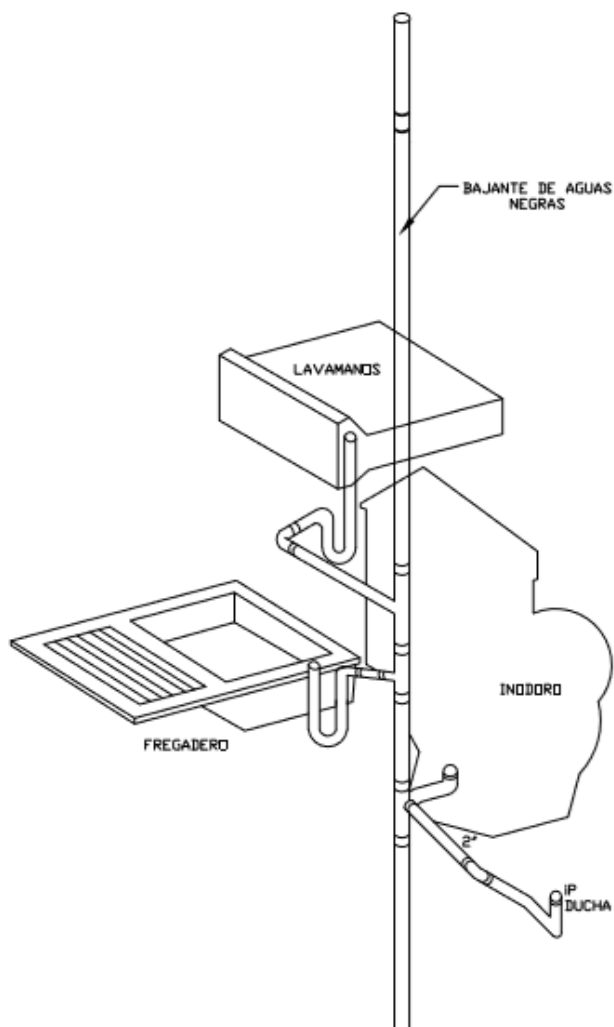


2.9.2.2. Venteo al bajante

Las piezas de un baño y un fregadero o pieza similar ubicadas en edificaciones de un piso, o en el último piso, podrán instalarse sin tuberías de venteo individuales siempre que sean ventilados a través de la prolongación del bajante de aguas servidas que podría servir como tubería de venteo de dichas piezas sanitarias, siempre que cumplan con los siguientes requisitos:

- El lavamanos y el fregadero se conectarán directa y separadamente a la prolongación del bajante.
- El inodoro y la ducha o bañera descargarán directa y separadamente al bajante al mismo nivel y por debajo de la descarga de las otras piezas sanitarias.

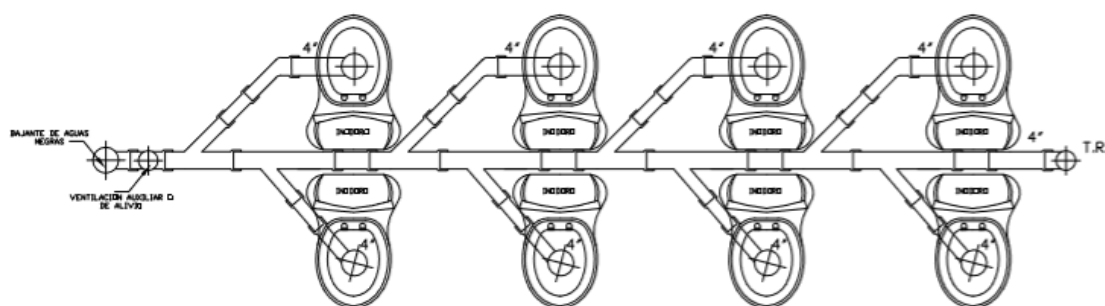
Figura 2.9.1.2. Venteo al bajante



2.9.2.3. Venteo de conjunto

Se podrá emplear venteo en conjunto cuando se dispone de un número de piezas sanitarias no mayor a ocho colocadas en batería alineadas y en forma continua.

Figura 2.9.1.3. Venteo de conjunto

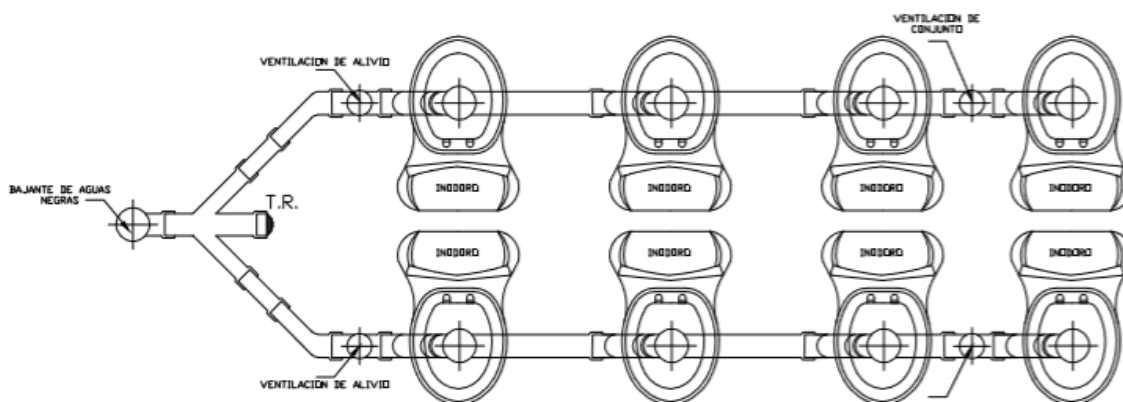


2.9.2.4. Venteo en conjunto de ramales paralelos.

Cuando dos ramales paralelos sirvan un total de ocho excusados, cada uno de dichos ramales estará provisto de un punto de ventilación de conjunto entre los dos excusados más distantes.

Los ramales por debajo del último piso que sirvan más de tres excusados estarán provistos de un venteo de alivio, antes de la descarga de la primera pieza sanitaria.

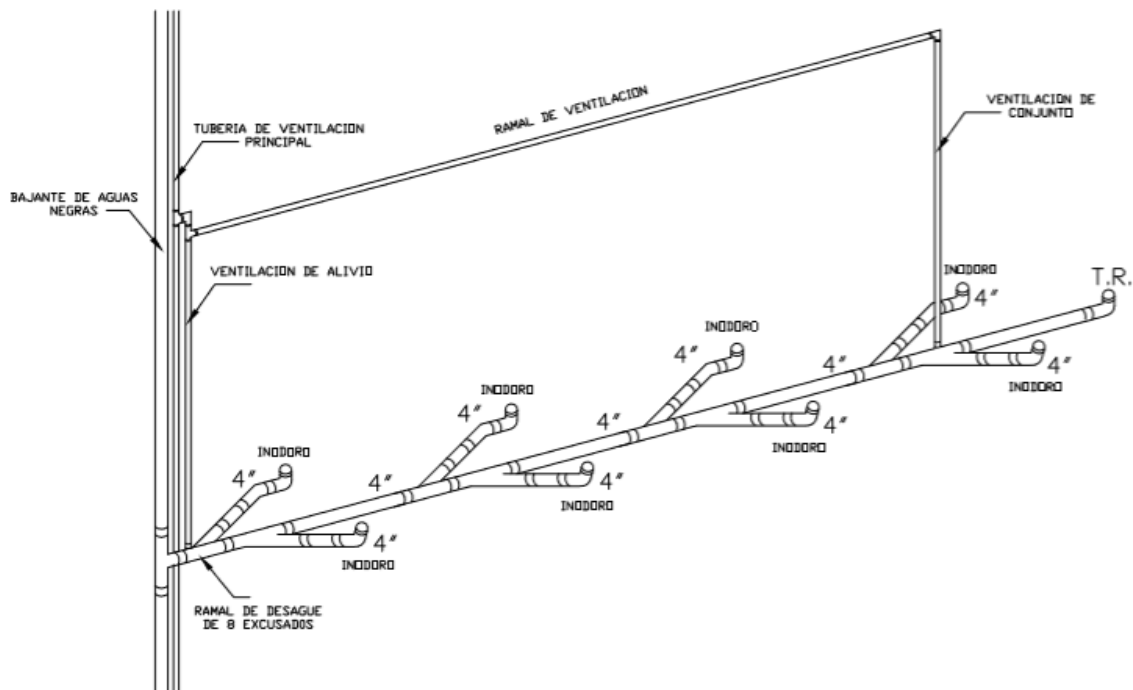
Figura 2.9.1.4. Venteo en conjunto de ramales paralelos



2.9.2.5. Venteo de alivio

Este tipo de venteo solo se emplea en pisos inferiores, cuando se dispone de igual número y tipo de piezas sanitarias, pero instaladas por debajo del último piso, la tubería de ventilación en conjunto se complementará con una tubería de ventilación auxiliar o de alivio conectada al ramal de desagüe entre el bajante y la primera pieza sanitaria.

Figura 2.9.1.5. Venteo de alivio



2.9.3. Ensayos

Se debe aplicar un ensayo al sistema de desagüe sanitario y venteo, en donde se observe y determine el cumplimiento del sistema como tal, en su totalidad o por secciones. Si se aplica a la totalidad del sistema, todas las aberturas en la tubería deben ser herméticamente tapadas, excepto la boca de la salida más alta, y el sistema debe llenarse con agua hasta el punto de desborde. Si el sistema se somete a ensayo por secciones, cada abertura debe estar herméticamente tapada, excepto la boca de salida más alta de la sección bajo ensayo y cada sección debe llenarse con agua, pero ninguna sección debe someterse a ensayo con menos de 3.00 metros de carga de agua. Al hacer los ensayos sucesivos, por lo menos los últimos 3.00 metros de la sección inmediata precedente debe

someterse a ensayo, de manera que ninguna unión o tubería en la edificación, que no sea los últimos 3.00 metros de la red, hayan sido sometidos a ensayo con menos de 3.00 metros de carga de agua. Esta presión debe ser mantenida por lo menos 15 minutos. El sistema debe entonces ser hermético en todos los puntos.

2.10. DESAGÜE PLUVIAL

2.10.1. Generalidades

Todos los techos, jardines, áreas pavimentadas, terrazas y patios deberán drenar a un sistema de cloaca pluvial. Para viviendas donde se tenga aprobado por parte de las autoridades se permitirá que las aguas pluviales sean descargadas en áreas planas como calles siempre y cuando esta agua no fluya de vuelta hacia la edificación.

2.10.2. Prohibiciones

Las siguientes condiciones deberán tenerse en cuenta para el diseño del sistema de desagüe pluvial:

- No se permitirá que las aguas pluviales sean drenadas a los desagües sanitarios.
- No se permitirá la reducción de diámetro de tubería en la dirección del flujo.

- Ningún accesorio o conexión deberá de obstruir o retardar el flujo dentro del sistema.

2.10.3. Desagüe pluvial de techos

Los techos deberán de ser diseñados de tal forma que soporten la máxima profundidad de agua que puede ser estancada en el mismo. Para conocer la máxima profundidad de agua que puede estancarse se deben de asumir todas las salidas de desagüe pluvial del techo como bloqueados. La ubicación de las canaletas y bajantes de desagüe pluvial deberán de estar de acuerdo a los criterios establecidos por la arquitectura y la estructura de la edificación.

En aquellos casos en los cuales una pared vertical drena hacia un techo con bajantes de desagüe pluvial se deberá de agregar la mitad del área de la pared vertical que aporta para considerar su aporte en las bajantes.

Los desagües pluviales en techos deben de tener coladeras que se extiendan por lo menos 10 centímetros sobre el nivel de techo adyacente a la coladera, en aquellos techos o terrazas que recibirán tráfico de personas o mantenimiento se pueden dejar coladeras del tipo de superficie plana instalados al mismo nivel de la cubierta. No se podrán instalar menos de dos desagües en un área de techo de 930 metros cuadrados o menor y no menos de cuatro desagües en techos con un área mayor a 930 metros cuadrados.

2.10.4. Selección de diámetro de desagüe pluvial

La selección del diámetro de tuberías de desagüe pluvial se realiza utilizando el área de influencia del techo y la intensidad de lluvia en la zona del proyecto. En el caso de las tuberías horizontales se deberá de tomar en cuenta el valor de la pendiente de la tubería, en el capítulo 5 se presentan las tablas para selección de diámetros y el método para calcular la intensidad de lluvia en el proyecto.

CAPITULO III

DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

3. CAPITULO III “DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE”

3.1. GENERALIDADES

Un diseño adecuado de distribución de agua potable deberá de garantizar las siguientes condiciones: Primero, que todos los equipos de la edificación sean capaces de funcionar adecuadamente bajo condiciones normales de uso. Segundo, evitar sobredimensionamientos excesivos que eleven el costo y mantenimiento de la red de distribución de agua potable. El caudal requerido en una edificación es variable, depende del tipo de estructura, uso, ocupación, hora del día y tipo de artefactos.

Para dimensionar la distribución de agua potable de una edificación se deberán de tomar en cuentas el consumo máximo probable en cualquier instante.

3.2. INFORMACIÓN PRELIMINAR

3.2.1. General

Se presenta un listado de la información necesaria para poder garantizar un dimensionamiento adecuado del sistema de distribución de agua potable en cualquier edificación.

3.2.2. Materiales del sistema

Se deberá de indicar por parte del propietario de la edificación, su representante o la empresa encargada del diseño, la gama de materiales a utilizar en el diseño del sistema.

3.2.3. Características de la fuente de agua

Las autoridades oficiales deberán de proveer información sobre corrosividad y la tendencia a la formación de escamas de la fuente agua y su comportamiento con la combinación de materiales a ser utilizados en el sistema. (Esta información queda a discreción de la autoridad oficial).

3.2.4. Ubicación y tamaño del punto de distribución de agua potable público.

La autoridad oficial deberá de indicar la ubicación y tamaño de la red de distribución de agua potable publica que suministrará a la edificación.

3.2.5. Longitud del sistema.

Se deberá de obtener la longitud del sistema desde el punto de conexión de agua publica hasta la primera válvula de control al interior de la edificación. También, Se deberá de obtener la longitud desde la válvula de control hasta el punto más alto o remoto del sistema. Esta información es obtenida de los planos de la edificación.

3.2.6. Presión del agua en la línea de distribución de agua potable pública.

Las presiones máximas y mínimas en la línea de distribución pública deberán de ser obtenidas de la autoridad oficial.

3.2.7. Elevaciones.

Se deberán de obtener las elevaciones desde el punto de conexión a la línea de distribución pública hasta el punto más alto o lejano del sistema. Las elevaciones entre cada piso deberán de ser extraídas de los planos de la edificación.

3.2.8. Presión mínima requerida en los artefactos sanitarios.

Se deberá de obtener información correspondiente a la presión mínima que necesitan los artefactos para su funcionamiento adecuado con usos normales. Por lo general, se toman como presiones adecuadas los siguientes valores: para todas las salidas de artefactos normales una presión de 15 psi o 10 metros

columna de agua, para válvulas fluxómetros se toma como adecuado una presión de 20 psi o 15 metros de columna de agua. Para otro tipo de artefactos se deberá de obtener la información sobre la presión necesaria del fabricante.

Las dimensiones de las tuberías del sistema de distribución de agua potable deben ser seleccionadas de manera que, en las condiciones de altas demandas, las capacidades de suministro de los artefactos de salida de la tubería no deben ser menores a las capacidades que se muestran en la tabla 3.2.8 el caudal mínimo y la presión de flujo provista a los artefactos y muebles que no se encuentran listados en la tabla 3.2.8 deben estar de acuerdo con las instrucciones de diseño del fabricante o diseñador hidráulico.

Tabla 3.2.8. Capacidad requerida en la entrada de suministro de los artefactos

BOQUILLA DE ENTRADA AL SUMINISTRO DEL ARTEFACTO SERVIDO	CAUDAL MÍNIMO (litros por segundo)	PRESIÓN (psi)
Bañera, válvula de mezclado de presión balanceada, termostática, o de combinación presión balanceada/termostática	0.25	20
Bidé, válvula de mezclado termostática	0.10	20
Artefacto de Combinación	0.25	8
Lavavajillas, Domestico	0.15	8
Bebedero	0.05	8
Batea de lavandería	0.25	8
Lavabo	0.10	8
Regadera	0.20	8
Regadera, válvula de mezclado de presión balanceada, termostática, o de combinación presión balanceada/termostática	0.20	20
Grifo de manguera, llave de manguera	0.30	8
Fregadero residencial	0.15	8
Fregadero de servicio	0.20	8
Urinario, válvula	0.75	25
Inodoro diseñado con escape repentino de aire, válvula fluxómetro	1.50	45
Inodoro, tanque fluxómetro	0.10	20
Inodoro, sifón, válvula	1.50	35
Inodoro, tanque, cierre acoplado	0.20	20
Inodoro, tanque, una pieza	0.35	20

3.3. CALCULO DE DEMANDA

3.3.1. Método Estándar (Método Hunter)

En 1923 Roy Hunter propuso su método de unidades fijas para artefactos sanitarios. Después de haber estudiado la aplicación de su método en múltiples edificaciones del gobierno de Estados Unidos de América su método fue aprobado para uso general. Este método cumple con las características de dar un medio confiable y racional para estimar la máxima demanda probable en los sistemas de distribución de agua potable sin importar el tipo de edificación o su uso. El concepto de máxima demanda probable viene de un estudio de probabilidad, que indica que en ningún momento se excederá por más del 0.1% los caudales calculados. Para la mayoría de sistemas diseñados con esta metodología, los valores máximos de caudal nunca son alcanzados, garantizando un método con un enfoque conservador pero que aún mantiene dimensiones pequeñas.

3.3.2. Unidades mueble.

La demanda máxima de agua potable de una edificación no puede ser determinada a exactitud. La demanda de agua de una edificación depende de la cantidad, tiempo de uso y la probabilidad de múltiples usos al mismo tiempo de los diferentes accesorios instalados en la edificación. En el método de Hunter a

cada accesorio de la red de distribución se le es asignado un valor específico conocido como **unidad mueble (Water Supply Fixture Unit WSFU)**.

La unidad mueble es un factor que indica que los efectos producidos por diferentes combinaciones de accesorios, bajo diferentes condiciones de servicio pueden ser expresadas aproximadamente como múltiplos de ese factor. Las combinaciones de unidades mueble de diferentes accesorios de baño pueden dar una idea de cuál será el efecto de los artefactos en la red de distribución.

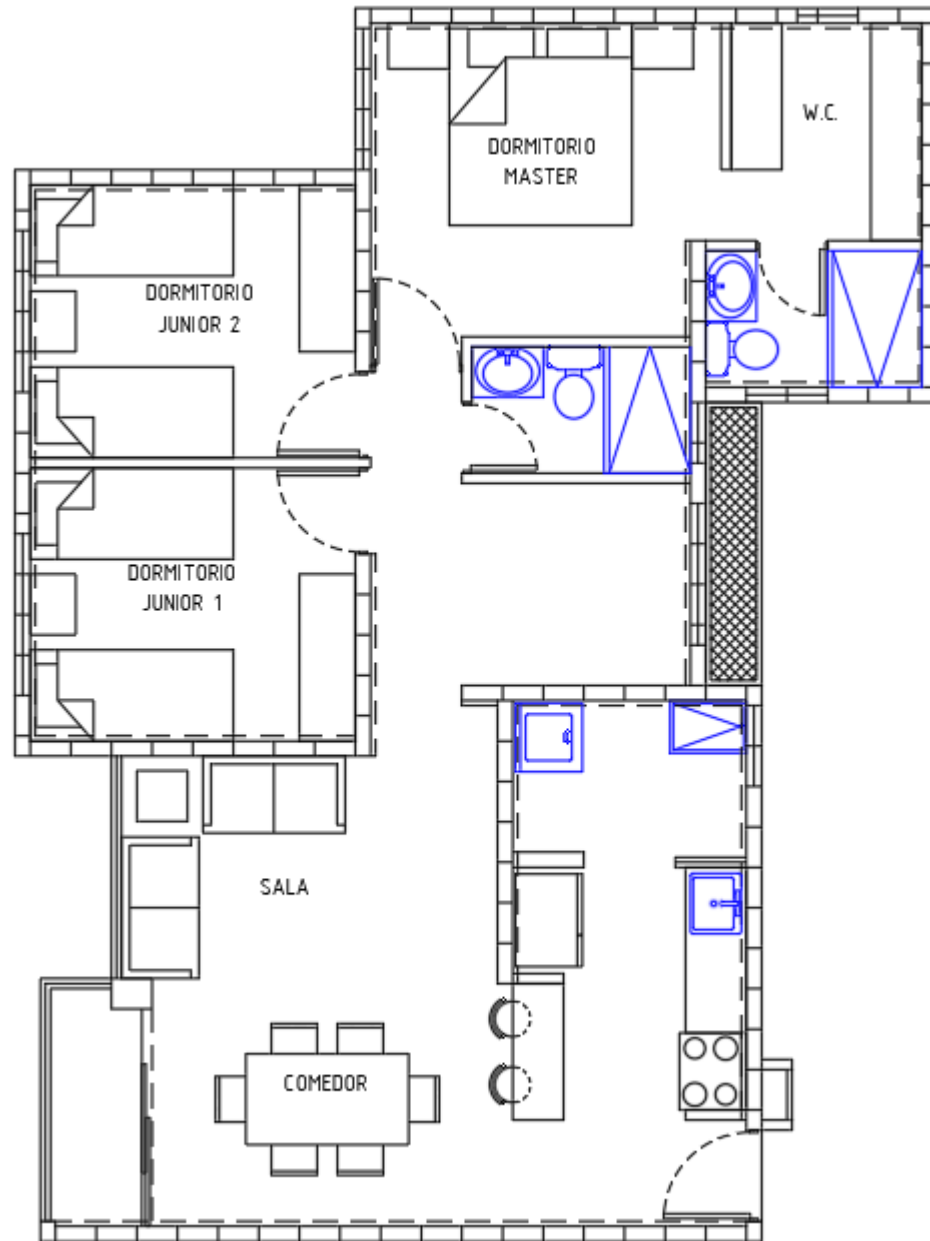
La demanda de agua potable correspondiente a cada unidad mueble es mostrada en la tabla 3.3.2. La sumatoria total de unidades mueble de la red de distribución permite calcular la demanda total de agua potable de una edificación. Para redes de distribución con demanda tanto de agua fría como caliente, los valores separados tanto para agua fría como caliente se toman como $\frac{3}{4}$ del valor total de la unidad mueble asignada para artefacto, redondeado al décimo más cercano. Por ejemplo, la unidad mueble para un cabezal de regadera público es de 4, por lo tanto, los valores para agua fría y caliente es de 3 unidades mueble.

Tabla 3.3.2. Valores de unidades mueble para diferentes artefactos

ARTEFACTO	USO	TIPO DE CONTROL DE SUMINISTRO	VALORES DE CARGA UNIDADES MUEBLE (U.M.) WATER SUPPLY FIXTURE UNITS (W.S.F.U.)		
			Fría	Caliente	Total
Tina	Privada	Llave	1.00	1.00	1.40
Tina	Pública	Llave	3.00	3.00	4.00
Bidé	Privado	Llave	1.50	1.50	2.00
Lavavajillas	Privado	Automático	-	1.40	1.40
Bebederos	Público	Válvula	0.25	-	0.25
Fregadero	Privado	Llave	1.00	1.00	1.40
Lavamanos	Privado	Llave	0.50	0.50	0.70
Lavamanos	Público	Llave	1.50	1.50	2.00
Ducha	Público	Válvula mezcladora	3.00	3.00	4.00
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	1.00	1.00	1.40
Urinario	Público	Válvula fluxómetro 1"	10.00	-	10.00
Urinario	Público	Válvula fluxómetro 3/4"	5.00	-	5.00
Urinario	Público	Tanque fluxómetro	3.00	-	3.00
Maquina automática lavar ropa (8 lb)	Privado	Automático	1.00	1.00	1.40
Maquina automática lavar ropa (8 lb)	Público	Automático	2.25	2.25	3.00
Maquina automática lavar ropa (15 lb)	Público	Automático	3.00	3.00	4.00
Inodoro	Privado	Válvula fluxómetro	6.00	-	6.00
Inodoro	Privado	Tanque	2.20	-	2.20
Inodoro	Público	Válvula fluxómetro	10.00	-	10.00
Inodoro	Público	Tanque	5.00	-	5.00
Inodoro	Público o privado	Tanque fluxómetro	2.00	-	2.00

Para el uso correcto de la tabla 3.3.2. procedemos a identificar los artefactos sanitarios pertinentes en una planta arquitectónica tipo, como se muestra en la figura 3.3.2.1.

Figura 3.3.2.a. Identificación de artefactos sanitarios para agua potable



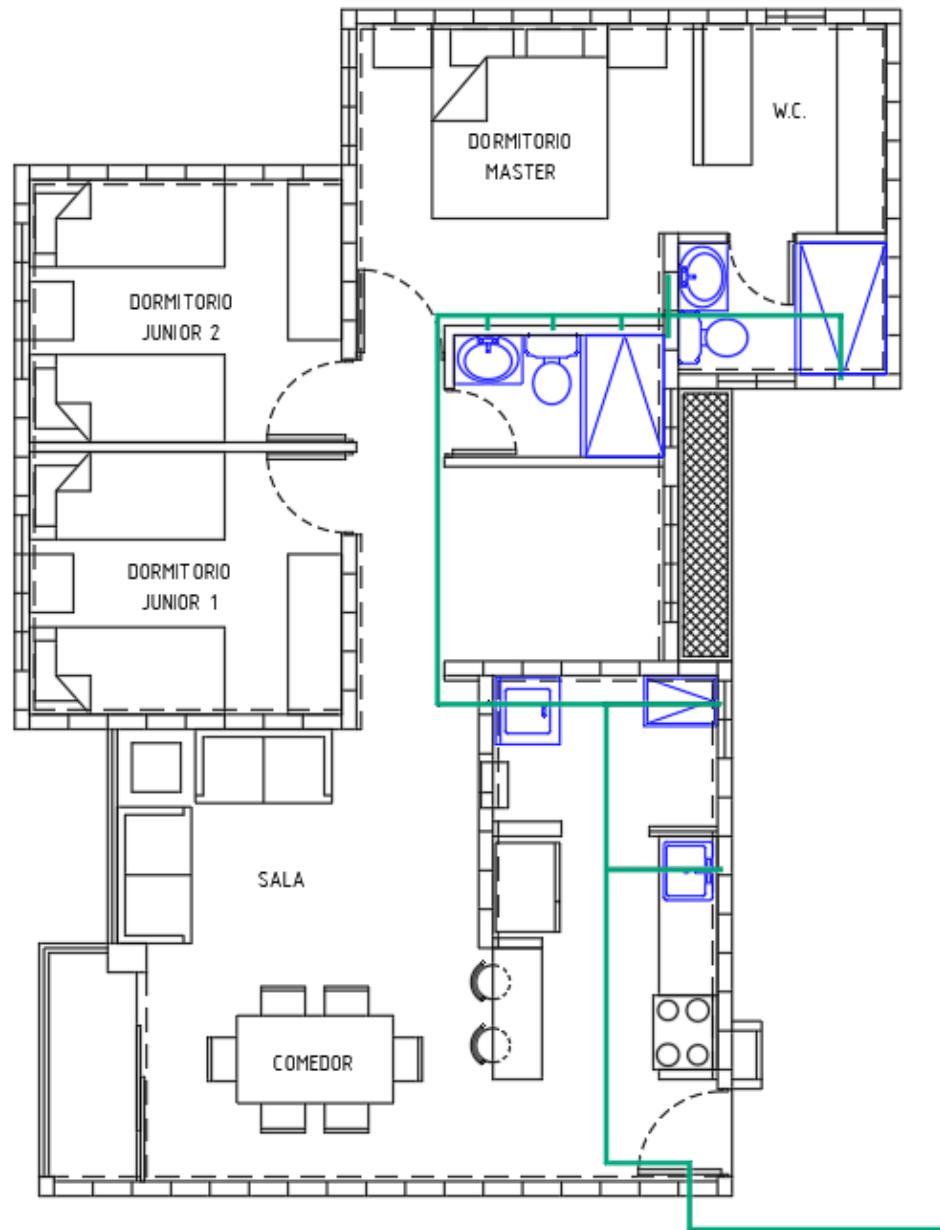
Se crea un cuadro enlistando los artefactos sanitarios que se identifican en la planta arquitectónica y sus respectivas cantidades.

Tabla 4.4.a. Identificación de artefactos sanitarios.

ARTEFACTO SANITARIO	CANTIDAD
Inodoro	2
Lavamanos	2
Ducha	2
Máquina Lavadora	1
Fregadero	1
Pileta	1

Ahora que se han identificado los artefactos sanitarios en la plata tipo, es necesario generar un trazo de lo que será la red de agua potable por apartamento.

Figura 3.3.2.b. Trazo de red de para agua potable por apartamento.



Después de generado el trazo de la red de agua potable por apartamento se debe de identificar y contabilizar los artefactos sanitarios, para obtener los valores de

unidades mueble de la tabla 3.3.2. en este caso por cuestiones de practicidad, asumiremos que la red de agua potable abastece solamente de agua fría.

Tabla 3.3.2.1. Obtención de unidades muebles por apartamento.

ARTEFACTO SANITARIO	CANTIDAD	UNIDADES MUEBLE (U.M)	TOTAL UNIDADES MUEBLE
Inodoro	2	2.20	4.40
Lavamanos	2	0.50	1.00
Ducha	2	1.00	2.00
Máquina Lavadora	1	1.00	1.00
Fregadero	1	1.00	1.00
Pileta	1	1.00	1.00
Total de unidades mueble por apartamento (UM)			10.40

Por lo tanto, se necesitarán 10.40 unidades mueble para abastecer del consumo apropiado al apartamento.

3.3.3. Demanda correspondiente a unidades mueble.

Para determinar la máxima demanda probable en litros por minuto correspondientes al valor de unidades mueble, se deberá de utilizar la tabla 3.3.3. Cuando los valores de unidades muebles se encuentren entre valores indicados en tabla, se podrá interpolar entre los dos valores más cercanos.

La máxima demanda probable correspondiente a una distribución de agua potable será mucho mayor en un sistema donde los artefactos y accesorios

contengan válvulas del tipo fluxómetro. La diferencia en demanda entre sistemas con válvulas normales y válvulas fluxómetro va disminuyendo a medida las unidades muebles van creciendo.

Para partes del sistema que no alimentan artefactos con válvulas fluxómetro, como es en el caso para la red de distribución de agua caliente, la máxima demanda probable podrá ser calculada utilizando los valores para una red que alimenta dispositivos de tanque.

Para el correcto uso de la tabla 3.3.3. en este caso debido a que es un apartamento privado utilizaremos la columna de tanque de inundación y como ya se menciona es necesario interpolar de acuerdo al valor total por apartamento. En este caso obtuvimos un valor de 10.40 U.M. el cual se encuentra entre los valores de 10 y 11 U.M.

$$\left(\frac{11 - 10}{0.95 - 0.90} \right) = \left(\frac{10.40 - 10}{X - 0.90} \right)$$

$$(20) = \left(\frac{0.40}{X - 0.90} \right)$$

$$(X - 0.90) = \left(\frac{0.40}{20} \right)$$

$$(X - 0.90) = (0.02)$$

$$X = 0.92$$

Figura 3.3.3.1. Obtención del valor de litros por segundo

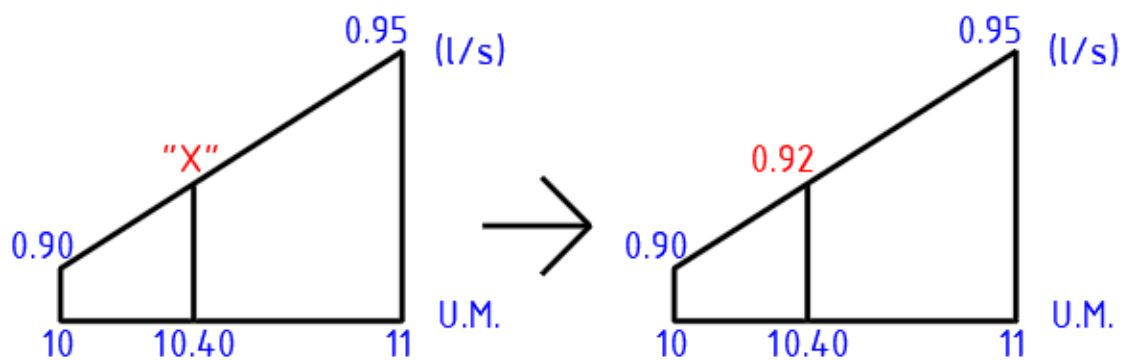


Tabla 3.3.3. Tabla para la estimación por demanda (litros por segundo)

TANQUES DE INUNDACIÓN		VÁLVULAS FLUXÓMETRO	
CARGA	DEMANDA	CARGA	DEMANDA
(unidades mueble)	(litros por segundo)	(unidades mueble)	(litros por segundo)
1	0.15	-	-
2	0.30	-	-
3	0.40	-	-
4	0.50	-	-
5	0.60	5	0.95
6	0.65	6	1.00
7	0.75	7	1.25
8	0.80	8	1.40
9	0.85	9	1.55
10	0.90	10	1.70
11	0.95	11	1.75
12	1.00	12	1.80
13	1.00	13	1.85
14	1.05	14	1.90
15	1.10	15	1.95
16	1.10	16	2.00
17	1.15	17	2.05
18	1.20	18	2.10
19	1.20	19	2.15
20	1.25	20	2.20
25	1.35	25	2.40
30	1.45	30	2.65
35	1.55	35	2.75
40	1.65	40	2.90
45	1.75	45	3.00
50	1.85	50	3.15
60	2.00	60	3.40
70	2.20	70	3.65
80	2.40	80	3.85
90	2.55	90	4.00
100	2.75	100	4.25
120	3.00	120	4.60

TANQUES DE INUNDACIÓN		VÁLVULAS FLUXÓMETRO	
CARGA	DEMANDA	CARGA	DEMANDA
(unidades mueble)	(litros por segundo)	(unidades mueble)	(litros por segundo)
140	3.30	140	4.85
160	3.60	160	5.10
180	3.85	180	5.40
200	4.10	200	5.65
225	4.40	225	6.00
250	4.70	250	6.35
275	5.00	275	6.60
300	5.35	300	6.80
400	6.60	400	8.00
500	7.80	500	9.00
750	10.70	750	11.15
1000	13.10	1000	13.10
1250	15.00	1250	15.00
1500	16.95	1500	16.95
1750	18.70	1750	18.70
2000	20.50	2000	20.50
2500	23.95	2500	23.95
3000	27.30	3000	27.30
4000	33.75	4000	33.75
5000	37.40	5000	37.40

La dimensión mínima de la tubería de suministro a un artefacto debe ser como muestra la tabla 3.3.3.a. La tubería de suministro no debe de terminar a más de 0.75 metros del punto de conexión con el artefacto. La tubería de suministro debe extenderse hasta el piso o muro adyacente al artefacto.

Tabla 3.3.3.a. Dimensiones mínimas para tuberías de alimentación de agua de artefactos.

Artefacto	Mínima dimensión de la tubería (Pulgadas)
Bañera (60"x32" y más pequeñas)	1/2
Bañeras (más grande de 60"x32")	1/2
Bidé	3/8
Combinación batea y fregadera	1/2
Lavavajillas, domestico	1/2
Bebedero	3/8
Grifos de manguera	1/2
Fregadero	1/2
Lavadero, 1, 2 o 3 compartimientos	1/2
Lavamanos	3/8
Regadera, cabezal simple	1/2
Lavatorio, borde de baldeo	3/4
Lavatorio de servicio	1/2
Urinario, tanque de inundación	1/2
Urinario, válvula fluxómetro	3/4
Hidrante de muro	1/2
Inodoro, tanque de inundación	3/8
Inodoro, válvula de fluxómetro	1
Inodoro, tanque fluxómetro	3/8
Inodoro, una pieza	1/2

3.4. LIMITACIONES EN VELOCIDAD.

3.4.1. Consideración de la velocidad en diseño.

La velocidad del caudal en la red de distribución de agua potable es un factor muy importante a ser considerado en el diseño del sistema. Es necesario limitar la velocidad para garantizar que no se tendrán problemas como: ruidos no deseados en el sistema, daños por impacto de la tubería, daños en los equipos, en tanques y deterioro acelerado de la tubería debido a la erosión.

3.4.2. Criterios para selección de velocidad en el diseño.

Se recomienda que la velocidad máxima del caudal en una tubería este limitado a una velocidad de 2.50 metros por segundo. Es de vital importancia no sobrepasar está velocidad ya que de caso contrario se presentarían problemas como silbidos de la línea de distribución, probabilidad de ocurrencia de cavitación, sobrepresión y ruidos excesivos en válvulas. Está velocidad es demasiado grande para sistemas en donde el caudal es continuo, como es en el caso de las redes de recirculación de agua caliente. Para una línea con caudal continuo con cantidades mínimas de contenido químico se limita la velocidad a 0.60 metros por segundo.

También se recomienda que la velocidad sea limitada a 1.20 metro por segundo en sistemas donde se encuentre un dispositivo de cierre rápido, como es en el

caso con válvulas de solenoide, válvulas neumáticas, etc. Esto con el objetivo de evitar daños ocasionados por cambios de presión súbitas cuando el caudal es detenido de manera inmediata.

En el proceso de diseño se deberá tener en cuenta la información suministrada por el fabricante. Los fabricantes de tuberías siempre dan límites de velocidades que deben de ser cumplidos para evitar el deterioro acelerado de sus tuberías.

3.5. LIMITACIONES DE FRICCIÓN

3.5.1. Criterio básico para limitantes de fricción

El diseño de la red de distribución de agua potable debe de ser realizado de tal forma que se garantice que el punto de salida de agua más alto pueda ser abastecido en periodos de demanda máxima, a la vez se requerirá un mínimo de presión que se debe de esperar de este punto de salida.

3.5.2. Fórmula de Hazen-Williams

La fórmula recibe su nombre de parte de los científicos Allen Hazen y Gardner Stewart Williams. Es una fórmula que relaciona las propiedades físicas de las tuberías para calcular las pérdidas por fricción del agua en movimiento. Sus

aplicaciones van en diferentes sistemas como en el cálculo de redes de supresión e incendios, sistemas de irrigación y de distribución de agua potable.

La fórmula de Hazen-Williams utiliza factores como el caudal, diámetro interno de la tubería y un factor "C" de rugosidad del material de la tubería, los valores más comunes son presentados en la tabla 3.5.3. Se presentan un factor bajo de C y uno alto, queda a discreción del diseñador cual valor utilizar, si todas las instalaciones son nuevas se recomienda utilizar el factor de C alto. La forma general de la ecuación relaciona la velocidad del agua en la tubería con las propiedades geométricas de la tubería y la pendiente de la línea de energía:

$$V = kCR^{0.63}S^{0.54}$$

En donde:

V = es velocidad (m/s)

K = es un factor de conversión de acuerdo al sistema de unidades (k = 1.318 para el sistema imperial, k = 0.849 para sistema internacional).

C = es el coeficiente de rugosidad

R = es el radio hidráulico (m)

S = es la pendiente de la línea de energía (m/m)

Tabla 3.5.2. Coeficientes de fricción “C” a ser utilizado en la ecuación de Hazen-Williams.

Material	Factor C bajo	Factor C alto
Asbesto-Cemento	140	140
Hierro fundido (nuevo)	130	130
Hierro fundido (10 años)	107	113
Hierro fundido (20 años)	89	100
Hierro fundido (30 años)	75	90
Hierro fundido (40 años)	64	83
Concreto	100	140
Cobre	130	140
Acero	90	110
Hierro Galvanizado	120	120
Polietileno	140	140
Cloruro de polivinilo (PVC)	150	150

La ecuación general puede ser adaptada para tuberías llenas de la siguiente forma:

1. Exponenciar cada lado por un factor de 1/0.54

$$V^{1.852} = k^{1.852} C^{1.852} R^{1.167} S$$

2. Despejando el valor de S

$$S = \frac{V^{1.852}}{k^{1.852} C^{1.852} R^{1.167}}$$

3. Agregando caudal en la formula $Q = V \times A$

$$S = \frac{V^{1.852} A^{1.852}}{k^{1.852} C^{1.852} R^{1.167} A^{1.852}}$$

4. Sustituyendo el valor de radio hidráulico ($R=d/4$) para tubo lleno e incluyendo el área transversal de la tubería ($A= \pi \frac{d^2}{4}$)

$$S = \frac{4^{1.167} 4^{1.852} Q^{1.852}}{\pi^{1.852} k^{1.852} C^{1.852} d^{1.167} d^{3.7034}}$$

$$S = \frac{7.8828}{k^{1.852}} \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} d^{4.8704}}$$

5. Resolviendo para el sistema internacional

$$S = \frac{H_f}{L} = \frac{10.67 Q^{1.852}}{C^{1.852} d^{4.8704}}$$

En donde:

S = Pendiente hidráulica (m/m)

H_f = Pérdida en la longitud de la tubería (m)

L = Longitud de la tubería (m)

Q = Caudal (m^3/s)

C = Coeficiente de fricción

D = Diámetro interno de la tubería (m)

3.5.3. Pérdidas de fricción en accesorios.

Donde se encuentre un accesorio en la red de distribución de agua potable, se tendrá una pérdida de presión por fricción, para incluir estas pérdidas en el diseño del sistema se puede utilizar el método de longitud equivalente de tubería.

Para poder incluir estas pérdidas se pueden utilizar las tablas de la sección 3.5.3. para obtener la longitud equivalente de acuerdo a los accesorios utilizados.

Tabla 3.5.3 Perdida de presión en accesorios y válvulas expresada en longitud equivalente (metros)

DIÁMETRO NOMINAL (pulgadas)	ACCESORIOS			
	"CODO"		"T"	
	90 GRADOS	45 GRADOS	LADO DEL RAMAL	SECCIÓN RECTA
3/8	0.50	-	1.50	-
1/2	1.00	0.50	2.00	-
5/8	1.50	0.50	2.00	-
3/4	2.00	0.50	3.00	-
1	2.50	1.00	4.50	-
1 1/4	3.00	1.00	5.50	0.50
1 1/2	4.00	1.50	7.00	0.50
2	5.50	2.00	9.00	0.50
2 1/2	7.00	2.50	12.00	0.50
3	9.00	3.50	15.00	1.00
3 1/2	9.00	3.50	14.00	1.00
4	12.50	5.00	21.00	1.00
5	16.00	6.00	27.00	1.50
6	19.00	7.00	34.00	2.00
8	20.00	11.00	50.00	3.00

Tabla 3.5.3 Perdida de presión en accesorios y válvulas expresada en longitud equivalente (metros)

Diámetro nominal (pulgadas)	Acople	Válvulas			
		De bola	De compuerta	De mariposa	De retención
3/8	-	-	-	-	1.50
1/2	-	-	-	-	2.00
5/8	-	-	-	-	2.50
3/4	-	-	-	-	3.00
1	-	0.50	-	-	4.50
1 1/4	0.50	0.50	-	-	5.50
1 1/2	0.50	0.50	-	-	6.50
2	0.50	0.50	0.50	7.50	9.00
2 1/2	0.50	-	1.00	10.00	11.50
3	1.00	-	1.50	15.50	14.50
3 1/2	1.00	-	2.00	-	12.50
4	1.00	-	2.00	16.00	18.50
5	1.50	-	3.00	11.50	23.50
6	2.00	-	3.50	13.50	26.50
8	3.00	-	5.00	12.50	39.00

3.5.4. Selección de diámetro probable.

Para seleccionar un diámetro probable que cumpla con las pérdidas por fricción y accesorios, teniendo definido nuestro valor de demanda como se vio en la sección 3.3.3. y asumiendo una velocidad intermedia de 1.50 metros sobre segundo, como se indica en la sección 3.4.2. podemos obtener el diámetro de la red de agua potable por apartamento.

Ya que conocemos el valor de caudal que nos ha dado las unidades mueble de cada apartamento y asumiendo una velocidad, es posible utilizar la fórmula de

continuidad para despejar un valor de área a cumplir. Con este valor de área se compara contra los diámetros comerciales de tuberías disponibles y se escoge la tubería que tenga la misma o superior área al valor encontrado.

Con la propuesta de diámetros comerciales se deben de proceder a revisar las restricciones de velocidad y en caso no cumplan se deberá de seleccionar un diámetro que si pueda cumplir tanto con las condiciones de demanda y con la velocidad adecuada.

CAPITULO IV

DISEÑO DEL SISTEMA DE DESAGÜE SANITARIO Y VENTEO

4. CAPITULO IV: “NORMATIVA DE DISEÑO DE SISTEMA DE DESAGÜE SANITARIO Y VENTEO”

4.1. GENERALIDADES

Las disposiciones de este capítulo tienen como alcance regular el diseño del sistema de desagüe sanitario y venteo en edificaciones.

Toda edificación donde se instalen artefactos sanitarios, debe estar conectada al colector de aguas residuales de la edificación, la cual es la parte del sistema de desagüe que se extiende desde el final del desagüe sanitario de la edificación y conduce la descarga al punto de eliminación.

4.2. INFORMACIÓN PRELIMINAR

4.2.1. Materiales del sistema

Se deberá de indicar por parte del propietario de la edificación, su representante o la empresa encargada del diseño, la gama de materiales a utilizar en el diseño del sistema.

4.2.2. Punto de descarga

Es necesario obtener información por parte de la autoridad correspondiente, acerca del punto de descarga, ya sea colector de aguas residuales público, privado, sistema individual de residuos cloacales u otro punto de eliminación.

4.3. PENDIENTE DE LA TUBERÍA DE DESAGÜE HORIZONTAL

La tubería de desagüe horizontal debe tener un alineamiento uniforme y con una pendiente uniforme. La pendiente de la tubería de desagüe horizontal debe estar de acuerdo a la tabla 4.3.

Tabla 4.3. Pendiente de la tubería horizontal

DIÁMETRO (pulgadas)	PENDIENTE MÍNIMA (%)
2½ o menos	2
3 a 6	1
8 o mayor	0.5

4.4. UNIDADES DE ARTEFACTOS

Los valores unitarios de desagüe de artefactos dados en la tabla 4.4 designan la carga relativa de diferentes tipos de artefactos que deben ser utilizados en la estimación de la carga total que lleva la tubería sanitaria y deben ser utilizados para las dimensiones en conexión con las tablas 4.5(a) y 4.5(b) de la tubería sanitaria y venteo, para los cuales la carga permitida está dada en unidades de desagüe de artefacto.

Tabla 4.4. Unidad de desagüe de artefactos para artefactos y grupos

TIPO DE ARTEFACTO O ACCESORIO	VALOR UNITARIO DE DESAGÜE DE ARTEFACTO COMO FACTOR DE CARGA (UD)	DIMENSIÓN MÍNIMA DEL SIFÓN (pulgadas)
Máquina automática de lavar ropa, comercial *ver nota a	3	2
Máquina automática de lavar ropa, residencial	2	2
Grupos sanitarios (0.10 litros por segundo, inodoro) *ver nota e	5	-
Grupos sanitarios (lavado del inodoro mayor a 0.10 litros por segundo) *ver nota e	6	-
Bañera (con o sin regadera o accesorios de remolino) *ver nota b	2	1½
Bidé	1	1¼
Combinación de fregadero y triturador de desperdicios	2	1½
Lavatorio dental	1	1¼
Unidad o escupidera dentales	1	1¼
Máquina lavadora, doméstico	2	1½
Bebedero	½	1¼
Desagüe de emergencia para pisos	0	2
Desagüe de piso	2	2
Fregaderos de piso	½	2
Fregadero de cocina doméstico (Lavatrastos)	2	1½
Fregadero de cocina con triturador de desperdicios y/o lavavajillas	2	1½
Fregadero de ropa (Lavadero de 1 o 2 compartimientos)	2	1½
Lavamanos	1	1¼
Regadera (basado en el gasto total nominal a través de cabezales de regadera y rociadores de cuerpo)		
Gasto nominal		
0.35 litros por segundo o menos (el básico)	2	1½
Más de 0.35 litros por segundo hasta 0.75 litros por segundo	3	2
Más de 0.75 litros por segundo hasta 1.60 litros por segundo	5	3
Más de 1.60 litros por segundo hasta 3.50 litros por segundo	6	4
Fregadero de servicio	2	1½
Fregadero	2	1½
Urinario	4	*ver nota c
Urinario, 3.75 litros por descarga o menos	2 (*ver nota d)	*ver nota c
Urinario, sin suministro de agua	½	*ver nota c
Lavatorio de aseo (circular o múltiples) cada juego de llaves	2	1½
Inodoro, tanque fluxómetro, público o privado	4 (*ver nota d)	*ver nota c
Inodoro, tanque de inundación (6 litros por descarga)	3 (*ver nota d)	*ver nota c
Inodoro público (6 litros por descarga)	4 (*ver nota d)	*ver nota c
Inodoro, público (lavado mayor a 16 litros por descarga)	6 (*ver nota d)	*ver nota c

Nota a: Para trampas mayores de 3 pulgadas, usar tabla 4.4(1).

Nota b: Un cabezal de regadera sobre una tina o una tina de remolino no aumenta el valor unitario de desagüe del artefacto.

Nota c: La dimensión del sifón debe ser consistente con la dimensión de la boquilla de salida del artefacto.

Nota d: Con el propósito de computar las cargas en cloacas y desagües de edificaciones, los inodoros y mingitorios no deben ser tasados en una unidad de artefacto de desagüe más baja a menos que valores más bajos sean confirmados por ensayos.

Nota e: Para artefactos agregados a grupos sanitarios de unidades habitacionales, agregar el valor de unidades de desagüe de aquellos artefactos agregados a la cuenta grupos de artefactos sanitarios.

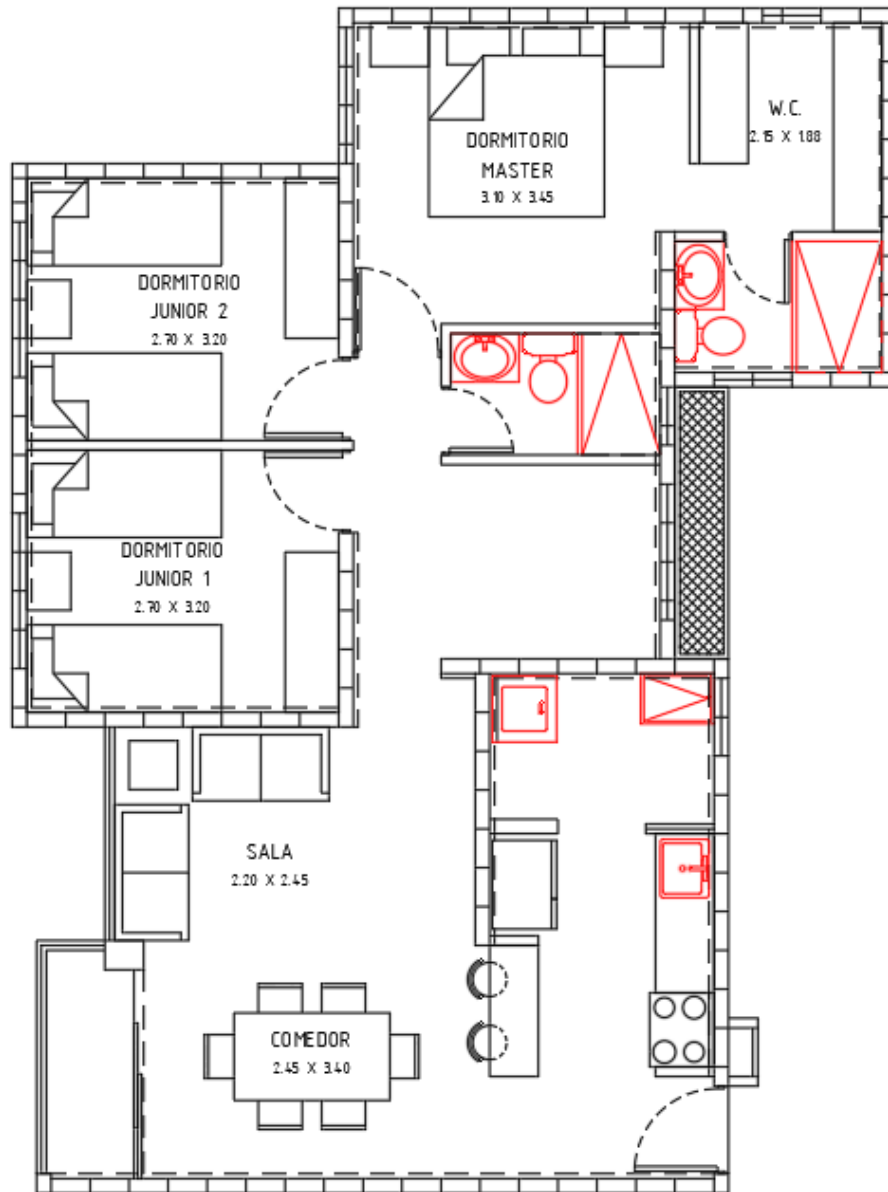
Los artefactos no incluidos en la tabla 4.4, deben tener una unidad de carga de desagüe del artefacto de acuerdo a la dimensión de la boquilla de salida del artefacto conforme a la tabla 4. 4.a. La dimensión mínima para el sifón de artefactos no incluidos debe ser el de la dimensión de la boquilla de descarga, pero nunca menor de 1¼ pulgadas.

Tabla 4. 4.a. Unidades de Desagüe de artefacto o sifón.

DESAGÜE DE ARTEFACTO O TRAMPA (pulgadas)	VALOR UNITARIO DE DESAGÜE DE ARTEFACTO
1¼	1
1½	2
2	3
2½	4
3	5
4	6

Para el uso correcto de las tablas 4.4. y 4. 4.a. debemos identificar los artefactos sanitarios ubicados en las plantas arquitectónicas, de manera de ejemplo ver la figura 4. 4.a.

Figura 4. 4.a. Artefactos sanitarios ubicados en planta arquitectónica



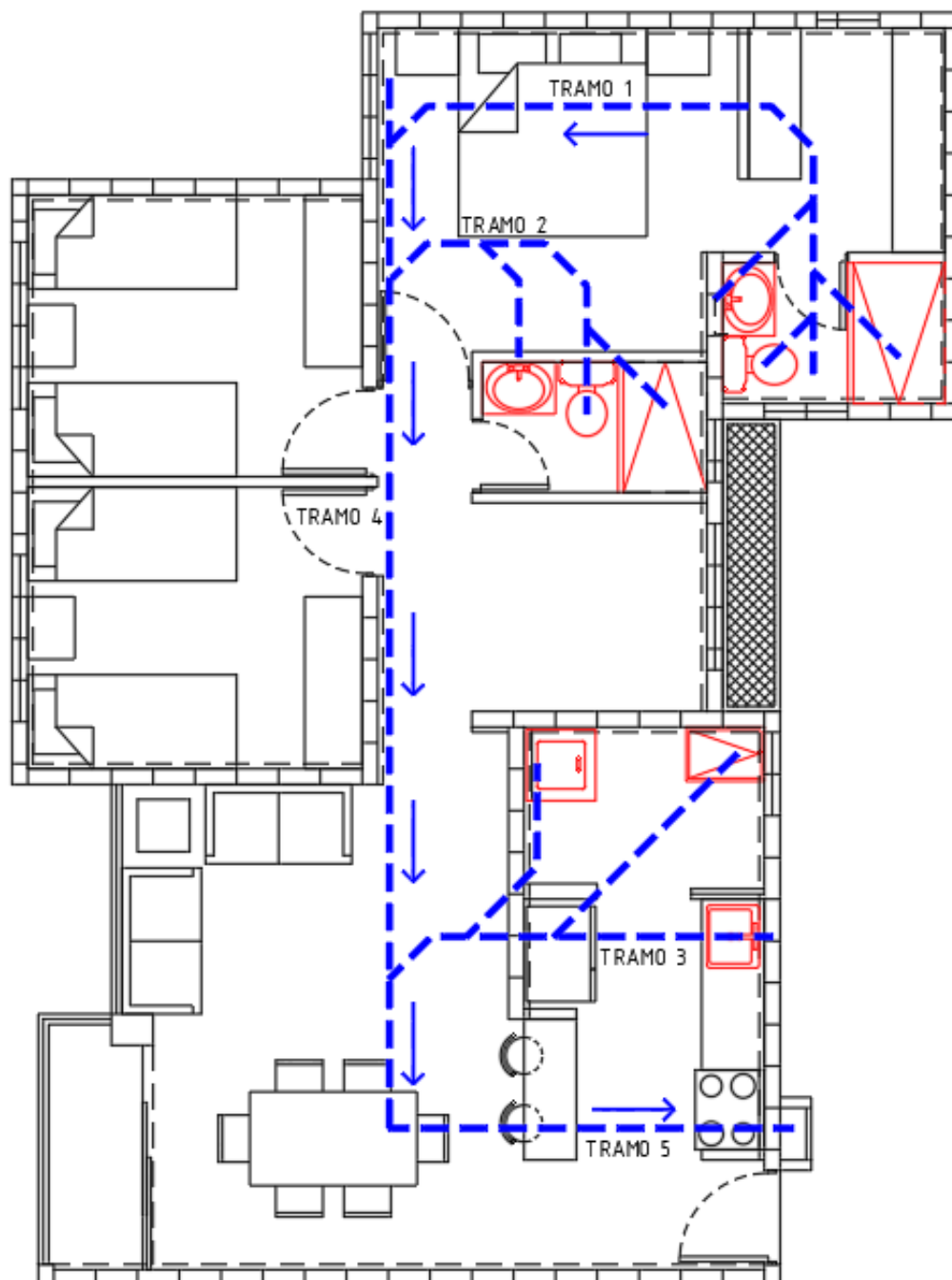
Se crea un cuadro enlistando los artefactos sanitarios que se identifican en la planta arquitectónica y sus respectivas cantidades.

Tabla 4.4.a. Identificación de artefactos sanitarios.

ARTEFACTO SANITARIO	CANTIDAD
Inodoro	2
Lavamanos	2
Ducha	2
Máquina Lavadora	1
Fregadero	1
Pileta	1

Después de identificar los artefactos sanitarios, se procede a generar el trazo que determine la red de desagüe sanitario que definirá el ramal por apartamento en cada nivel de la edificación.

Figura 4.4.b. Red de desagüe sanitario por apartamento



Después de generar el trazo de la red de desagüe sanitario por apartamento, se debe numerar cada trazo por tramo y se procede a cuantificar los artefactos sanitarios por tramos, como se muestra en la tabla 4.4.1.2

Tabla 4.4.a. Cuantificación de artefactos sanitarios

TRAMO	INODORO	LAVAMANOS	DUCHA	MÁQUINA LAVADORA	FREGADERO	PILETA
1	1	1	1			
2	1	1	1			
3				1	1	1
4	2	2	2			
5	2	2	2	1	1	1

Nótese que el tramo 4 unifica al tramo 1 y 2, el tramo 5 unifica todo el apartamento.

Después de cuantificar los artefactos por tramos se procede a definir los valores unidades de desagüe de los artefactos sanitarios que se han cuantificado y sus respectivos diámetros de desagüe, haciendo uso de la tabla 4.4.

Tabla 4.4.1.3. Unidades de desagüe y diámetros de desagüe de artefactos sanitarios

ARTEFACTO SANITARIO	UNIDADES DE DESAGÜE (UD)	DIÁMETRO (pulgadas)
Inodoro	3	4
Lavamanos	1	1¼
Ducha	3	2
Máquina Lavadora	2	1½
Fregadero	2	1½
Pileta	½	2

4.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE DESAGÜE

El máximo número de unidades de desagüe de artefactos conectados a un desagüe sanitario, o ramal horizontal del desagüe sanitario de la edificación de un determinado tamaño, debe determinarse usando la tabla 4.5.1.

Tabla 4.5.1. Desagües y ramales de la edificación.

DIÁMETRO DE TUBERÍA (pulgadas)	MÁXIMO NÚMERO DE UNIDADES DE DESAGÜE DE ARTEFACTOS CONECTADOS A CUALQUIER PORCIÓN DEL DESAGÜE DE LA EDIFICACIÓN, INCLUYENDO LOS RAMALES DEL DESAGÜE DE LA EDIFICACIÓN (U.D.)			
	Porcentaje de Pendiente de la Tubería			
	0.5%	1%	2%	4%
1¼	-	-	1	1
1½	-	-	3	3
2	-	-	21	26
2½	-	-	24	31
3	-	36	42	50
4	-	180	216	250
5	-	390	480	575
6	-	700	840	1000
8	1400	1600	1920	2300
10	2500	2900	3500	4200
12	3900	4600	5600	6700
15	7000	8300	10000	12000

El número máximo de unidades de desagüe de artefactos conectados a un determinado tamaño de ramal horizontal o bajante vertical sanitario, debe determinarse usando la tabla 4.5.2.

Tabla 4.5.2. Ramales horizontales y bajantes para artefactos.

DIÁMETRO DE TUBERÍA (pulgadas)	MÁXIMO NÚMERO DE UNIDADES DE ARTEFACTOS DE DESAGÜE (D.U.)			
	Total para un ramal horizontal	Bajantes		
		Total a un intervalo de ramal	Total para descarga bajante de 3 intervalos de ramal o menos	Total para bajante mayor de tres intervalos de ramal
1½	3	2	4	8
2	6	6	10	24
2½	12	9	20	42
3	20	20	48	72
4	160	90	240	500
5	360	200	540	1100
6	620	350	960	1900
8	1400	600	2200	3600
10	2500	1000	3800	5600
12	2900	1500	6000	8400
15	7000			

En el caso de la ejemplificación, se procede a dimensionar cada tramo de la tubería de desagüe sanitario que definirá cada ramal horizontal por apartamento, por medio de la tabla 4.5.2.

Tabla 4.5.a. Dimensionamiento de ramal horizontal.

TRAMO	TOTAL UNIDADES DESAGÜE	DIÁMETRO (pulgadas)	DIÁMETRO A UTILIZAR (pulgadas)
1	7	2½	4
2	7	2½	4
3	4.4	2½	4
4	14	2	4
5	18.5	4	4

Se puede observar que en la tabla 4.5.a. se dimensiona la tubería de desagüe por apartamento obteniendo el total de unidades de desagüe por tramos como se muestra en la segunda columna de la tabla 4.5.a., hasta llegar a la bajante de desagüe sanitario, en la tercera columna de la tabla 4.5.a. se obtienen los diámetros de cada tramo conforme a la segunda columna de la tabla 4.5.2. sin embargo, los diámetros de cada tramo no pueden ser menor al diámetro mayor obtenido de los artefactos sanitarios, en este caso el diámetro del inodoro el cual es de 4 pulgadas.

De esta forma se define el diámetro de la tubería principal de desagüe sanitario por apartamento con un diámetro de 4 pulgadas en cada tramo, con una pendiente del 1% conforme a la información obtenida de la 4.3.

De la misma forma se repite el procedimiento para cada apartamento de cada nivel, las tablas 4.5.2. también se utiliza para el cálculo de las bajantes de desagüe sanitario y la tabla 4.5.1. define el dimensionamiento de la tubería de desagüe sanitario de la edificación, la cual recolecta la carga de las bajantes de desagüe sanitario. Ambas tablas se explicarán más a detalle en el capítulo VI, sección 6.3.

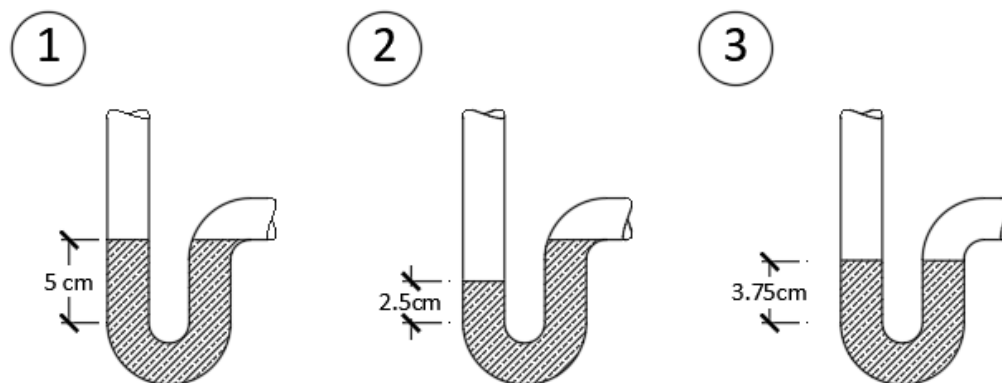
4.6. SISTEMA DE VENTEO

4.6.1. Protección de sellos de agua

La principal función del venteo será de proteger los sellos de agua que se encuentren en los sifones de los artefactos sanitarios y los sifones de la red de aguas residuales.

Los sistemas de venteo deberán de ser diseñados de tal forma que garanticen que en ningún momento los sifones en la red de desagüe sanitario estén sujetos a un diferencial de presión de más de 2.5 centímetros en condiciones normales de uso. Se puede observar un ejemplo en la figura 4.6.1.

Figura 4.6.1. Reducción en sellos de agua por presiones negativas



1. Sifón con trampa de 5.0 centímetros
2. Se aplica una presión negativa de 2.5 centímetros, ocasionada por la activación de alguna descarga que provoque una presión negativa (fluxómetros, sensores, etc.) Esto obliga al movimiento del agua en el sifón.
3. Debido a la altura del sello original era de 5 centímetros, con la descarga que genera una presión negativa de 2.5 centímetros, no es suficiente para dejar libre el sifón y la trampa de agua aún se mantiene.

4.6.2. Venteo de la bajante de desagüe sanitario

Se deberá de proveer de un montante de venteo en todas aquellas bajadas de desagüe sanitario con 5 o más ramales. Este montante de venteo deberá de ser conectado en el punto más alto de la bajada de desagüe sanitario y en cualquiera de las siguientes dos ubicaciones:

1. Después del ramal más bajo conectado a la bajante de desagüe sanitario. Ver figura 4.6.2.a
2. En el desagüe sanitario de la edificación a una distancia igual o menor a 10 veces el diámetro de la bajante de desagüe sanitario. Ver figura 4.6.2.b.

Figura 4.6.2.a. Conexión de venteo a la bajante de desagüe sanitario.

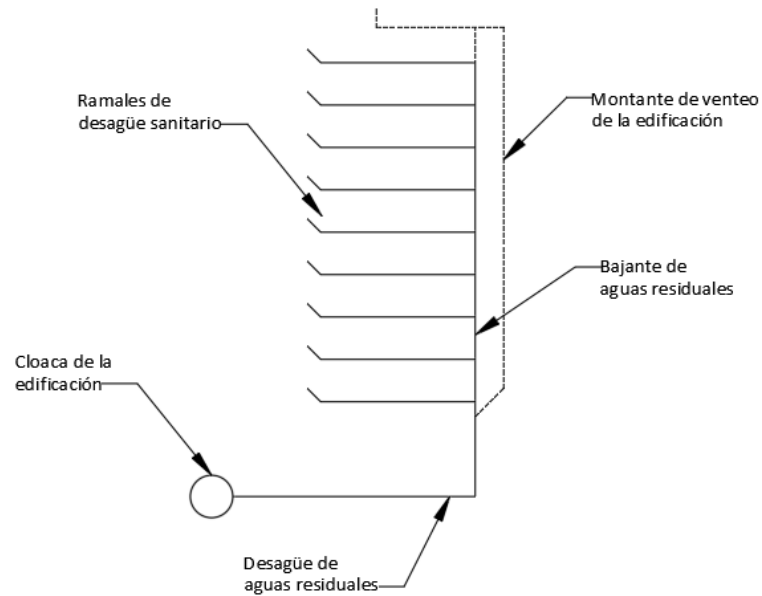
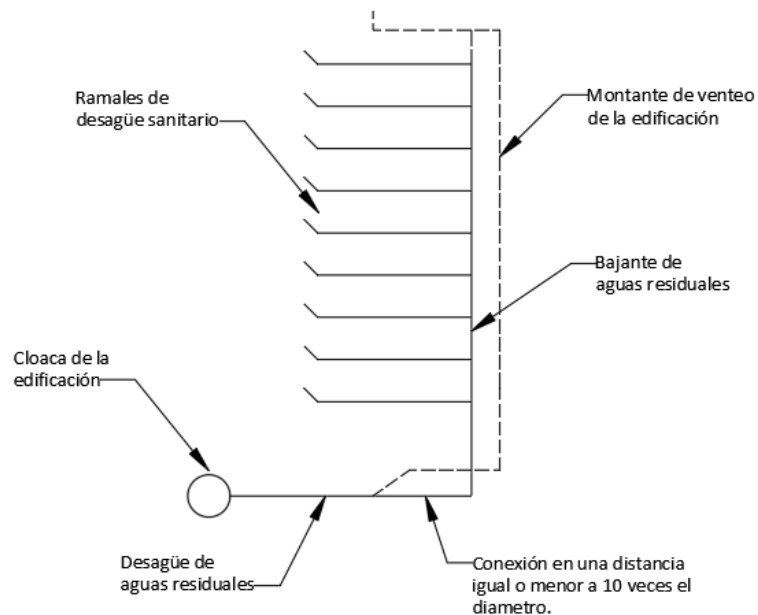


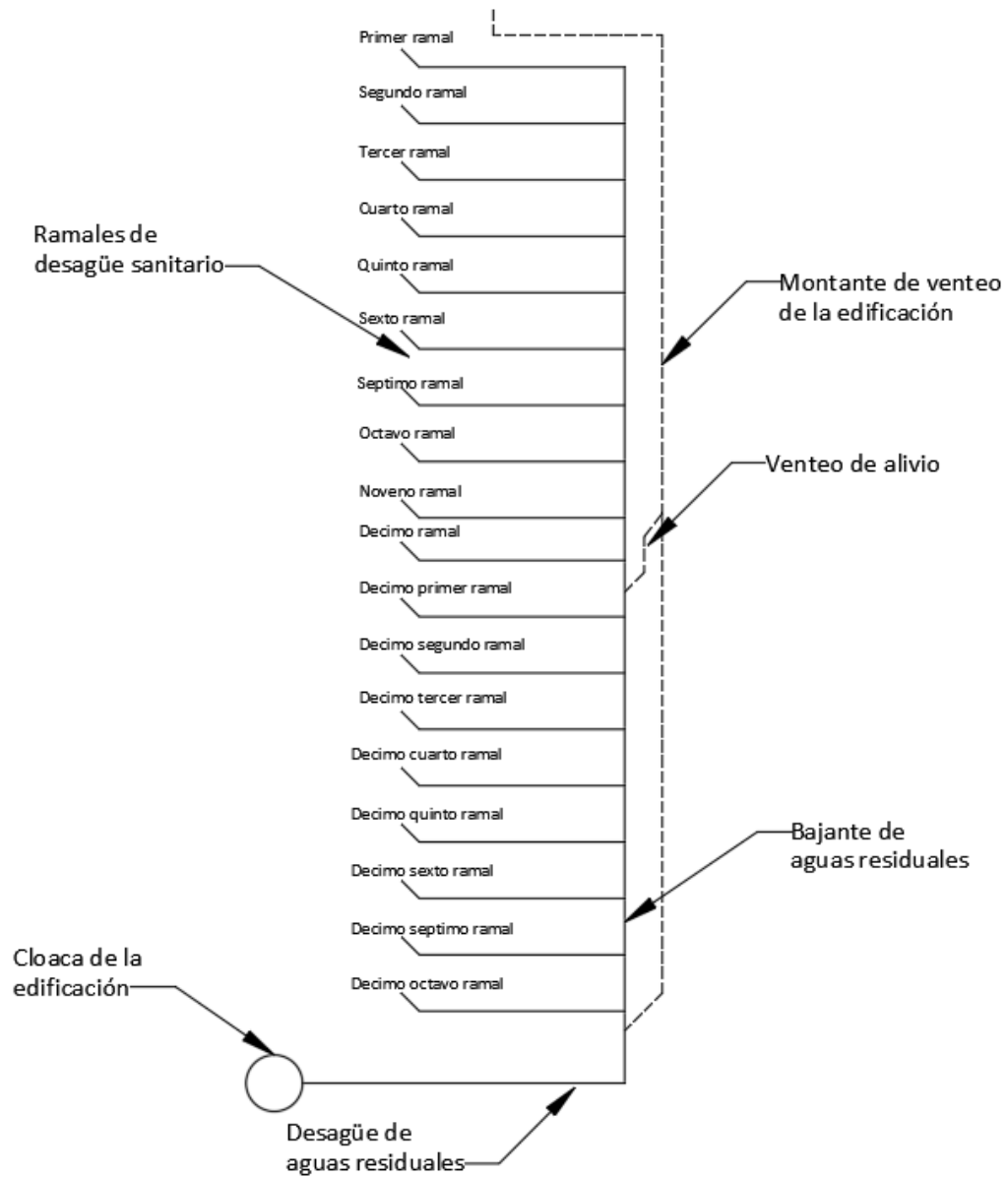
Figura 4.6.2.b. Conexión de venteo al desagüe sanitario de la edificación.



En las bajantes de desagüe sanitario que tengan diez o más intervalos se deberá de generar una conexión de alivio a la montante de venteo principal de la

edificación cada 10 niveles, contando desde el nivel superior hasta el inferior. Ver figura 4.6.2.c.

Figura 4.6.2.c. Venteo de alivio en bajantes con diez o más ramales

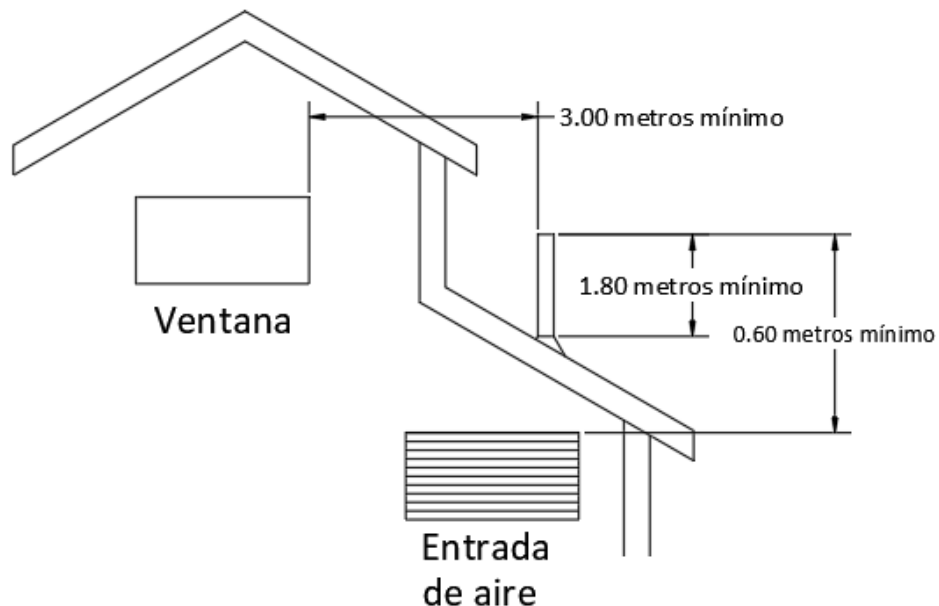


4.6.3. Salidas de venteo en la azotea

Las salidas de venteo deberán de cumplir con los siguientes enunciados:

- No se deberán de colocar salidas de venteo en aquellas zonas en donde los vapores emanados corran el riesgo de ingresar a la edificación.
- Las salidas de venteo deberán de estar a una distancia mínima de 3.00 metros en el sentido horizontal y deberá de estar por lo menos una altura de 0.60 metros sobre cualquier ventana, puerta o suministro de aire.
- La salida de venteo se deberá de extender fuera de la azotea una longitud mínima de 1.80 metros sobre el techo, en aquellos techos en los cuales se colocarán equipos de mantenimiento esta altura deberá de ser mínimo de 2.10 metros

Figura 4.6.3. Separaciones mínimas a cumplir en las salidas de venteo de la edificación.



4.6.4. Venteo de artefactos

Cada sifón debe tener un venteo, ubicado de tal manera que la pendiente y la distancia desde el sifón hasta el venteo este dentro de los requisitos establecidos en la tabla 4.6.4. En la figura 4.6.4. se explican los elementos que conforman la red.

Tabla 4.6.4. Distancia máxima desde un sifón hasta el venteo.

TAMAÑO DEL SIFÓN (pulgadas)	PENDIENTE (%)	DISTANCIA DESDE EL SIFÓN HASTA EL VENTEO (metros)
1 1/4	2	1.50
1 1/2	2	1.80
2	2	2.40
3	1	3.60
4	1	4.80

Para artefactos que tienen sifones incluidos como los inodoros se podrá hacer una excepción a las distancias indicadas en la tabla anterior.

4.6.5. Venteo para desagües de artefactos

La tubería de venteo de cualquier accesorio sanitario no debe de exceder el diámetro del desagüe del artefacto, la conexión del venteo de un artefacto sanitario siempre debe de ser por encima de la cota del sifón, excepto para inodoros.

El diámetro mínimo requerido para venteos de bajante y subidas debe ser determinado por el máximo desarrollo longitudinal del tramo y del total de unidades de desagüe de artefactos conectados de acuerdo con la tabla 4.7. Pero en ningún caso debe ser el diámetro menor que la mitad del diámetro del desagüe sanitario, o menor que 1¼ pulgadas.

Los diámetros de los venteos deben de ser por lo menos la mitad del diámetro requerido del desagüe sanitario. La dimensión requerida por el desagüe debe ser determinada de acuerdo a la tabla 4.5.2.

Los tubos de venteo no deben tener un diámetro menor de 1¼ pulgadas. Los venteos que tienen una longitud de tramo de más de 12 metros deben aumentarse en una dimensión nominal en toda la longitud del tramo del tubo de venteo.

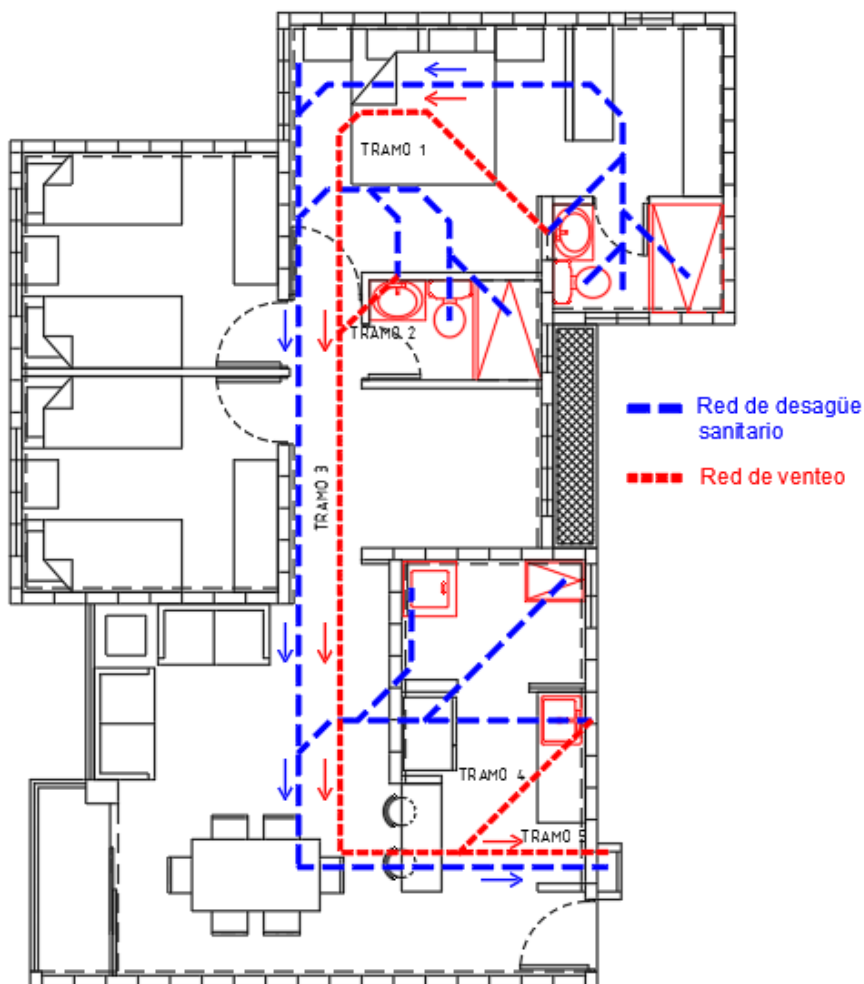
La máxima longitud desarrollada de los tipos de venteo debe medirse desde el punto más alejado de conexión del venteo al sistema de desagüe sanitario, al punto de conexión con el venteo vertical, subida de venteo o terminal exterior de la edificación.

Tabla 4.6.5. Dimensiones de desarrollo longitudinal de venteos de bajante y bajante de venteo

Diámetro de la tubería de desagüe sanitario (pulgadas)	TOTAL DE UNIDADES DE DESAGÜE	DIÁMETRO DEL VENDEO (Pulgadas) MÁXIMO DESARROLLO LONGITUDINAL PARA EL VENDEO (metros)										
		1¼	1½	2	2½	3	4	5	6	8	10	12
1¼	2	9.00										
1½	8	15.20	45.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1½	10	9.00	30.50									
2	12	9.00	22.80	60.00								
2	20	7.90	15.20	45.70								
2½	42		9.00	30.50	91.00							
3	10		12.80	45.70	110.00	315.00						
3	21	-	9.75	33.50	82.00	245.00	-	-	-	-	-	-
3	53		8.20	28.50	70.00	205.00						
3	102		7.60	25.00	64.00	190.00						
4	43	-		10.65	25.00	76.00	300.00	-	-	-	-	-
4	140			8.20	20.00	60.00	230.00					
4	320			7.00	16.00	50.00	195.00					
4	540	-	-	6.40	15.00	45.00	175.00	-	-	-	-	-
5	190				8.50	25.00	95.00	300.00				
5	490				6.40	20.00	76.00	230.00				
5	940	-	-	-	5.50	16.00	64.00	205.00	-	-	-	-
5	1,400				4.85	15.00	58.00	180.00				
6	500					10.00	40.00	120.00	305.00			
6	1,100	-	-	-	-	7.90	30.50	95.00	235.00	-	-	-
6	2,000					6.70	25.50	80.00	200.00			
6	2,900					6.00	23.50	73.00	183.00			
8	1,800	-	-	-	-		9.50	30.00	73.00	285.00	-	-
8	3,400						7.30	22.30	58.00	220.00		
8	5,600						6.00	19.00	49.00	185.00		
8	7,600	-	-	-	-	-	5.50	17.00	40.00	170.00		-
10	4,000							9.50	24.00	95.00	290.00	
10	7,200							7.30	18.00	73.00	225.00	
10	11,000	-	-	-	-	-	-	6.00	15.50	60.00	192.00	-
10	15,000							5.50	14.00	55.00	174.00	
12	7,300								9.50	37.00	115.00	285.00
12	13,000	-	-	-	-	-	-	-	7.30	29.00	90.00	220.00
12	20,000								6.00	24.00	76.00	185.00
12	26,000									22.00	70.00	152.00
15	15,000	-	-	-	-	-	-	-	5.50	12.00	40.00	95.00
15	25,000									9.50	30.00	73.00
15	38,000	-	-	-	-	-	-	-	-	7.90	25.00	60.00
15	50,000									7.30	22.50	55.00

Tomando como base el apartamento estándar utilizado en la sección 4.4. se procede a trazar una propuesta de red de venteo en las zonas donde se encuentran artefactos sanitarios con sifones, en este caso se escogen colocar venteos en los lavamanos y fregadero conforme al concepto de venteo húmedo definido en el capítulo II. Ver figura 4.6.7.a En donde se propone un venteo ubicado en los desagües sanitarios de los lavamanos y fregadero.

Figura 4.6.7.a Propuesta de trazo de red de venteo.



Una vez se tiene el trazo de la red de venteo se puede proceder a identificar los factores que se indican en la tabla 4.6.5. la cual nos sirve para el dimensionamiento de la red de venteo por apartamento y las subidas de venteo.

El uso de la tabla 4.6.5. se explicará más a detalle en el capítulo VI, sección 6.4.

CAPITULO V
DISEÑO DEL SISTEMA DE DESAGÜE PLUVIAL

5. CAPITULO V “DISEÑO DEL SISTEMA DE DESAGÜE PLUVIAL”

5.1. GENERALIDADES

El sistema de desagüe pluvial es el encargado de recolectar, transportar y desalojar las aguas lluvias fuera de la edificación. Todas las áreas impermeables exteriores de una edificación coleccionarán aguas pluviales, por lo tanto, se vuelve imprescindible dotar a la edificación de un sistema para el desalojo de estas aguas pluviales.

Por lo general un proyecto de edificación tiene tres áreas de descarga de drenaje pluvial:

1. Áreas verdes

Son aquellas áreas de jardines y recreación adentro del proyecto, estas áreas son permeables pero una vez el suelo se encuentre saturado se deberá de considerar el efecto de la escorrentía superior y cajas recolectoras que reciban el mismo.

2. Áreas techadas

Están delimitadas por lo general por la totalidad del área de la edificación. Estas áreas son consideradas como impermeables y el flujo de escorrentía deberá de ser dirigido a canaletas o a bajantes verticales.

3. Áreas de parqueo y circulación

Hechas por lo general de concreto o asfalto, son áreas impermeables y se debe de considerar cajas colectoras que recibirán la escorrentía superficial de estas áreas.

A continuación, se presenta un ejemplo sobre la clasificación de áreas de un proyecto que cuenta con un edificio techado marcado en rojo, un área verde marcada de color verde y un área de estacionamientos de asfalto marcado en azul. Ver figura 5.1.

Figura 5.1. Distribución de áreas permeables en un proyecto de edificación.



Para poder diseñar el desagüe pluvial es necesario conocer la intensidad de lluvia en la zona del proyecto. La intensidad de lluvia es la cantidad de agua que cae

por unidad de tiempo en un lugar determinado se mide en milímetros de lluvia sobre minuto y para poder calcularla es necesario conocer el tiempo de concentración y periodo de retorno de las tormentas. La relación entre intensidad de lluvia, duración de lluvia y frecuencia se presentan en un gráfico conocido como: curva IDF.

El caudal del desagüe pluvial se calcula utilizando el método racional. El método racional considera una precipitación de duración indefinida con intensidad de lluvia constante en toda la superficie de la cuenca hidrológica hasta alcanzar un caudal máximo en un tiempo de concentración igual al tiempo de la sección de salida de la cuenca.

5.2. CALCULO DE INTENSIDAD DE LLUVIA

5.2.1. Curvas IDF

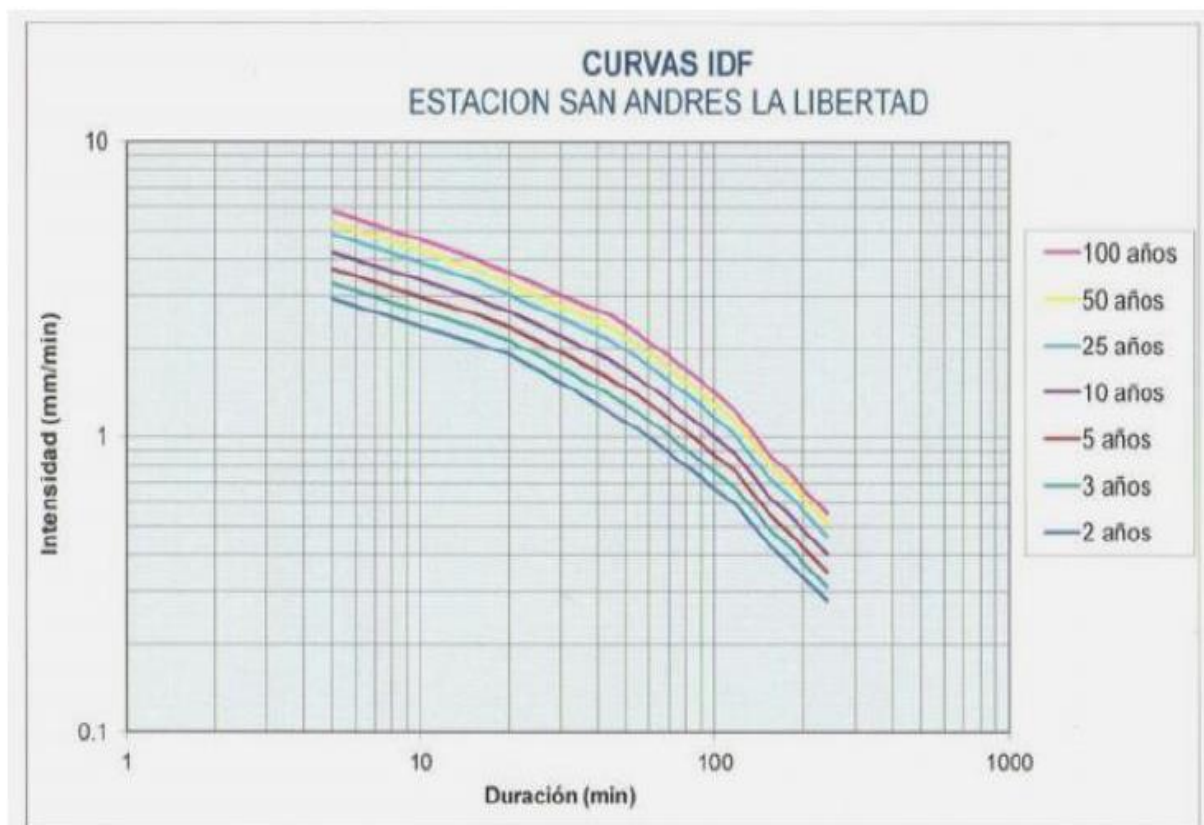
Una curva IDF (Intensidad – Duración – Frecuencia) es una relación matemática, entre la intensidad de una precipitación, su duración y la frecuencia con la que se observa. La probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones puede caracterizarse mediante períodos de retorno.

De una curva IDF se obtiene la intensidad de lluvia de diseño, este valor será de mucha utilidad para el diseño del sistema de desagüe pluvial. La intensidad de

lluvia se encuentra a partir de los siguientes valores: el periodo de retorno y el tiempo de concentración.

Una curva IDF deberá de ser solicitada a las autoridades correspondientes, se deberá de utilizar la curva más cercana a la ubicación real del proyecto. A continuación, se presenta un ejemplo de curva IDF de la estación San Andrés en La Libertad. Ver figura 5.2.1.

Figura 5.2.1. Ejemplo de curva IDF



5.2.2. Período de retorno

El período de retorno es una representación usada para presentar un estimado de la probabilidad de ocurrencia de un evento determinado en un periodo determinado. En el caso de hidrología, se utiliza para mostrar la probabilidad de que se presente una avenida con un caudal determinado o con un caudal superior en un año cualquiera. En El Salvador, de acuerdo a la OPAMSS el periodo de retorno utilizado es de 5 años, al menos que las autoridades indiquen lo contrario.

5.2.3. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida. Está determinado por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado, y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante.

Para realizar el cálculo del tiempo de concentración existen una gran cantidad de fórmulas empíricas, cada una con sus pros y contras y probadas en diferentes escenarios, en el trabajo de graduación se presentará el cálculo de tiempo de concentración con la fórmula de Kirpich.

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

En donde:

T_c = tiempo de concentración en minutos.

L = longitud desde el punto más lejano hasta el punto de salida de la cuenca, en metros.

S = diferencia de altura entre ambos extremos de la cuenca en metros sobre metros.

Si el tiempo de concentración de un valor mayor a 5 minutos, utilizar el valor obtenido, en caso contrario utilizar 5 minutos.

A continuación, se presenta un ejemplo para cálculo de tiempo de concentración de un proyecto de edificación. Ver figura 5.2.3.

Se presenta un terreno con curvas de nivel que va desde su punto más alto con una cota de 853 hasta el punto más bajo con una cota de 846. Calculando la diferencia de altura en el terreno tiene un valor de 7 metros. La distancia desde el punto más lejano del terreno hasta el punto de salida de la cuenca es de 57.75 metros, sustituyendo estos valores en la fórmula de tiempo de concentración:

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

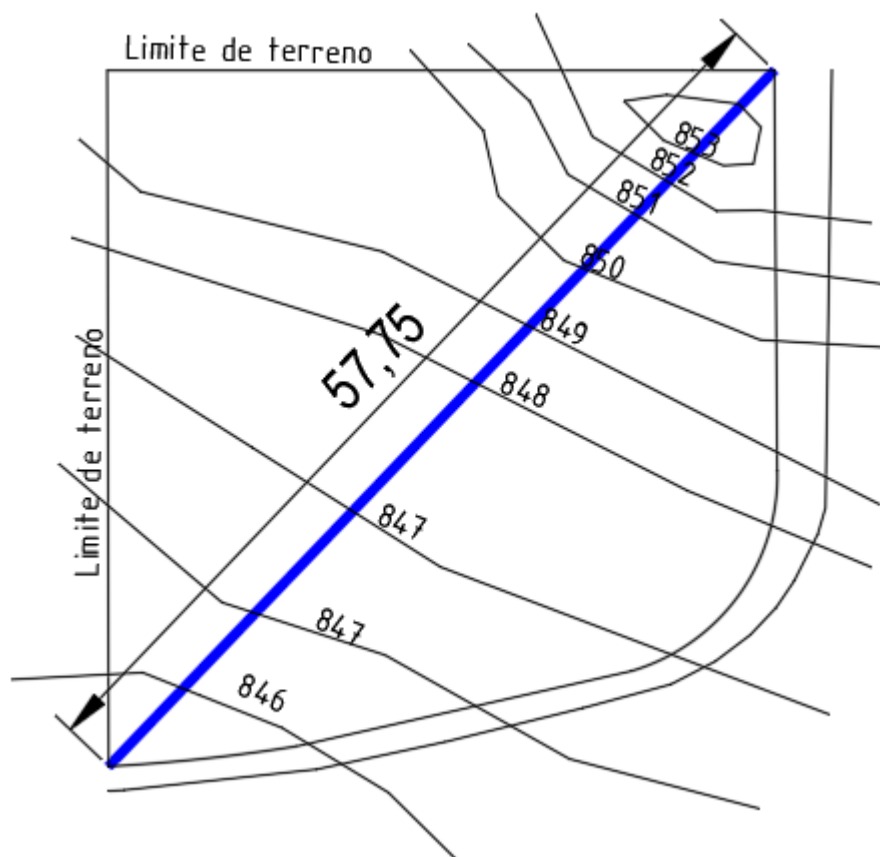
$$T_c = 0.066 \left(\frac{57.75}{\sqrt{853 - 846}} \right)^{0.77}$$

$$T_c = 0.066 \left(\frac{57.75}{\sqrt{7}} \right)^{0.77}$$

$$T_c = 0.71 \text{ minutos}$$

Debido a que el tiempo de concentración es menor a 5 minutos se toma un valor de 5 minutos de acuerdo a lo indicado por la OPAMSS.

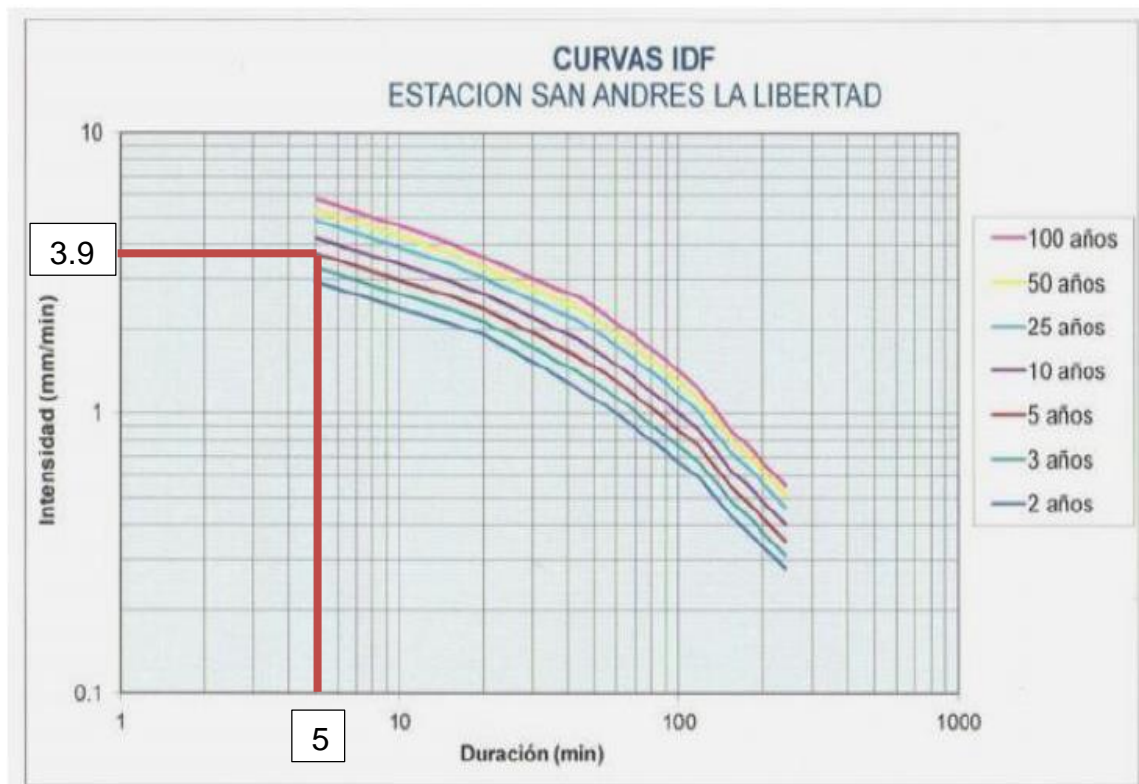
Figura 5.2.3. Terreno topográfico del proyecto de edificación.



5.2.4. Calculo intensidad de lluvia

Con el periodo de retorno y el tiempo de concentración, se utilizan las curvas IDF para poder encontrar la intensidad de lluvia de diseño.

Del ejemplo anterior utilizamos un tiempo de concentración de 5 minutos seleccionando el periodo de retorno exigido por la OPAMSS de 5 años, se busca en el gráfico de curvas IDF y se encuentra la intensidad de lluvia del proyecto.



De acuerdo al ejemplo la intensidad de lluvia del proyecto será de 3.90 milímetros de lluvia por minuto.

5.3. CALCULO DE CAUDAL DE DESAGÜE PLUVIAL

5.3.1. Método racional

Este método permite calcular el caudal instantáneo máximo de una cuenca hidrográfica. En el diseño del sistema de desagüe de aguas pluviales se puede aplicar a las diferentes áreas de drenaje de la edificación.

La fórmula del método racional para unidades del sistema internacional es la siguiente:

$$Q = \frac{168 \times C \times I \times A}{10000}$$

En donde:

Q = Caudal en litros por segundo.

C = Coeficiente de escurrimiento, valor adimensional.

I = Intensidad de lluvia en milímetros de lluvia sobre minutos.

A = área de influencia en metros cuadrados.

5.3.1.1. Coeficientes de escurrimiento

El coeficiente de esorrentía es la relación entre el volumen de esorrentía superficial y el volumen de precipitación total sobre un área determinada.

Es decir, es un valor que representa la porción de la precipitación que se convierte en caudal.

Una forma de visualizar la definición de coeficiente de escorrentía es tratarlo en términos de porcentaje de lluvia, por ejemplo, un coeficiente escorrentía con un valor de 0.85 significa que del 100% de volumen de la precipitación el 85% se convertirá en escorrentía superficial.

En la tabla 5.3.1.1. se presentan diferentes valores de coeficiente de escurrimiento a ser utilizados en el método racional de acuerdo a lo indicado en la OPAMSS.

Tabla 5.3.1.1 Tabla de coeficientes de escorrentía.

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0.70	0.95
Residencial alta densidad	0.65	0.80
Residencial media densidad	0.40	0.60
Residencial baja densidad	0.30	0.50
Industrial más del 70% impermeable	0.60	0.90
Industrial hasta del 30% impermeable	0.50	0.80
Parqueos y cementerios	0.10	0.25
Parqueos de concreto	0.70	0.95
Parqueos asfalto	0.80	0.95
Áreas peatonales	0.75	0.85
Techos	0.75	0.95

5.4. DISEÑO DE COLECTORES DEL DESAGÜE PLUVIAL

5.4.1. Generalidades

El diseño de las canaletas de techos, bajantes verticales y ramales horizontales del desagüe pluvial de la edificación se calculará utilizando el área de influencia que aporta a diferentes bajantes y la intensidad de lluvia de acuerdo al periodo de retorno indicado por las autoridades locales.

5.4.2. Canaletas de techos

Las canaletas de techos deberán de ser diseñadas de acuerdo a las áreas de influencia que aporten a ellas mismas y a la intensidad de lluvia del proyecto. Las canaletas de techo podrán ser semicirculares y se podrán calcular utilizando la tabla 5.4.2.

En la figura 5.4.2.a. se presenta un ejemplo para selección de canaleta semicircular de acuerdo al área de influencia de un techo. Tenemos un total de cuatro áreas de influencia de 54 metros cuadrados cada una, tomando una intensidad de lluvia de 2.5 milímetros por minuto y asumiendo una pendiente del 1% para la canaleta encontramos el valor del diámetro de la canaleta. Ver figura 5.4.2.b.

TABLA 5.4.2 Dimensión de canaletas de techo semicirculares

Diámetro de las canaletas (pulgadas)	AREA DE TECHO PROYECTADA HORIZONTALMENTE (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
Pendiente del 0.5%						
3	63.3	31.6	21	15.8	12.7	10.5
4	134	67	44.7	33.5	26.8	22.3
5	232.6	116.3	77.6	58.1	46.5	38.7
6	357.2	178.6	119.1	89.3	71.4	59.5
7	513.5	256.7	171.2	128.4	102.3	85.4
8	740.5	370.2	247	185.1	147.9	123.3
10	1339.6	669.8	446.5	334.9	267.9	223.3
Pendiente del 1%						
3	89.3	44.7	29.8	22.3	17.9	14.9
4	189.8	94.9	63.4	47.4	38	31.6
5	327.4	163.7	109	81.9	65.5	54.6
6	506.1	253	168.8	126.5	100.9	84.2
7	725.6	362.8	241.9	181.4	145.1	120.9
8	1041.9	520.9	347.9	260.5	208.4	174
10	1897.7	948.9	632.6	474.4	379.5	316.3
Pendiente del 2%						
3	126.5	63.3	42.2	31.6	25.3	21
4	267.9	134	89.3	67	53.6	44.7
5	465.1	232.6	155.2	116.3	93	77.6
6	714.4	357.2	238.1	178.6	142.9	119.1
7	1027	513.5	359.1	256.7	205.1	171.2
8	1481	740.5	494	370.2	295.8	247
10	2679.1	1339.6	893	669.8	534.9	446.5
Pendiente del 4%						
3	178.6	89.3	59.5	44.7	35.7	29.8
4	379.5	189.8	126.5	94.9	75.9	63.3
5	658.6	329.3	219.5	164.7	131.6	109.8
6	1030.7	515.4	343.7	257.7	206.5	172.1
7	1451.2	725.6	483.7	362.8	290.2	241.9
8	2083.8	1041.9	694	520.9	416.8	347
10	3721	1860.5	1240	930.3	744.2	619.5

Figura 5.4.2.a. Proyección de techo y partición de áreas de influencia.

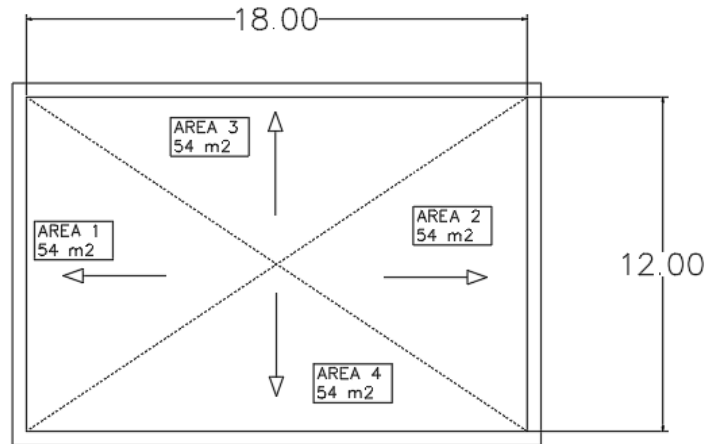


Figura 5.4.2.b. Selección de diámetro de canaleta semicircular

Diámetro de las canaletas (pulgadas)	AREA DE TECHO PROYECTADA HORIZONTALMENTE (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
Pendiente del 0.5%						
3	63.3	31.6	21	15.8	12.7	10.5
4	134	67	44.7	33.5	26.8	22.3
5	232.6	116.3	77.6	58.1	46.5	38.7
6	357.2	178.6	119.1	89.3	71.4	59.5
7	513.5	256.7	171.2	128.4	102.3	85.4
8	740.5	370.2	247	185.1	147.9	123.3
10	1339.6	669.8	446.5	334.9	267.9	223.3
Pendiente del 1%						
3	89.3	44.7	29.8	22.3	17.9	14.9
4	189.8	94.9	63.4	47.4	38	31.6
5	327.4	163.7	109	81.9	65.5	54.6
6	506.1	253	168.8	126.5	100.9	84.2
7	725.6	362.8	241.9	181.4	145.1	120.9
8	1041.9	520.9	347.9	260.5	208.4	174
10	1897.7	948.9	632.6	474.4	379.5	316.3

Utilizando la tabla 5.4.2. se selecciona una canaleta semicircular de diámetro de 5 pulgadas.

5.4.3. Bajantes verticales

Las bajantes verticales deberán de ser diseñadas tomando en cuenta la intensidad de lluvia (Milímetros por minuto) y el área de influencia (Metros cuadrados). Se utilizan la tabla 5.4.3.a. para bajantes de tubo redondo y la tabla 5.4.3.b. para bajantes de tubo cuadrado.

TABLA 5.4.3.a Dimensión de conductos verticales y tubos de bajadas circulares de desagüe pluvial.

Diametro del tubo de bajada (pulgadas)	Area de techo proyectada horizontalemnte (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
2	267.9	134	89.3	67	53.5	44.7
3	818.6	409.3	272.6	204.7	163.7	136.7
4	1711.7	855.8	570.2	427.9	342.3	285.6
5	3218.7	1609.3	1072.6	804.7	643.7	536.3
6	5023.4	2511.7	1674	1255.8	1004.7	837.2
8	10790.9	5395.5	3596.3	2697.7	2158.2	1796.8
Diametro del tubo de bajada (pulgadas)	Area de techo proyectada horizontalemnte (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	3	3.4	3.8	4.2	4.7	5.1
2	38.1	33.5	29.8	27	24.2	22.3
3	117.2	102.3	91.2	81.9	74.4	67.9
4	244.7	214	190.2	171.2	155.8	142.3
5	460	402.3	357.7	321.9	292.6	267.9
6	717.7	627.9	558.2	502.3	456.8	418.6
8	1541.4	1348.9	1199.1	1079.1	980.9	893

**TABLA 5.4.3.b Dimensión de conductos verticales y tubos de bajadas rectangulares de
desagüe pluvial.**

Tamaño de los lados del tubo (ancho x largo) (en pulgadas)	Área de techo proyectada horizontalmente (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
1 3/4 x 2 1/2	317.2	158.1	105.1	79.1	63.3	52.1
2 x 3	515.4	257.7	171.2	128.4	102.3	85.6
2 3/4 x 4 1/4	1193.5	596.3	397.2	297.7	238.1	198.1
3 x 4	1228.9	614	409.3	307	245.6	204.7
3 1/2 x 4	1479.1	739.5	493	369.3	295.8	246.5
3 1/2 x 5	1982.4	990.7	660.5	494.9	396.3	330.2
3 3/4 x 4 3/4	2042.8	1021.4	680.9	510.7	408.4	340.5
3 3/4 x 5 1/4	2374	1187	790.7	593.5	474.4	395.4
3 1/2 x 6	2585.2	1292.1	861.4	645.6	516.3	430.7
4 x 6	3068	1534	1022.3	766.5	613	510.7
5 1/2 x 5 1/2	4121	2060.5	1373	1029.8	824.2	686.5
7 1/2 x 7 1/2	9349	4674.5	3116.3	2336.8	1869.8	1558.2
Tamaño de los lados del tubo (ancho x largo) (en pulgadas)	Área de techo proyectada horizontalmente (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	3	3.4	3.8	4.2	4.7	5.1
1 3/4 x 2 1/2	44.7	39.1	34.4	31.6	28.8	26
2 x 3	73.5	64.2	56.7	51.2	46.5	42.8
2 3/4 x 4 1/4	170.2	148.8	132.1	119.1	107.9	98.6
3 x 4	174.9	153.5	135.8	122.8	111.6	102.3
3 1/2 x 4	211.2	184.2	163.7	147.9	134	122.8
3 1/2 x 5	282.8	247.4	219.5	198.1	179.5	164.7
3 3/4 x 4 3/4	291.2	254.9	227	203.7	185.1	170.2
3 3/4 x 5 1/4	338.6	296.7	263.3	237.2	215.8	197.2
3 1/2 x 6	369.3	322.8	286.5	257.7	234.4	214.9
4 x 6	438.1	383.3	340.5	306.1	278.1	254.9
5 1/2 x 5 1/2	587.9	514.4	457.7	412.1	374	343.3
7 1/2 x 7 1/2	1334.9	1168.4	1038.2	934.9	849.3	778.6

5.4.4. Ramales horizontales

Los ramales horizontales deben de ser diseñados tomando en cuenta las áreas de influencia del desagüe y la pendiente de la tubería. La mínima pendiente para los ramales horizontales es del uno por ciento. Para diseñar los ramales horizontales se deberá de utilizar la tabla 5.4.4.

TABLA 5.4.4. Dimensión de la tubería horizontal de desagüe pluvial

Diametro de la tubería horizontal (pulgadas)	AREA DE TECHO PROYECTADA HORIZONTALMENTE (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
Pendiente del 1%						
3	305.9	152.9	102	76.5	61.1	51
4	699.5	349.8	233.1	167.4	139.9	116.6
5	1242.8	621.4	414.2	310.7	248.6	207.2
6	1990.7	995.4	663.5	497.7	398.1	331.7
8	4279.2	2139.6	1426.1	1069.8	855.8	707
10	7702.5	3851.2	2567.5	1925.6	1542.4	1283.7
12	12390.9	6195.5	4130.3	3097.7	2479.1	2065.2
15	20279.5	10139.7	6772.2	5255.9	4428	3688.4
Pendiente del 2%						
3	431.6	215.8	143.8	107.9	86.3	71.9
4	986.1	493	328.7	246.5	197.2	164.3
5	1756.3	878.2	585.4	439.1	351.3	292.7
6	2809.4	1404.7	936.4	702.3	561.9	468.2
8	6065.2	3032.6	2021.7	1516.3	1213	1012.7
10	10865.3	5432.7	3623.3	2716.3	2172.1	1809.3
12	17488.7	8744.4	5823.4	4372.2	3497.7	2916.3
15	31256.4	15628.2	10418.8	7814.1	6255.9	5209.4
Pendiente del 4%						
3	611.7	305.9	213.5	152.9	121.9	102
4	1399.1	699.5	466.1	349.8	280	232.6
5	2485.6	1242.8	827.9	621.4	494.9	414
6	3981.5	1990.7	1274.4	995.4	798.2	664.2
8	8558.3	4279.2	2851.2	2139.6	1711.7	1425.1
10	15963.1	7981.5	5135	3851.2	3083.8	2567.5
12	24781.9	12390.9	8260.6	6195.5	4948.9	4130.3
15	44279.9	22140	14772.4	11070	8865.3	7372.2

5.4.5. Diseño de colectores

En el caso que los parámetros como intensidad, diámetro o caudal no estén considerados en las tablas presentadas anteriormente, se puede proponer elementos que cumplan con las siguientes condicionantes.

5.4.5.1. Limitación de velocidad

Para evitar daños a las tuberías causadas por erosión se deberá de limitar la velocidad del caudal a un valor máximo de 5 metros por segundo, de la misma forma para evitar el estancamiento de residuos en las tuberías la velocidad deberá de ser siempre mayor a 0.5 metros por segundo.

Para calcular la velocidad real del flujo se puede utilizar la fórmula de continuidad:

$$Q = V \times A$$

En donde:

Q = caudal real de la tubería en metros cúbicos sobre segundo.

V = velocidad real del flujo en metros sobre segundo.

A = área de la sección de la tubería en metros cuadrados.

5.4.5.2. Limitación del caudal lleno de la tubería

El porcentaje de caudal que pasa por la tubería no debe de exceder del 85%.

Para poder realizar esta comparación debemos obtener el caudal a tubo lleno de la tubería, utilizando la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{A}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

En donde:

Q = caudal en metros cúbicos sobre segundo.

A = sección transversal de la tubería en metros cuadrados.

R = radio hidráulico en metros.

S = pendiente vertical de la tubería m/m

n = Constante de Manning, adimensional.

También se puede utilizar la fórmula de continuidad para encontrar el caudal de tubo lleno a base de la velocidad utilizando la fórmula de Manning para cálculo de flujo a tubo lleno.

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

En donde:

V= velocidad del flujo en metros sobre segundo.

R = Radio hidráulico, para condición de tubo lleno el valor es igual al diámetro entre cuatro, en metros.

S = pendiente vertical de la tubería en metros sobre metros.

n = Constante de Manning, adimensional.

Se deberá de comparar el caudal a tubo lleno con el valor de caudal real para cada bajante garantizando que se cumple con la condicionante de no más de un 85%.

CAPITULO VI

EJEMPLO PRÁCTICO DE DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

POTABLE, DESAGÜE SANITARIO, VENTEO Y DESAGÜE

PLUVIAL

6. CAPITULO VI “EJEMPLO PRÁCTICO DE DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DESAGÜE SANITARIO, VENTEO Y DESAGÜE PLUVIAL”

6.1. GENERALIDADES

En este capítulo se presenta un ejemplo práctico aplicando la información presentada en los capítulos anteriores, se procederá a plantear una propuesta de distribución de agua potable, desagüe sanitario, venteo y desagüe pluvial.

6.1.1. Descripción del ejemplo

Se presenta una propuesta para la construcción de una edificación de 5 niveles para uso residencial, la edificación constará de 20 apartamentos, 4 apartamentos en cada nivel, adicional en las zonas exteriores se contará con parqueo al aire libre para acomodar los vehículos de los usuarios y sus visitas. La dotación de agua para el proyecto dada por la autoridad correspondiente es de 150 litros por persona al día. Se presenta en el ANEXO A una copia de planos de la edificación que contiene la siguiente información:

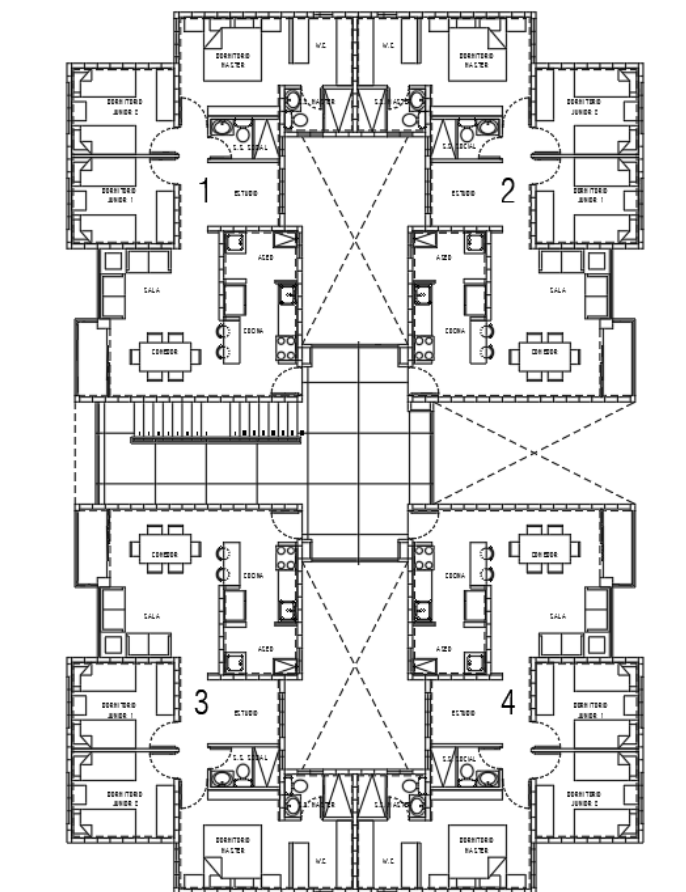
- Plantas arquitectónicas
- Planos de distribución de agua potable
- Planos de desagüe sanitario y venteo
- Planos de desagüe pluvial

El terreno cuenta con un área total de 1,520.63 metros cuadrados y un área útil de 1,520.63 metros cuadrados.

Para agua potable se ha determinado que la presión del punto de entronque tiene una presión disponible de 70 libras por pulgada cuadrado o 49 metros de columna de agua. Se confirma que frente al terreno se permite conectar la salida de desagüe pluvial y desagüe sanitario.

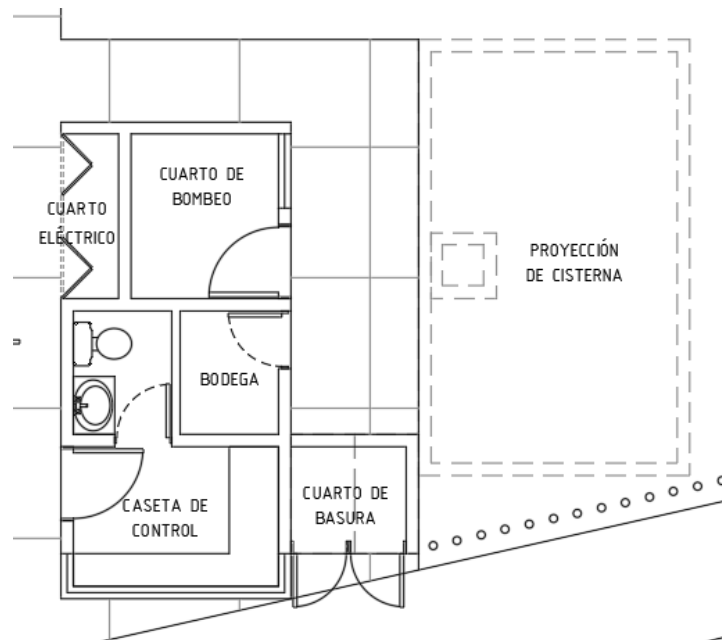
A continuación, se presenta la distribución típica de una planta arquitectónica de la edificación. Ver figura 6.1.1.a

Figura 6.1.1.a. Planta de distribución arquitectónica en primera planta.



En la distribución del terreno se cuenta con una caseta y zona de servicio que albergara diferentes sistemas: medición eléctrica, cisterna, cuarto de bombeo de la cisterna, cuarto de basura y una pared de bodega. Ver figura 6.1.1.b.

Figura 6.1.1.b. Distribución de zonas de servicios



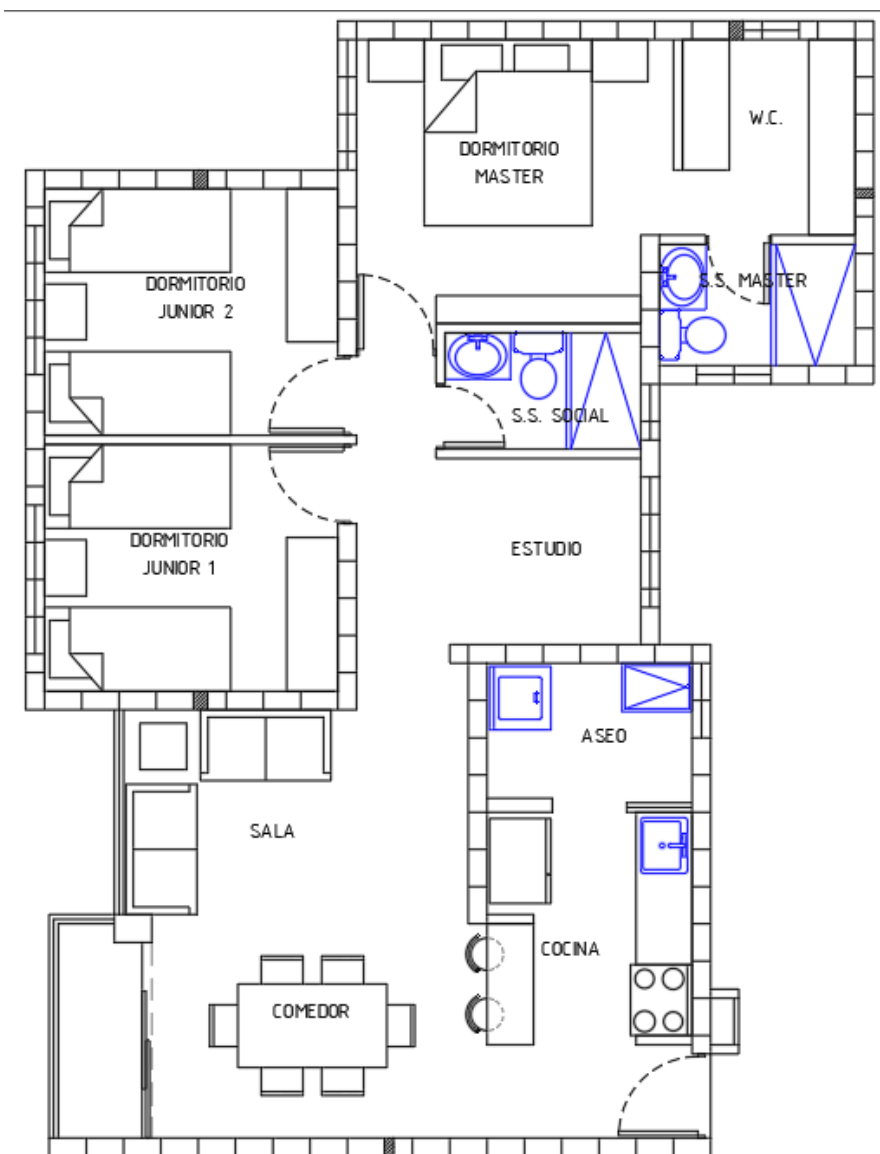
En el capítulo se presentarán cada uno de los aspectos hidráulicos de la edificación: diseño de distribución de agua potable, desagüe sanitario, venteo sanitario y desagüe pluvial.

6.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

6.2.1. Distribución y conteo de artefactos sanitarios

A partir de la planta arquitectónica se identifican los artefactos sanitarios por cada apartamento y se procede a realizar un conteo de artefactos. Ver figura 6.2.1.

Figura 6.2.1. Identificación de artefactos sanitarios.



6.2.1.1. Cuento de artefactos de un apartamento

Se procede a elaborar una tabla de conteo de artefactos sanitarios por apartamento, se debe de tomar en cuenta cuales artefactos deberán de ser alimentados con agua caliente como todos los apartamentos son iguales en este caso el mismo conteo aplica para todos. Ver tabla 6.2.1.1.

Tabla 6.2.1.1. Cuento de artefactos por apartamento

CONTEO DE ARTEFACTOS	
ARTEFACTO	CANTIDAD
Fregadero	1
Lavadora (8 libras)	1
Pileta	1
Lavamanos	2
Inodoro (tanque)	2
Regadera	2

Adicional a los artefactos sanitarios de cada apartamento se deben de tomar en cuenta las salidas de agua potable para el resto de la edificación.

6.2.1.2. Cuento de artefactos de las zonas verdes y zonas de servicio

De acuerdo al plano arquitectónico se consideran las siguientes salidas adicionales: 3 grifos para mantenimiento de áreas verde y 1 baño para la caseta de seguridad (1 lavamanos y 1 inodoro).

Tabla 6.2.1.2 Conteo de artefactos en zonas verdes y de servicio.

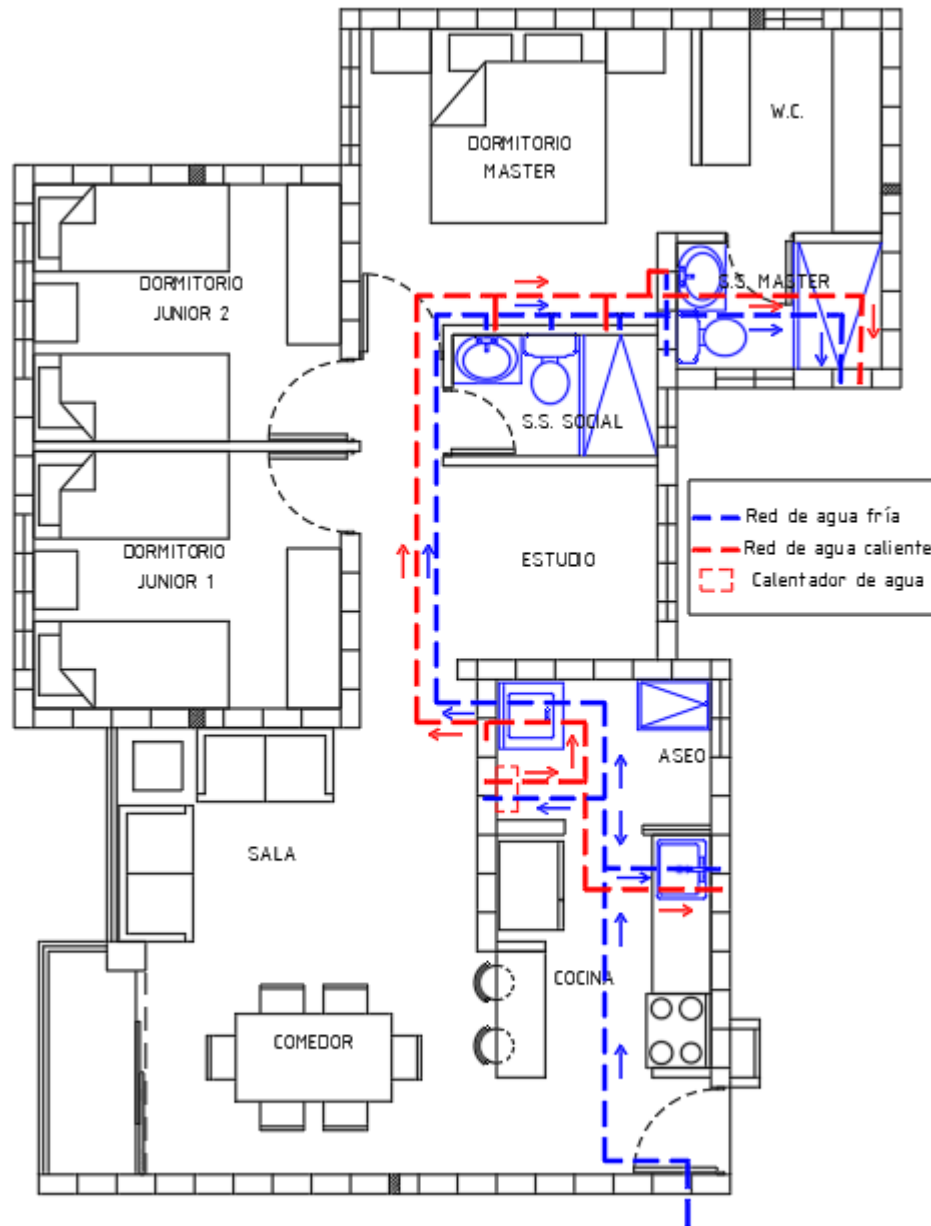
CONTEO DE ARTEFACTOS	
ARTEFACTO	CANTIDAD
Grifo para jardín	3
Lavamanos	1
Inodoro (tanque)	1

Para visualizar todos los artefactos consultar los planos en el apartado ANEXO.

6.2.2. Propuesta de trazo de red de agua fría y caliente

Se procede a generar una propuesta de trazo de la red de agua potable fría y caliente. A continuación, se presenta un ejemplo de este trazo esquemático en uno de los apartamentos. En la red de agua caliente se procede a indicar la ubicación del calentador de agua a instalar. Ver figura 6.2.3.

Figura 6.2.2. Propuesta esquemática de trazo de red de agua potable fría y caliente.



A modo de ejemplo se presenta el trazo para un apartamento, el resto de la red finalizada se presentará en el apartado ANEXO A.

6.2.3. Calculo de demanda

Una vez identificado los artefactos sanitarios de toda la edificación se procede a calcular las unidades muebles de los artefactos, utilizando la tabla 3.3.2.

6.2.3.1. Demanda de un apartamento

Por ejemplo, para un apartamento modelo se seleccionan las siguientes unidades de acuerdo a lo indicado en la tabla 3.3.2. Ver tabla 6.2.3.1.a

Tabla 6.2.3.1.a. Identificación de unidades mueble de un apartamento

CONTEO DE ARTEFACTOS		UNIDADES MUEBLE		
ARTEFACTO	CANTIDAD	FRÍA	CALIENTE	TOTAL
Fregadero	1	1.00	1.00	1.40
Lavadora (8 libras)	1	1.00	1.00	1.40
Pileta	1	1.00	-	1.00
Lavamanos	2	0.50	0.50	0.70
Inodoro (tanque)	2	2.20	-	2.20
Regadera	2	1.00	1.00	1.40

Las unidades muebles se han seleccionado tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Debido a que la tabla 3.3.2 no tiene un apartado de pileta se toman los valores de un artefacto similar, en este caso un fregadero, debido a que la pileta solo recibirá agua fría, no se incluye el apartado de agua caliente.

Posterior a la identificación de unidades mueble, se debe de realizar la sumatoria total de unidades mueble del apartamento de acuerdo a la cantidad de artefactos presentes. Ver tabla 6.2.3.1.b.

Tabla 6.2.3.1.b. Sumatoria de unidades mueble de un apartamento.

1 APARTAMENTO						
CONTEO DE ARTEFACTOS		UNIDADES MUEBLE			ABASTECIMIENTO	
ARTEFACTO	CANTIDAD	FRÍA	CALIENTE	TOTAL	SOLO AGUA FRÍA	AGUA FRÍA + AGUA CALIENTE
Fregadero	1	1.00	1.00	1.40	-	1.40
Lavadora (8 libras)	1	1.00	1.00	1.40	-	1.40
Pileta	1	1.00	-	1.00	1.00	-
Lavamanos	2	0.50	0.50	0.70	-	1.40
Inodoro (tanque)	2	2.20	-	2.20	4.40	-
Regadera	2	1.00	1.00	1.40	-	2.80
				TOTAL	5.40	7.00
					12.40	

Se debe de tomar en cuenta que en aquellos artefactos a los cuales se les proveerá de agua caliente y fría se deberán de tomar los valores correspondientes a la columna "TOTAL" Los artefactos a los cuales solo se les proveerá de agua fría se utiliza el valor de la columna "FRÍA".

En este caso se considera que la pileta solo será alimentada con agua fría, debido a esto se toma el valor de la columna de "FRÍA". Al realizar la sumatoria de unidades muebles de agua fría y agua caliente se llega a la conclusión que cada apartamento necesita de 12.40 unidades mueble para su funcionamiento.

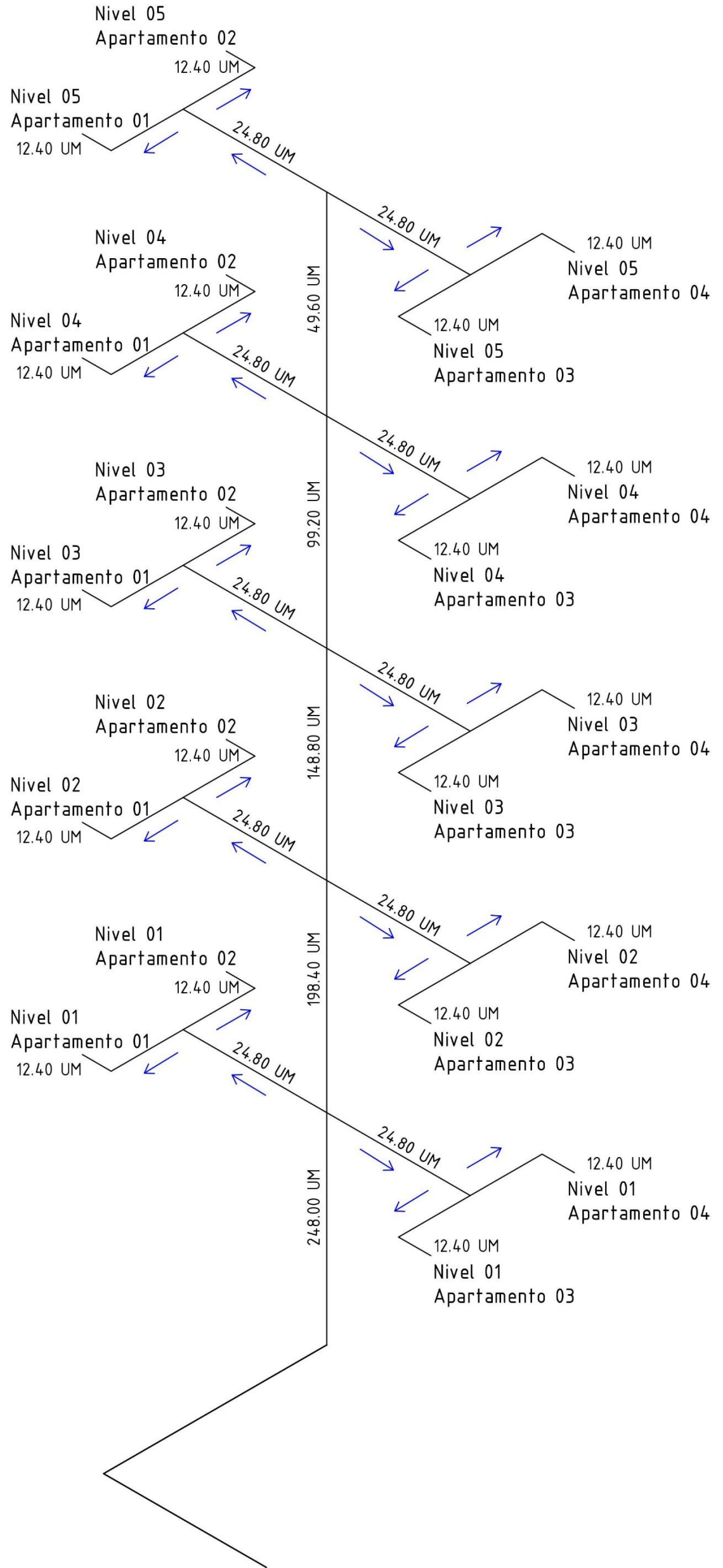
Se debe de tomar en cuenta el diámetro mínimo con el cual se le deberá de suministrar agua potable a cada artefacto sanitario. De acuerdo a la tabla 3.3.3.a. se deberán de respetar los siguientes diámetros:

Tabla 6.2.3.1.c. Diámetro mínimo para alimentación de artefactos

ARTEFACTO	DIÁMETRO DE SUMINISTRO (pulgadas)
Lavatrastos	1/2
Lavadora (8 libras)	1/2
Pileta	1/2
Lavamanos	1/2
Inodoro (tanque)	3/8
Regadera	1/2
Grifo para jardín	1/2

A continuación, se presenta un esquema tomando en cuenta las unidades muebles de cada ramal y la acumulación de estas unidades a lo largo del montante de agua potable. Ver figura 6.2.3.1.a.

Figura 6.2.3.1.a. Esquema de unidades mueble a lo largo de la red de distribución de agua potable.



Utilizando la tabla 3.3.3 se procede a estimar la demanda para cada uno de los ramales de acuerdo a las unidades muebles que alimentan cada tramo de la red de agua potable. Se debe de tomar en cuenta que puede ser necesario interpolar entre unidades muebles para encontrar el valor de demanda adecuado. A continuación, se realizará un ejemplo para el diseño de la acometida de agua potable de cada apartamento, es decir el diseño de la tubería que transportará los 15.80 unidades mueble que el apartamento utilizará.

Primero, se procede a identificar la demanda en litros por segundo a ser utilizada por el apartamento. Para esto utilizamos la tabla 3.3.3. y se deberá de interpolar el valor si las unidades muebles no coinciden con un valor ya determinado. Ver figura 6.2.3.1.b.

Figura 6.2.3.1.b. Selección de demanda por unidades mueble

TANQUES DE INUNDACIÓN		VÁLVULAS FLUXÓMETRO	
CARGA	DEMANDA	CARGA	DEMANDA
(unidades mueble)	(litros por segundo)	(unidades mueble)	(litros por segundo)
1	0.15	-	-
2	0.30	-	-
3	0.40	-	-
4	0.50	-	-
5	0.60	5	0.95
6	0.65	6	1.00
7	0.75	7	1.25
8	0.80	8	1.40
9	0.85	9	1.55
10	0.90	10	1.70
11	0.95	11	1.75
12	1.00	12	1.80
13	1.00	13	1.85
14	1.05	14	1.90
15	1.10	15	1.95
16	1.10	16	2.00

Debido a que para 12 y 13 unidades mueble se tiene el mismo valor de litros por segundo, no es necesario interpolar y se selecciona una demanda de 1.00 litros por segundo a cumplir para el entronque de cada apartamento.

Segundo, se procede a identificar un diámetro según lo visto en el capítulo 3. Se deberá de seleccionar una velocidad que cumpla con los requisitos mostrados en el capítulo 3. Evaluando con el valor de velocidad más alto permisible de 2.5 metros por segundo, se utilizará la fórmula de continuidad para encontrar el área adecuada y luego se aproxima al diámetro comercial más cercano.

$$Q = V \times A$$

En donde:

Q = caudal en metros cúbicos por segundo

V = velocidad en metros por segundo

A = área de tubería en metros cuadrados.

El caudal a suministrar es de 1.00 litros por segundo, su equivalente en metros cúbicos por segundo es de 0.0010 metros cúbicos por segundo despejando en la ecuación de continuidad:

$$Q = V \times A$$

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$A = \frac{0.0010}{2.50}$$

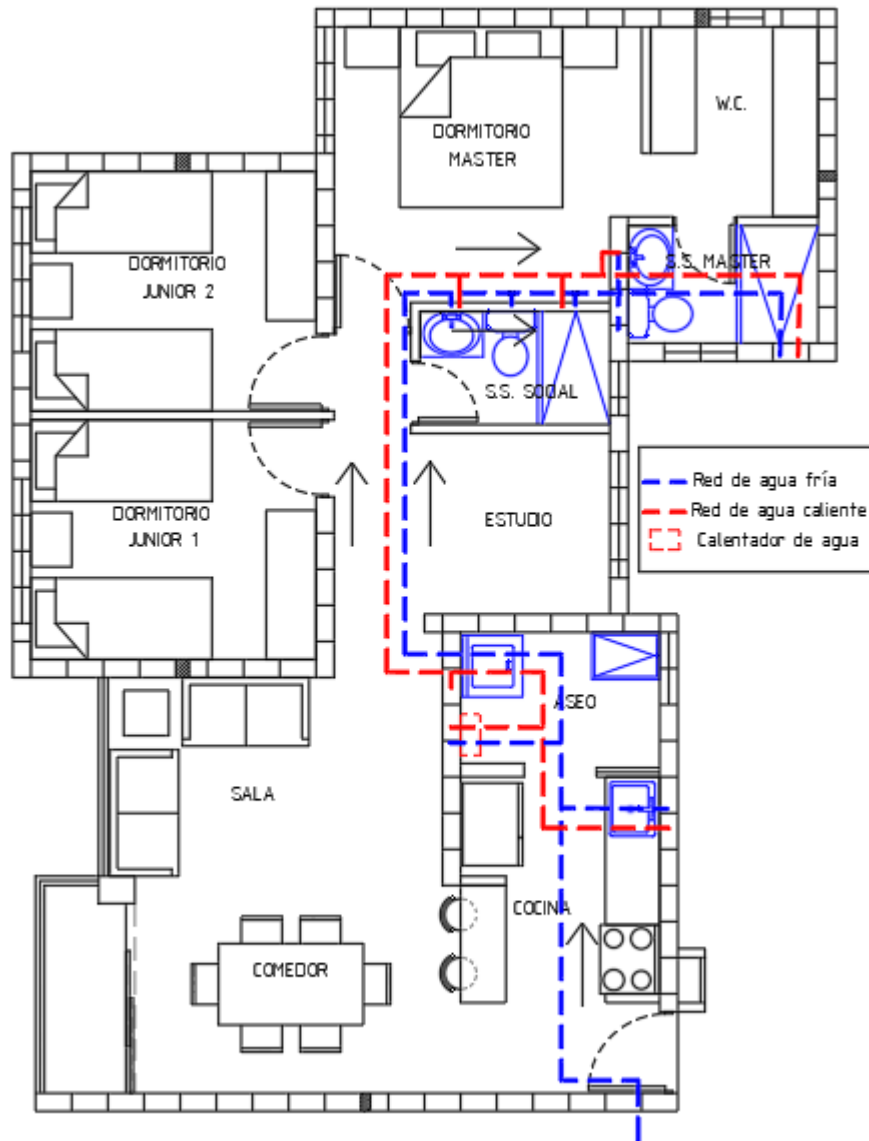
$$A = 0.0004 \text{ m}^2$$

El área de la tubería debe de ser de 0.0004 metros cuadrados. Revisando el área de tuberías de PVC se selecciona el diámetro más cercano. Una tubería de 1 pulgada tiene un área de 0.00051 metros cuadrados lo cual es suficiente para el diámetro requerido. El diseñador siempre deberá de revisar que las velocidades obtenidas cumplan con lo requerido en apartado de limitantes de velocidad del capítulo 3.

6.2.4. Selección de diámetro y revisión de velocidad

Se debe de considerar que por lo general los artefactos sanitarios requieren una entrada de agua en un diámetro de 1/2 pulgada o 3/4 de pulgada. Por lo general el ramal horizontal que alimenta los artefactos tiene el mismo diámetro o uno superior que permita cumplir con la demanda y la velocidad adecuada. A continuación, se presenta un esquema de distribución de red de agua potable en un apartamento de acuerdo a lo indicado en la sección anterior. Ver figura 6.2.4.

Figura 6.2.4 Dimensionamiento de tuberías de agua fría y caliente al interior de un apartamento.



Utilizando los criterios anteriores es posible determinar los diámetros horizontales de toda la edificación. Como se muestra en la tabla 6.2.4.a. se obtienen los diámetros para las redes de agua fría al interior de los apartamentos, así como el dimensionamiento desde el montante hasta las acometidas de cada apartamento.

Tabla 6.2.4.a. Dimensionamiento y velocidades de trabajo de los ramales de distribución de agua potable fría y caliente en la edificación.

RAMALES HORIZONTALES							
TIPO AGUA	UBICACIÓN	TOTAL DE UM	CAUDAL (lps)	CAUDAL (m ³ /s)	DIAMETRO (pulg)	DIAMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)
TOTAL 1 APARTAMENTO		12.40	1.02	0.00102	1	0.02540	2.01
TOTAL 4 APARTAMENTOS		49.60	1.84	0.00184	1 1/2	0.03810	1.61
SOLO FRÍA	Zonas verdes	3.00	0.40	0.00040	3/4	0.01905	1.40
SOLO FRÍA	Zona de servicio	2.70	0.37	0.00037	3/4	0.01905	1.30
TOTAL ZONAS SERVICIO Y VERDES		5.70	0.64	0.00064	1	0.02540	1.26

De la misma forma se procede a realizar el dimensionamiento de la montante de agua potable de acuerdo a las unidades mueble acumuladas a lo largo de la montante. El dimensionamiento de la montante se muestra en la tabla 6.2.4.b.

Tabla 6.2.5.4. Dimensionamiento y velocidades de trabajo de la montante de agua potable fría de la edificación.

MONTANTE DE AGUA POTABLE							
TIPO AGUA	UBICACIÓN	TOTAL DE UM	CAUDAL (lps)	CAUDAL (m ³ /s)	DIAMETRO (pulg)	DIAMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)
FRÍA	ENTRONQUE	253.70	4.74	0.00474	2	0.05080	2.34
FRÍA	PRIMER NIVEL	248.00	4.68	0.00468	2	0.05080	2.31
FRÍA	SEGUNDO NIVEL	198.40	4.08	0.00408	2	0.05080	2.01
FRÍA	TERCER NIVEL	148.80	3.65	0.00365	2	0.05080	1.80
FRÍA	CUARTO NIVEL	99.20	2.73	0.00273	1 1/2	0.03810	2.39
FRÍA	QUINTO NIVEL	49.60	1.84	0.00184	1 1/2	0.03810	1.61

En el ANEXO A se presentan los planos con la selección de diámetros a utilizar.

6.2.5. Revisión de presiones en la red de agua potable.

De acuerdo a lo presentado en el capítulo 3 se debe de tomar en cuenta la presión en la cual estará trabajando la red hidráulica de tal forma que se cumplan los siguientes criterios:

- Garantizar que en el artefacto más lejano y alto de la red se cuente con la presión adecuada para el buen funcionamiento del mismo.
- Garantizar que en cada nivel de la edificación la presión no supere el máximo valor permisible de tal forma que pueda dañar los artefactos sanitarios que conforman la red.

Por lo tanto, se deberá de utilizar la tabla 3.5.3 presentada en el capítulo 3 para realizar una sumatoria las caídas de presión de los accesorios de la red y por la fricción generada en la longitud de la tubería, así como tener en cuenta la altura a vencer de la edificación. De acuerdo a esto se presenta en la tabla 6.2.5. las pérdidas por fricción a lo largo del entronque, montante y la red de distribución que alimenta el apartamento más lejano.

Tabla 6.2.5. Tabla de pérdidas en la red de distribución de agua potable y presión necesaria para garantizar el abastecimiento de agua en el artefacto más lejano y más alto de la edificación.

Calculo de perdidas												
Tramo	Diámetro (pulg)	Diámetro (m)	Longitud (m)	Longitud equivalente de codo (m)	Longitud equivalente de tee (m)	Longitud equivalente de válvula (m)	Longitud equivalente (m)	Velocidad (m/s)	Caudal (m ³ /s)	Perdidas (m)	Altura (m)	Altura a vencer (m)
Entronque	2	0.0508	34.83	13.70	0.30	4.42	53.25	2.34	0.00474	6.01	0	6.01
Montante nivel 1	2	0.0508	3.1	2.74	0.30	0.00	6.14	2.31	0.00468	0.68	3.1	3.78
Montante nivel 2	2	0.0508	2.8	0.00	0.30	0.00	3.10	2.01	0.00408	0.27	2.8	3.07
Montante nivel 3	2	0.0508	2.8	0.00	0.50	0.00	3.30	1.80	0.00365	0.23	2.8	3.03
Montante nivel 4	1 1/2	0.0381	2.8	0.00	0.50	0.00	3.30	2.39	0.00273	0.54	2.8	3.34
Montante nivel 5	1 1/2	0.0381	2.6	0.00	0.50	0.00	3.10	1.61	0.00184	0.25	2.6	2.85
Alimentación de los apartamentos	1 1/2	0.0381	5.4	2.44	4.26	0.30	12.40	1.61	0.00184	0.98	0	0.98
Regadera más lejana	1	0.0254	18.15	3.04	1.37	0.15	22.71	2.01	0.00102	4.35	-1.5	2.85
											25.91	Total Bomba (m)
											51.80	Total Bomba +FS (psi)

Se deberá de proporcionar una bomba que pueda levantar 25.91 metros de columna de agua, esto es equivalente 36.80 libras por pulgada cuadrada. Esta presión es adecuada y permite el buen funcionamiento de todos los artefactos sanitarios. Adicional a la presión requerida se le agrega un factor de seguridad de 15 libras por pulgada cuadrada a la presión obtenida, tomando esto en cuenta la bomba deberá de suministrar una presión de 51.80 libras por pulgada cuadrada, aproximado será un valor de 55 libras por pulgada cuadrada.

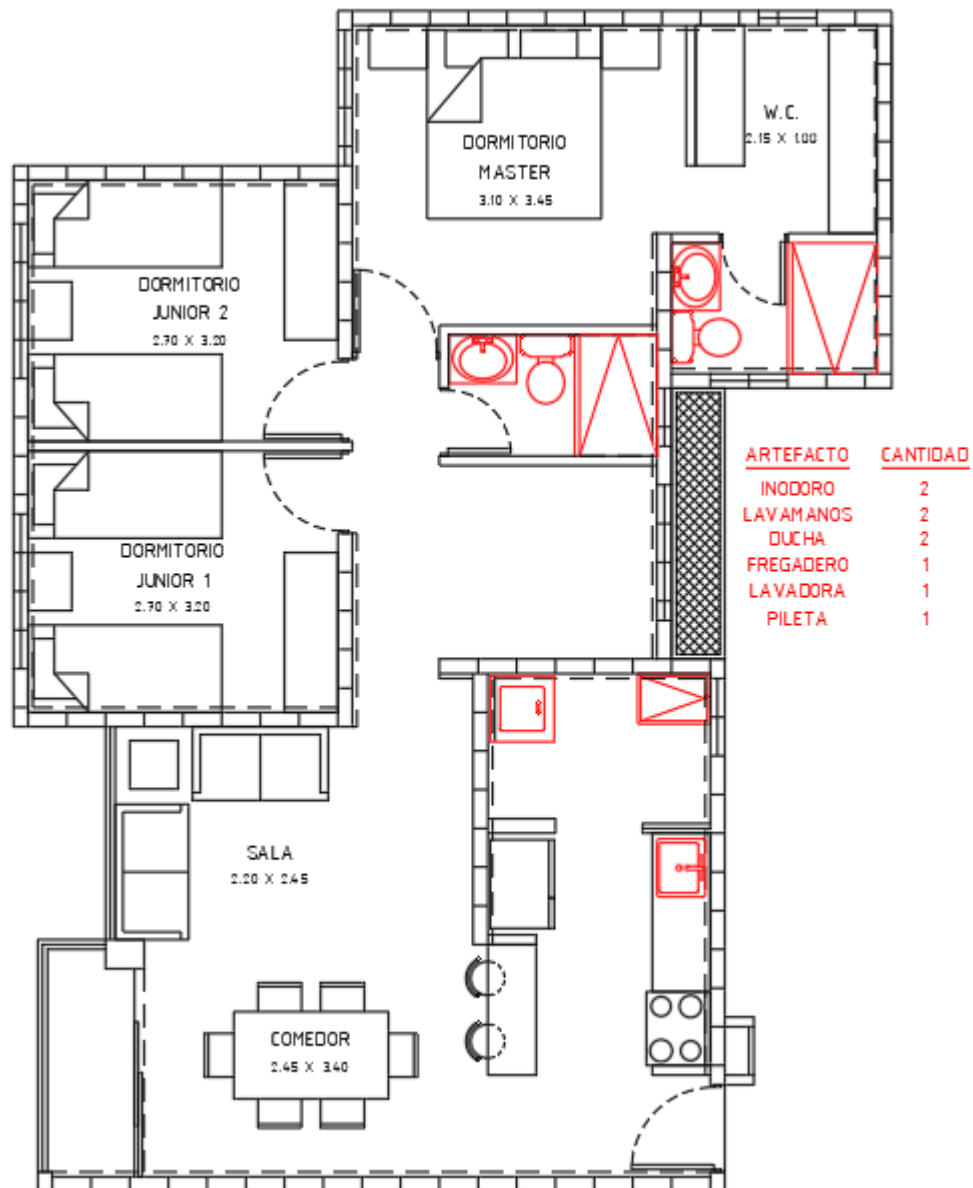
6.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE DESAGÜE SANITARIO

6.3.1. Identificación de artefactos sanitarios

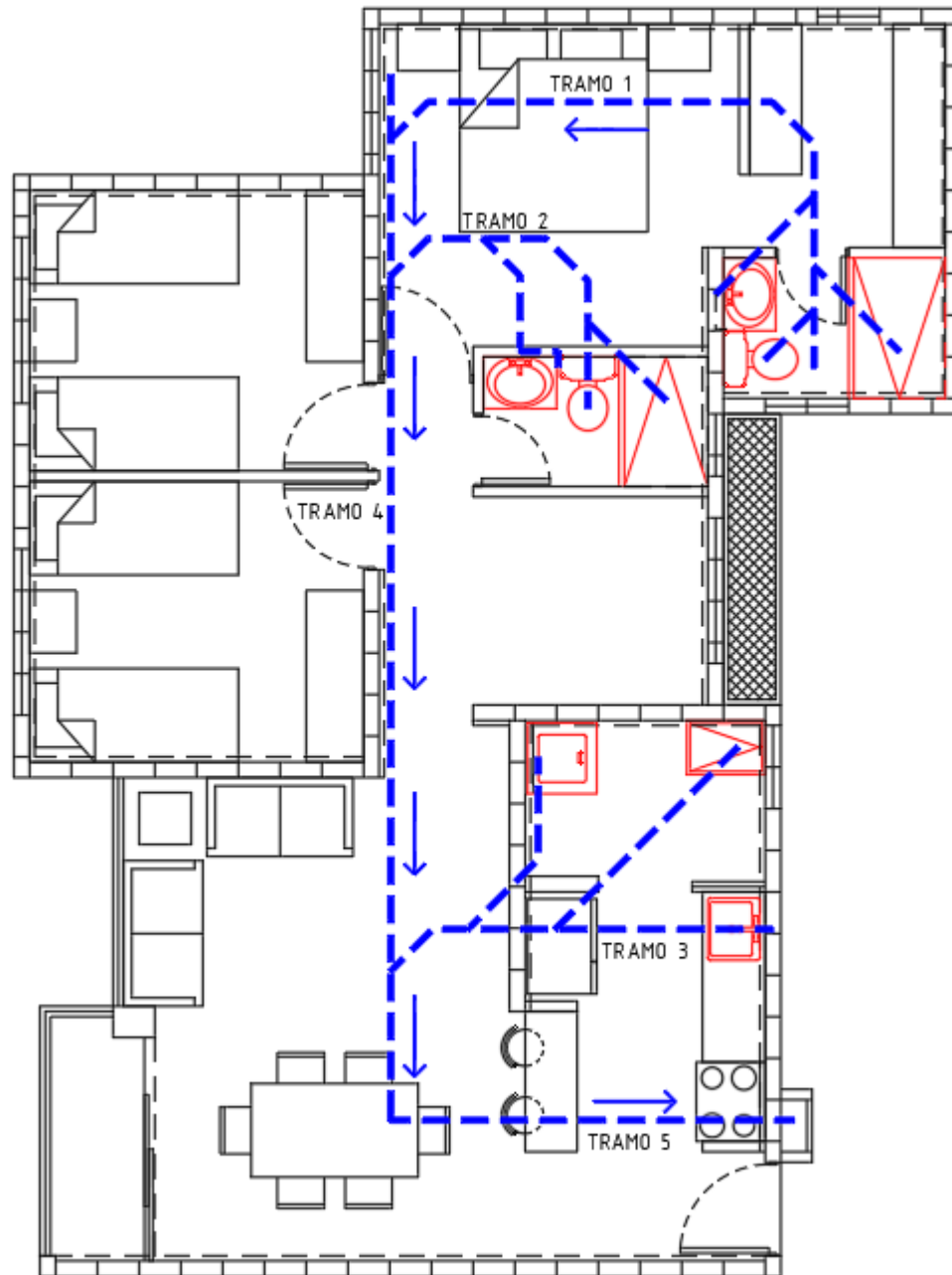
Para el diseño del sistema de desagüe sanitario, primeramente, procedemos a identificar y cuantificar los artefactos sanitarios en cada apartamento, tal y como se vio en la sección 4.4. del capítulo II.

Debido a que los cuatro apartamentos son similares en las plantas arquitectónicas de cada nivel y contienen la misma cantidad de artefactos sanitarios, tomamos el apartamento “1” como modelo de análisis y para esto citamos la figura 6.3.1.a.

Figura 6.3.1.a. Artefactos sanitarios ubicados en planta arquitectónica



Ahora que identificamos los artefactos sanitarios en el apartamento "1", podemos generar el trazo de la red de desagüe sanitario por apartamento. En la figura 6.3.1.b. se muestra el trazo propuesto de la red.

Figura 6.3.1.b. Red de desagüe sanitario por apartamento

Ahora procedemos a aplicar lo visto en la sección 4.4. obteniendo los diámetros de desagüe y las unidades de desagüe que cada uno de estos aportan, por medio de la tabla 6.3.1.a.

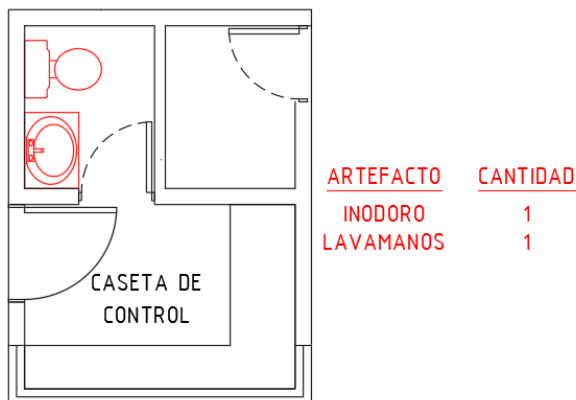
Tabla 6.3.1.a. Conteo de artefactos sanitarios

ARTEFACTO SANITARIO	DIÁMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	UNIDADES DE DESAGÜE (UD)	TOTAL UNIDADES DESAGÜE
Inodoro	4	2	3	6
Lavamanos	1¼	2	1	2
Ducha	2	2	3	6
Máquina Lavadora	1½	1	2	2
Fregadero	1½	1	2	2
Pileta	2	1	½	½
Total de unidades por ramal (UD)				18.5

De esta manera obtenemos el total de unidades de desagüe por apartamento de nuestra edificación, cabe mencionar que los apartamentos 2, 3 y 4 son exactamente iguales por lo tanto repetimos el mismo proceso.

Para la caseta de control es necesario identificar los artefactos sanitarios tal y como se hizo para los apartamentos. En la figura 6.3.1.c se muestran los artefactos sanitarios a tomar en cuenta.

Figura 6.3.1.c. Identificación de artefactos sanitarios en caseta de control.



La tabla 6.3.1.b. resume el total de unidades de desagüe correspondiente a la caseta de control.

Tabla 6.3.1.b. Conteo de artefactos sanitarios en caseta de control

ARTEFACTO SANITARIO	DIÁMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	UNIDADES DE DESAGÜE (UD)	TOTAL UNIDADES DESAGÜE
Inodoro	4	1	3	3
Lavamanos	1¼	1	1	1
Total de unidades por ramal horizontal de desagüe sanitario (UD)				4

6.3.2. Diseño de ramales de desagüe sanitario

Después de obtener los diámetros de desagüe de cada artefacto, se procede a diseñar la tubería de ramal horizontal por apartamento.

De acuerdo a la tabla 6.3.1.a. el total de unidades de desagüe que cada apartamento aporta por nivel es de 18.5, utilizando a la tabla 4.5.b. en donde se define el diámetro de la tubería de ramal horizontal por medio de la segunda columna “total para un ramal horizontal” utilizando el valor de unidades de desagüe, como se muestra en la figura 6.3.2.a.

Figura 6.3.2.a. Selección del diámetro de ramal horizontal.

DIÁMETRO DE TUBERÍA (pulgadas)	MÁXIMO NÚMERO DE UNIDADES DE ARTEFACTOS DE DESAGÜE			
	Total para un ramal horizontal	Bajantes		
		Total a un intervalo de ramal	Total para descarga bajante de 3 intervalos de ramal o menos	Total para bajante mayor de tres intervalos de ramal
1½	3	2	4	8
2	6	6	10	24
2½	12	9	20	42
3	20	20	48	72
4	160	90	240	500
5	360	200	540	1100
6	620	350	960	1900
8	1400	600	2200	3600
10	2500	1000	3800	5600
12	2900	1500	6000	8400
15	7000			

Debido a que nuestro valor de unidades de desagüe es mayor a 12 y menor a 20, el diámetro de nuestra tubería de ramal horizontal será de 3 pulgadas, sin embargo, el ramal horizontal no puede ser menor a la tubería de desagüe de mayor diámetro, en este caso la tubería del inodoro, por lo tanto, se utiliza el diámetro comercial de 4 pulgadas.

Después de definir el diámetro de nuestra tubería de ramal horizontal, es necesario definir la pendiente que esta tendrá, tal como lo sugiere la tabla 4.3. Ver figura 6.3.2.b.

Figura 6.3.2.b. Selección de pendiente de tubería horizontal

DIÁMETRO (pulgadas)	PENDIENTE MINIMA (%)
2½ o menos	2
3 a 6	1
8 o mayor	0.5

Debido a que el diámetro de la tubería es de 4 pulgadas, de acuerdo a la tabla 4.3. se propone una pendiente del 1% que deberá de ser verificada con la tabla 4.5.a. Ver figura 6.3.2.c.

Figura 6.3.2.c. Comprobación de pendiente de tubería horizontal

DIÁMETRO DE TUBERÍA (pulgadas)	MÁXIMO NÚMERO DE UNIDADES DE DESAGÜE DE ARTEFACTOS CONECTADOS A CUALQUIER PORCIÓN DEL DESAGÜE DE LA EDIFICACIÓN, INCLUYENDO LOS RAMALES DEL DESAGÜE DE LA EDIFICACIÓN (U.D.)			
	Porcentaje de Pendiente de la Tubería			
	0.5%	1%	2%	4%
1¼	-	-	1	1
1½	-	-	3	3
2	-	-	21	26
2½	-	-	24	31
3	-	36	42	50
4	-	180	216	250
5	-	390	480	575
6	-	700	840	1000
8	1400	1600	1920	2300
10	2500	2900	3500	4200
12	3900	4600	5600	6700
15	7000	8300	10000	12000

En la figura se observa, para una pendiente del 1% con una tubería de 4 pulgadas se cuenta con un máximo de 180 unidades de desagüe, por lo tanto, se procede con la pendiente del 1%.

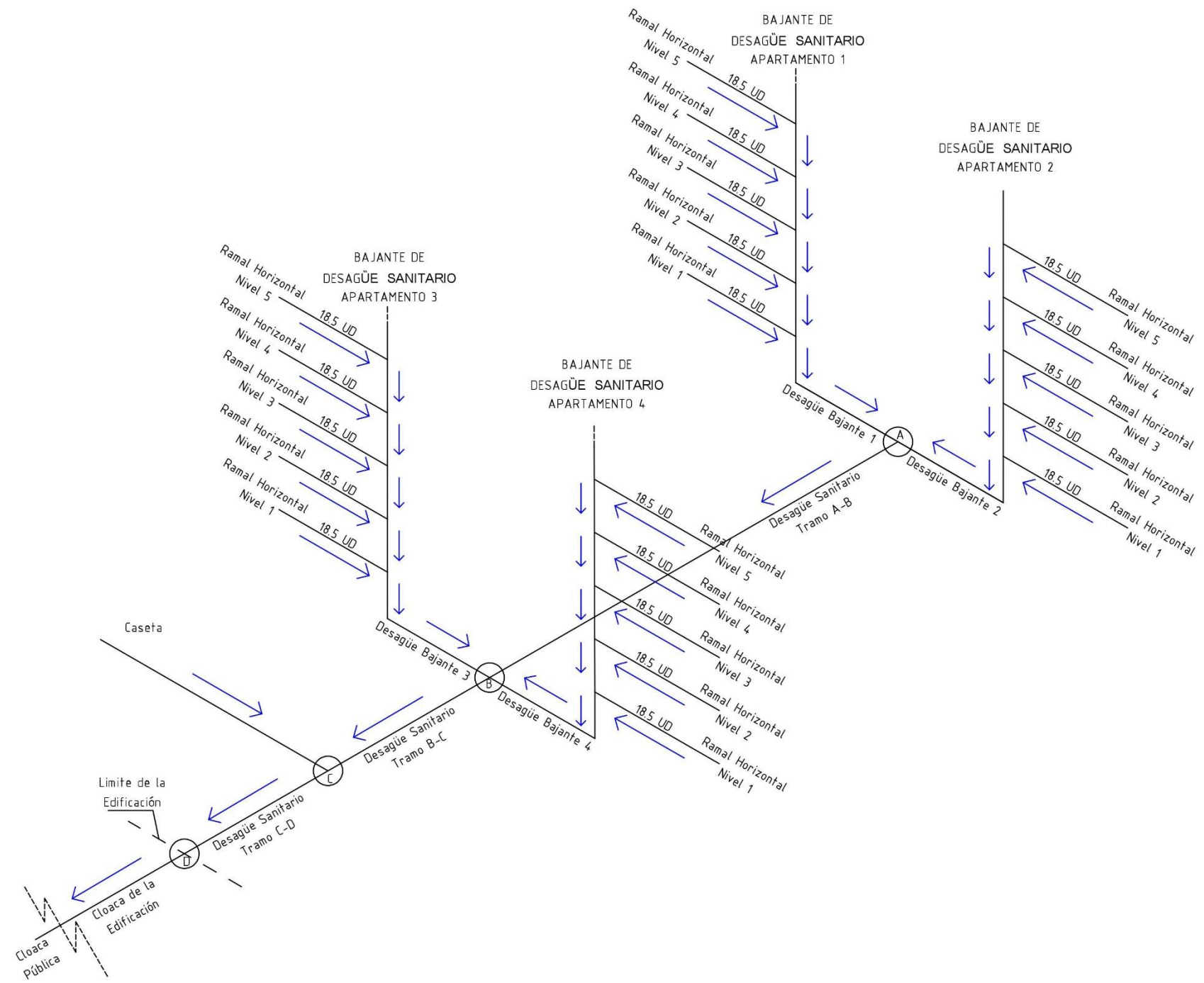
6.3.3. Diseño de bajantes de desagüe sanitario

Para el diseño de las bajantes de desagüe sanitarios, hacemos uso de la tabla 4.5.b. para el número de unidades de desagüe que se muestran en la tercera, cuarta o quinta columna, dependiendo de la cantidad de intervalos de ramal que contenga nuestra edificación.

Debido a que nuestra edificación modelo contiene 5 niveles, hacemos uso de la quinta columna.

Para el buen diseño de las bajantes de desagüe sanitario, se recomienda iniciar desde el nivel más alto al más bajo, generando un esquema grafico que facilite el diseño como tal. Ver figura 6.3.3.a.

Figura 6.3.3.a. Esquema grafico para diseño de desagüe sanitario de la edificación.



En la figura 6.3.3.a. se puede observar una representación gráfica de las bajantes de desagüe sanitario de cada apartamento con sus tuberías de ramal horizontal por cada nivel y las unidades de desagüe que estas aportan.

Se toma como modelo la bajante de desagüe sanitario del apartamento 1, se comienza en el diseño con 18.5 unidades de desagüe que aporta el nivel 5. Ver figura 6.3.3.b.

Figura 6.3.3.b. Selección de diámetro de bajantes de desagüe sanitario del primer intervalo de tubería.

DIÁMETRO DE TUBERÍA (pulgadas)	MÁXIMO NÚMERO DE UNIDADES DE ARTEFACTOS DE DESAGÜE (D.U.)			
	Total para un ramal horizontal	Bajantes		
		Total a un intervalo de ramal	Total para descarga bajante de 3 intervalos de ramal o menos	Total para bajante mayor de tres intervalos de ramal
1½	3	2	4	8
2	6	6	10	24
2½	12	9	20	42
3	20	20	48	72
4	160	90	240	500
5	360	200	540	1100
6	620	350	960	1900
8	1400	600	2200	3600
10	2500	1000	3800	5600
12	2900	1500	6000	8400
15	7000			

Utilizando la quinta columna "Total para bajante mayor de tres intervalos de ramal" de la tabla 4.5.b. se evalúa para 18.5 unidades de desagüe entre el intervalo 8 y 24, entonces es necesario ubicarnos en la cantidad más desfavorable, la tabla nos indica el diámetro de 2 pulgadas para el primer intervalo de tubería, sin embargo, utilizamos un diámetro de 4 pulgadas debido a que el primer intervalo de bajante de desagüe sanitario no puede ser un diámetro menor al de la tubería de ramal horizontal.

Se procede a seleccionar el diámetro de la bajante de desagüe sanitario del segundo intervalo. Ver figura 6.3.3.c.

Figura 6.3.3.c. Selección de diámetro de bajante de desagüe sanitario del segundo intervalo de tubería.

DIÁMETRO DE TUBERÍA (pulgadas)	MÁXIMO NÚMERO DE UNIDADES DE ARTEFACTOS DE DESAGÜE (D.U.)			
	Total para un ramal horizontal	Bajantes		
		Total a un intervalo de ramal	Total para descarga bajante de 3 intervalos de ramal o menos	Total para bajante mayor de tres intervalos de ramal
1½	3	2	4	8
2	6	6	10	24
2½	12	9	20	42
3	20	20	48	72
4	160	90	240	500
5	360	200	540	1100
6	620	350	960	1900
8	1400	600	2200	3600
10	2500	1000	3800	5600
12	2900	1500	6000	8400
15	7000			

En el segundo intervalo se evalúa para el total de unidades que aportan el nivel 5 y nivel 4, teniendo 37 unidades de desagüe, entonces la tabla indica que se debe seleccionar el diámetro de 2½ pulgadas para dicho intervalo, aunque de igual manera que en el primer intervalo debemos utilizar un diámetro de 4 pulgadas debido a que no se puede utilizar un diámetro menor al diámetro del intervalo anterior.

Se procede a seleccionar el diámetro de la bajante de desagüe sanitario del tercer intervalo. Ver figura 6.3.3.d.

Figura 6.3.3.d. Selección de diámetro de bajantes de desagüe sanitario del tercer intervalo de tubería.

DIÁMETRO DE TUBERÍA (pulgadas)	MÁXIMO NÚMERO DE UNIDADES DE ARTEFACTOS DE DESAGÜE (D.U.)			
	Total para un ramal horizontal	Bajantes		
		Total a un intervalo de ramal	Total para descarga bajante de 3 intervalos de ramal o menos	Total para bajante mayor de tres intervalos de ramal
1½	3	2	4	8
2	6	6	10	24
2½	12	9	20	42
3	20	20	48	72
4	160	90	240	500
5	360	200	540	1100
6	620	350	960	1900
8	1400	600	2200	3600
10	2500	1000	3800	5600
12	2900	1500	6000	8400
15	7000			

En el tercer intervalo se evalúa para el total de unidades que aportan el nivel 5, al nivel 3, teniendo 55.5 unidades de desagüe, entonces la tabla indica seleccionar el diámetro de 3 pulgadas para dicho intervalo, aunque de igual manera que en el primer y segundo intervalo debemos utilizar un diámetro de 4 pulgadas para mantener la continuidad de dimensión a los intervalos anteriores.

Se procede a seleccionar el diámetro de la bajante de desagüe sanitario del cuarto y quinto intervalo. Ver figura 6.3.3.e.

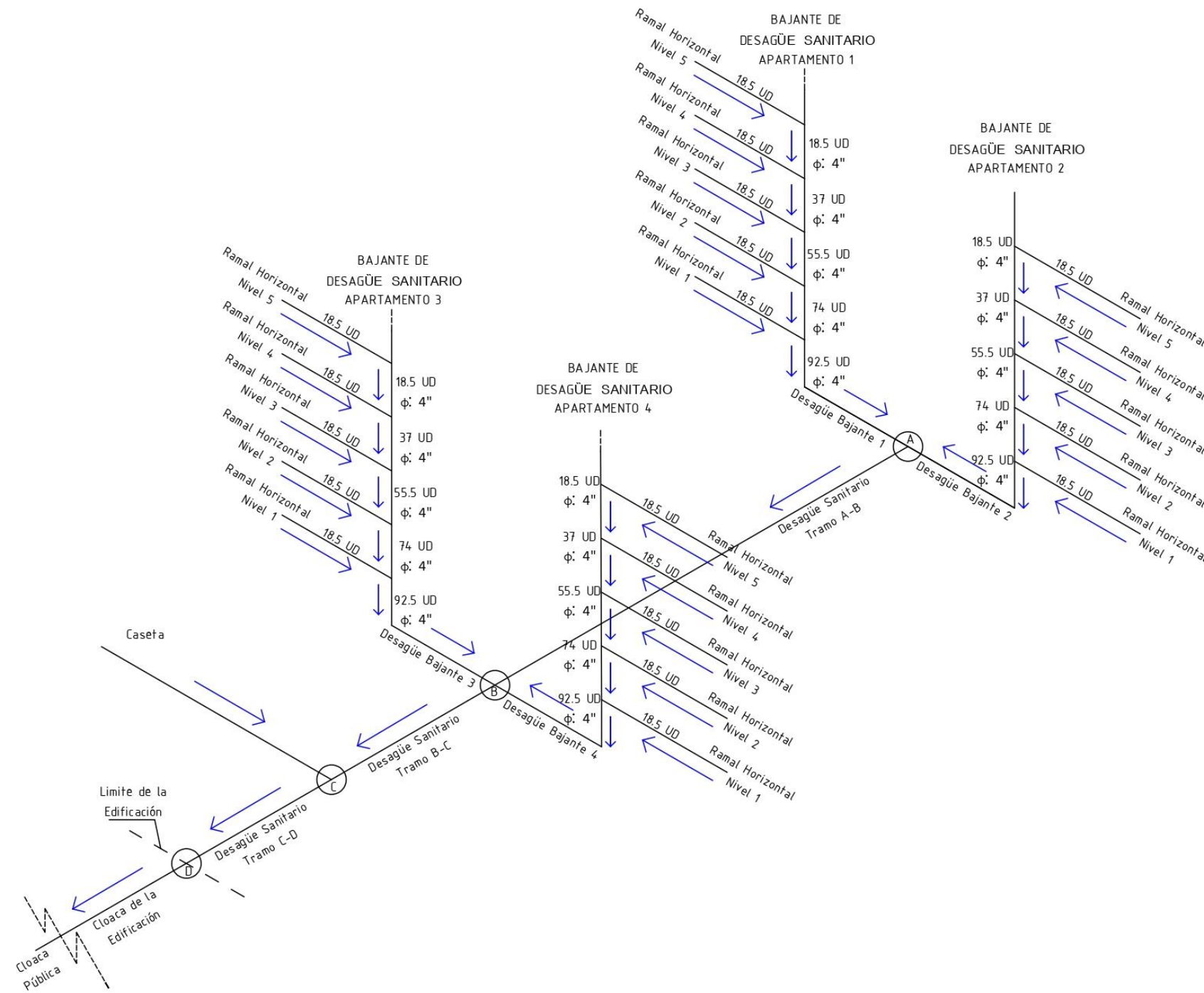
Figura 6.3.3.e. Selección de diámetro de bajantes de desagüe sanitario del cuarto y quinto intervalo de tubería.

DIÁMETRO DE TUBERÍA (pulgadas)	MÁXIMO NÚMERO DE UNIDADES DE ARTEFACTOS DE DESAGÜE (D.U.)			
	Total para un ramal horizontal	Bajantes		
		Total a un intervalo de ramal	Total para descarga bajante de 3 intervalos de ramal o menos	Total para bajante mayor de tres intervalos de ramal
1½	3	2	4	8
2	6	6	10	24
2½	12	9	20	42
3	20	20	48	72
4	160	90	240	500
5	360	200	540	1100
6	620	350	960	1900
8	1400	600	2200	3600
10	2500	1000	3800	5600
12	2900	1500	6000	8400
15	7000			

De igual forma en cada intervalo se acumula el total de unidades que aporta el inferior, se tiene en el cuarto intervalo 74 unidades de desagüe y 92.5 unidades de desagüe en el quinto intervalo, por lo tanto, se evalúa entre el intervalo 72 y 500, de esa forma se selecciona el diámetro de 4 pulgadas para dicho intervalo, y se verifica que este coincide con el diámetro de los intervalos anteriores.

De esta manera se definen los diámetros de cada intervalo de tubería que contienen las bajantes de desagüe sanitario. En la figura 6.3.3.f. se presenta el resumen de los diámetros obtenidos.

Figura 6.3.3.f. Selección de diámetro de tubería de bajante de desagüe sanitario.



6.3.4. Diseño de la tubería de desagüe sanitario de la edificación

Cada bajante de desagüe sanitario se conecta a la tubería de desagüe sanitario de la edificación por medio de tuberías de desagüe propias de cada bajante, dichas tuberías conllevan el total de unidades de desagüe que aporta el intervalo más bajo, por lo tanto, en la edificación modelo las tuberías propias de cada bajante aportan un total de 92.5 unidades de desagüe, ubicándose entre 36 y 180 unidades de desagüe en la tabla 4.5.a. entonces nos ubicamos en 180 unidades de desagüe seleccionando un diámetro de 4 pulgadas. Ver figura 6.3.4.a.

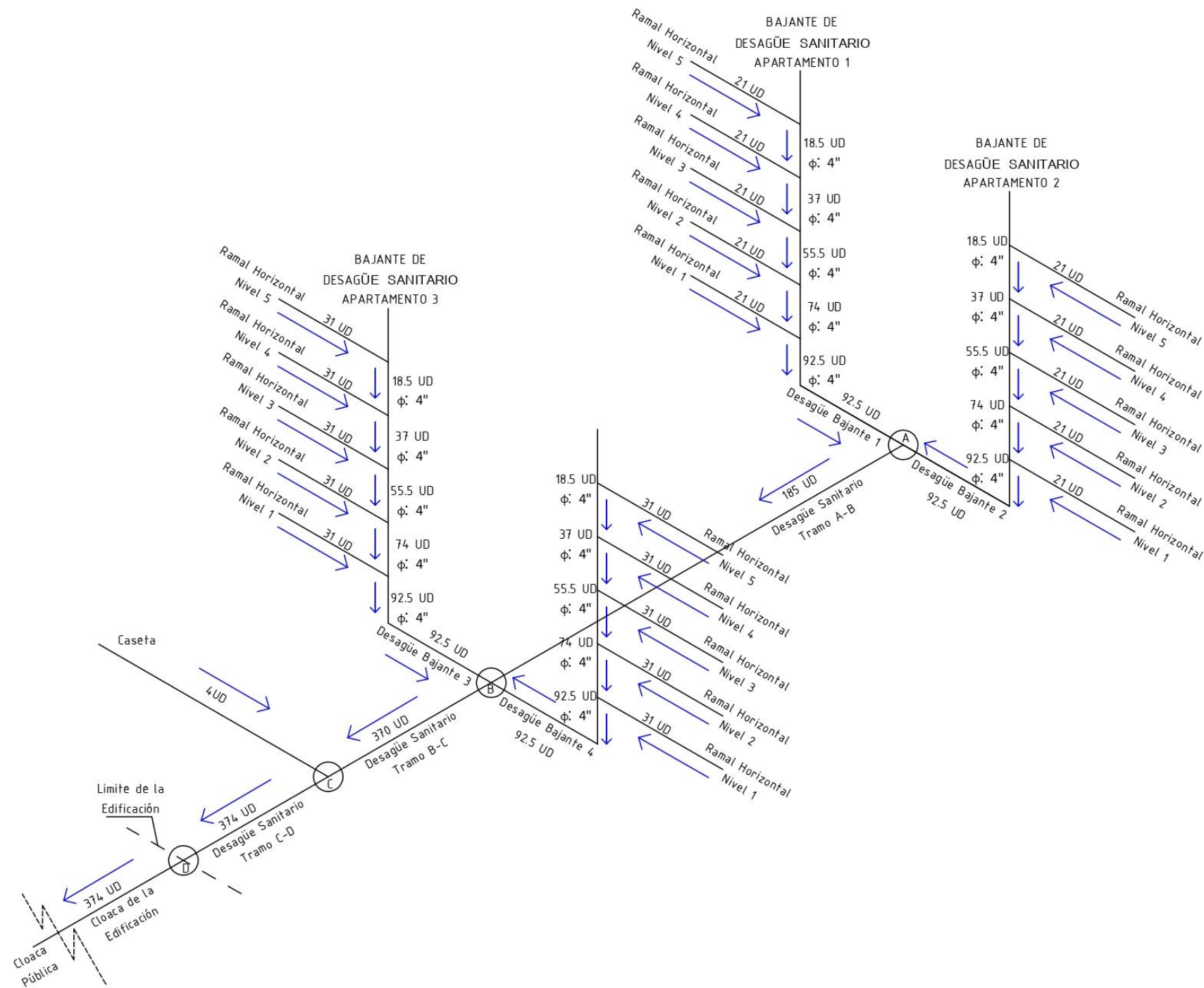
Figura 6.3.4.a. Selección de diámetro de tuberías de desagüe propias de cada bajante.

DIÁMETRO DE TUBERÍA (pulgadas)	MÁXIMO NÚMERO DE UNIDADES DE DESAGÜE DE ARTEFACTOS CONECTADOS A CUALQUIER PORCIÓN DEL DESAGÜE DE LA EDIFICACIÓN, INCLUYENDO LOS RAMALES DEL DESAGÜE DE LA EDIFICACIÓN (U.D.)			
	Porcentaje de Pendiente de la Tubería			
	0.5%	1%	2%	4%
1¼	-	-	1	1
1½	-	-	3	3
2	-	-	21	26
2½	-	-	24	31
3	-	36	42	50
4	-	180	216	250
5	-	390	480	575
6	-	700	840	1000
8	1400	1600	1920	2300
10	2500	2900	3500	4200
12	3900	4600	5600	6700
15	7000	8300	10000	12000

Utilizando una pendiente del 1%, se puede seleccionar un diámetro de 4 pulgadas y de esta manera se obtiene continuidad en la dimensión con el diámetro del último intervalo de bajante de desagüe sanitario.

Para el diseño de la tubería principal de desagüe sanitario se considera la cantidad de unidades de desagüe que aporta cada tramo de tubería, tal y como se muestra en la figura 6.3.4.b.

Figura 6.3.4.b. Diseño de tubería de desagüe sanitario de la edificación.



Se comienza con el diseño en el punto “A” con las unidades de desagüe que aportan los apartamentos 1 y 2, usando la tabla 4.5.a. con un total de 185 unidades de desagüe para el primer intervalo. Ver figura 6.3.4.c.

Figura 6.3.4.c. Diseño del intervalo “A-B” de tubería de desagüe sanitario de la edificación.

DIÁMETRO DE TUBERÍA (pulgadas)	MÁXIMO NÚMERO DE UNIDADES DE DESAGÜE DE ARTEFACTOS CONECTADOS A CUALQUIER PORCIÓN DEL DESAGÜE DE LA EDIFICACIÓN, INCLUYENDO LOS RAMALES DEL DESAGÜE DE LA EDIFICACIÓN (U.D.)			
	Porcentaje de Pendiente de la Tubería			
	0.5%	1%	2%	4%
1¼	-	-	1	1
1½	-	-	3	3
2	-	-	21	26
2½	-	-	24	31
3	-	36	42	50
4	-	180	216	250
5	-	390	480	575
6	-	700	840	1000
8	1400	1600	1920	2300
10	2500	2900	3500	4200
12	3900	4600	5600	6700
15	7000	8300	10000	12000

De esta forma se selecciona el diámetro del primer intervalo “A-B” de tubería de desagüe sanitario, el cual será de 5 pulgadas verificando la pendiente del 1% en la tabla del 4.3. Debido a que comercialmente en nuestro medio no se cuenta con tuberías de 5 pulgadas de diámetro, se utiliza entonces 6 pulgadas de diámetro para el tramo “A-B”.

El siguiente intervalo “B-C” estará definido por el total de unidades de desagüe que aportan el intervalo “A-B” y los apartamentos 3 y 4, sumando un total de 370 unidades de desagüe. Ver figura 6.3.4.d.

Figura 6.3.4.d. Diseño del intervalo “B-C” de tubería de desagüe sanitario de la edificación.

DIÁMETRO DE TUBERÍA (pulgadas)	MÁXIMO NÚMERO DE UNIDADES DE DESAGÜE DE ARTEFACTOS CONECTADOS A CUALQUIER PORCIÓN DEL DESAGÜE DE LA EDIFICACIÓN, INCLUYENDO LOS RAMALES DEL DESAGÜE DE LA EDIFICACIÓN (U.D.)			
	Porcentaje de Pendiente de la Tubería			
	0.5%	1%	2%	4%
1¼	-	-	1	1
1½	-	-	3	3
2	-	-	21	26
2½	-	-	24	31
3	-	36	42	50
4	-	180	216	250
5	-	390	480	575
6	-	700	840	1000
8	1400	1600	1920	2300
10	2500	2900	3500	4200
12	3900	4600	5600	6700
15	7000	8300	10000	12000

De esta forma se selecciona el diámetro del intervalo “B-C” de tubería de desagüe sanitario, la tabla indica un diámetro de 5 pulgadas al igual que el intervalo anterior, sin embargo, de igual manera el diámetro será de 6 pulgadas verificando la pendiente del 1%.

El siguiente intervalo “C-D” estará definido por el total de unidades de desagüe que aportan el intervalo “B-C”, y los artefactos sanitarios en la caseta de acceso

de la edificación, sumando un total de 374 unidades de desagüe. Ver figura 6.3.4.e.

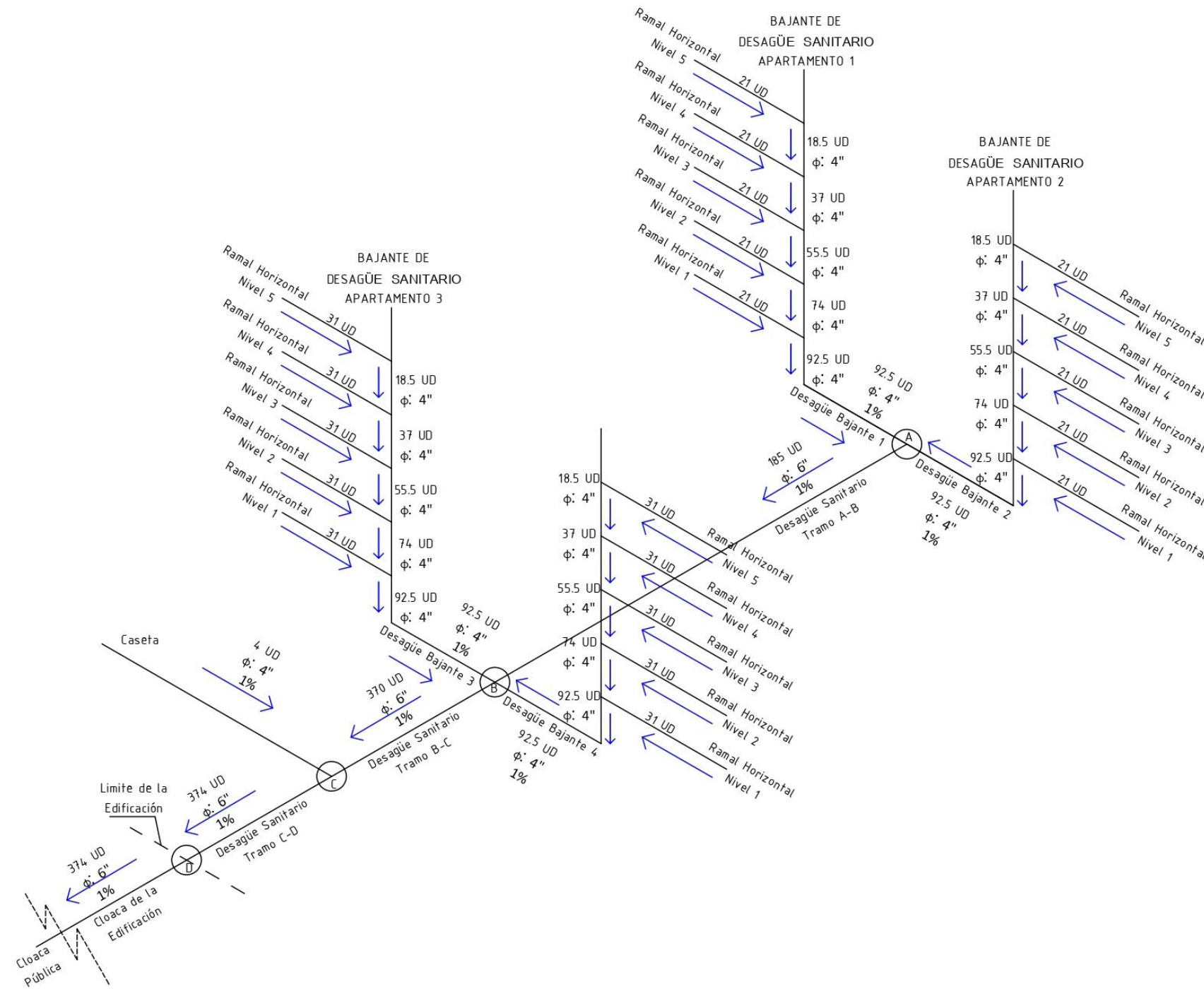
Figura 6.3.4.e. Diseño del intervalo “C-D” de tubería de desagüe sanitario de la edificación.

DIÁMETRO DE TUBERÍA (pulgadas)	MÁXIMO NÚMERO DE UNIDADES DE DESAGÜE DE ARTEFACTOS CONECTADOS A CUALQUIER PORCIÓN DEL DESAGÜE DE LA EDIFICACIÓN, INCLUYENDO LOS RAMALES DEL DESAGÜE DE LA EDIFICACIÓN (U.D.)			
	Porcentaje de Pendiente de la Tubería			
	0.5%	1%	2%	4%
1¼	-	-	1	1
1½	-	-	3	3
2	-	-	21	26
2½	-	-	24	31
3	-	36	42	50
4	-	180	216	250
5	-	390	480	575
6	-	700	840	1000
8	1400	1600	1920	2300
10	2500	2900	3500	4200
12	3900	4600	5600	6700
15	7000	8300	10000	12000

Se procede a diseñar la cloaca de la edificación con el total de unidades de desagüe que llegan al punto “D”, teniendo de forma similar una carga de 374 unidades de desagüe, la tabla nos indica un diámetro de 5 pulgadas, sin embargo, seleccionamos el diámetro de la tubería de 6 pulgadas con una pendiente del 1%, llegando de esta forma al punto de eliminación cloacal.

En la figura 6.3.4.f. se presenta el resumen de los diámetros obtenidos.

Figura 6.3.4.f. Esquema integral de desagüe sanitario.

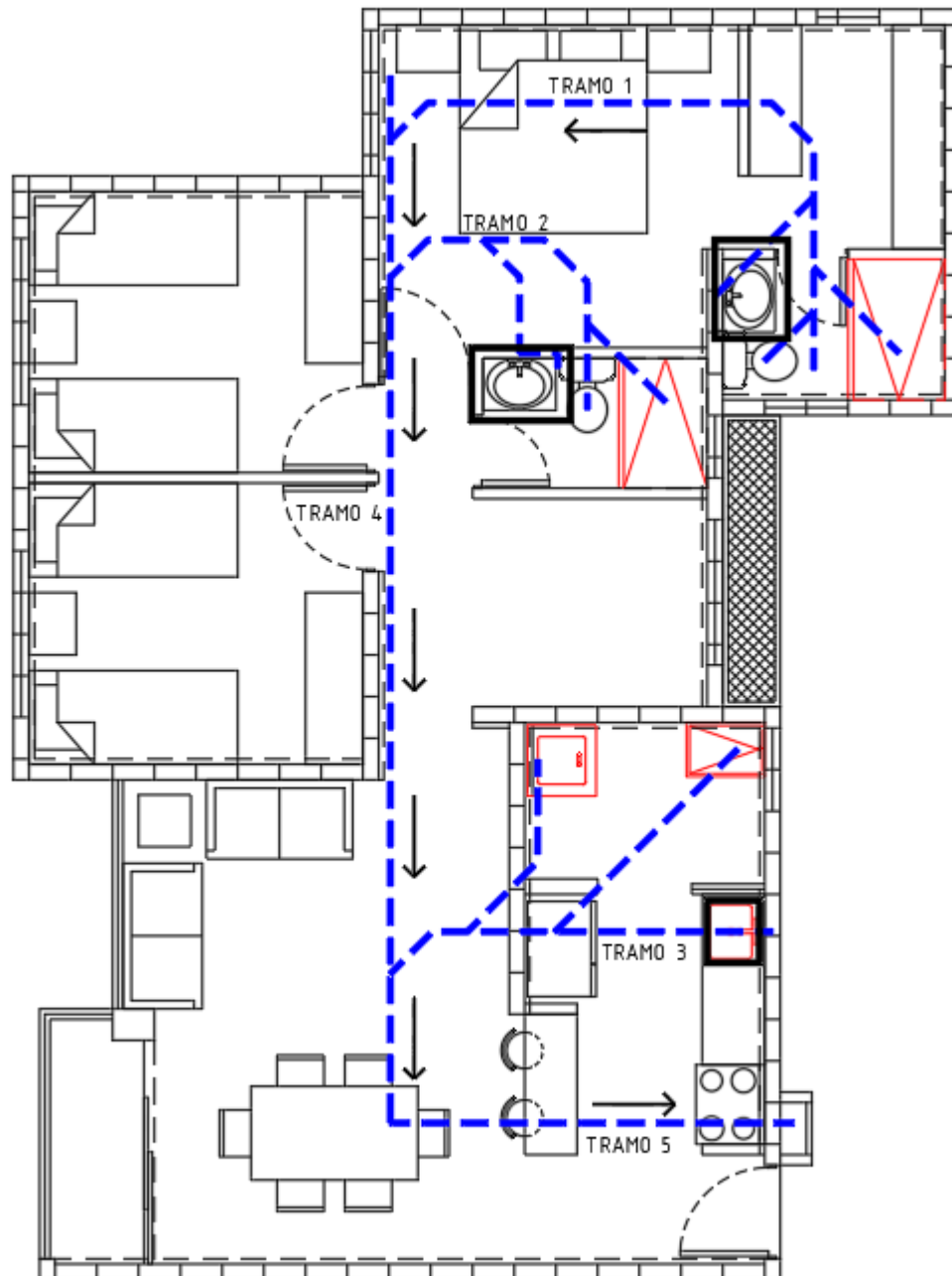


6.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE VENDEO

6.4.1. Identificación de artefactos sanitarios a ventilar.

Para el diseño del sistema de venteo de nuestra edificación, se debe tener clara la estructura de la red de desagüe sanitario, con el objetivo de generar un diseño optimo, en donde se ventilen los puntos necesarios en la red, dicho esto se procede a identificar los artefactos sanitarios a ventilar, tomando como modelo el apartamento 1. Ver figura 6.4.1.a.

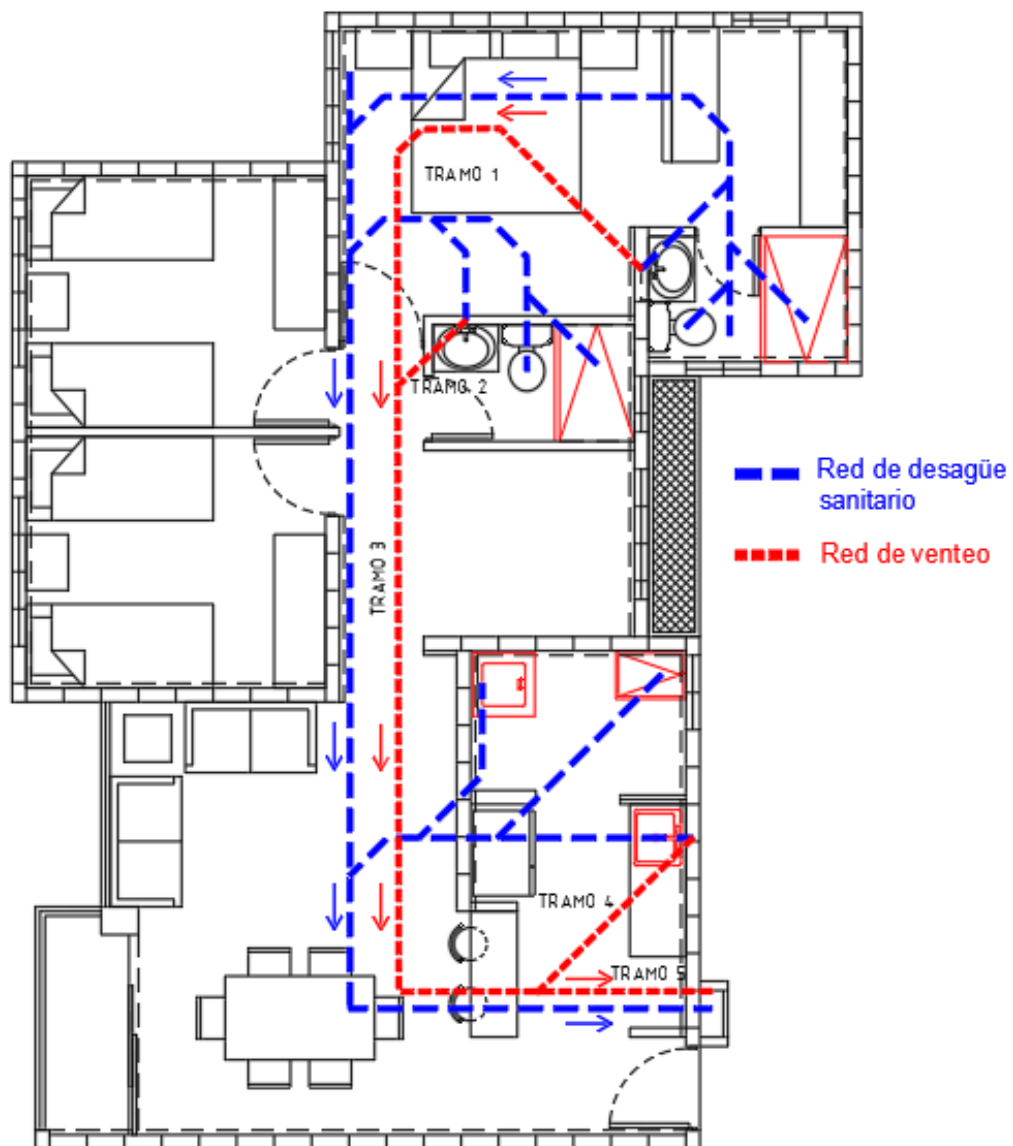
Figura 6.4.1.a. Identificación de artefactos sanitarios a ventilar.



Para la red de venteo se considera el concepto de venteo húmedo de la sección 2.9.2.1. en donde nos dice que el grupo de artefactos que forman un baño privado puede instalarse con el desagüe individualmente ventilado de un lavamanos,

fregadero o pileta sirviendo como venteo húmedo para el resto de los artefactos siempre que no desagüen más de cuatro artefactos. Dicho esto, se seleccionan los lavamanos y fregadero para el venteo húmedo, posteriormente se procede a generar el trazo de la red de venteo por apartamento.

Figura 6.4.1.b. Red de venteo por apartamento

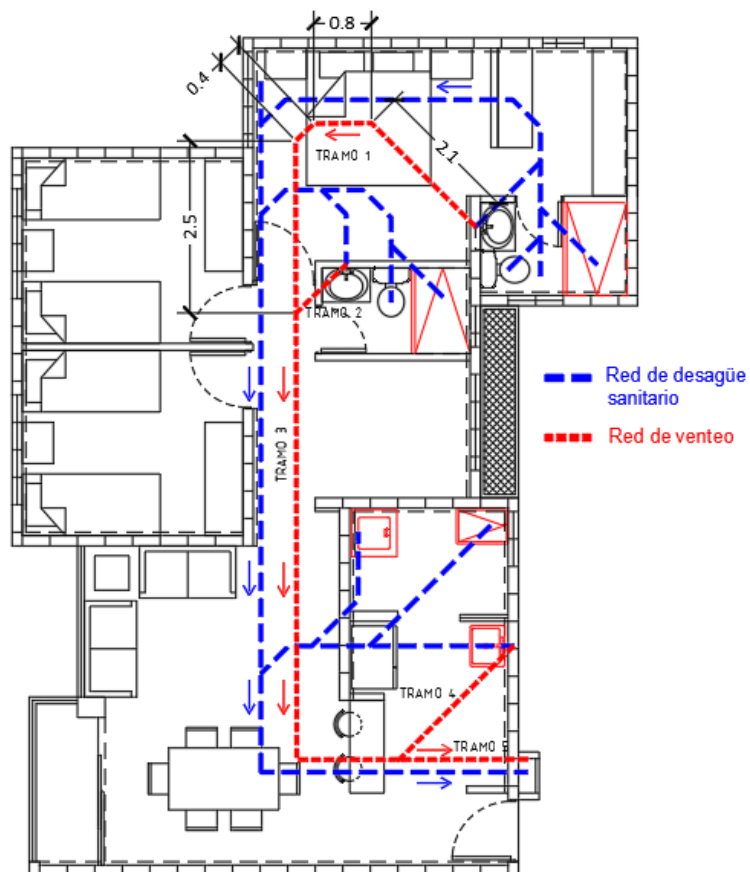


Después de generar el trazo de la red de venteo se procede a seleccionar los diámetros utilizando la tabla 4.7. y tomar en cuenta los siguientes factores:

- Diámetro de la tubería de desagüe sanitario (pulgadas).
- Total de unidades de desagüe.
- Máximo desarrollo longitudinal para el venteo (metros).

La red de venteo de la figura 6.4.1.b. está conformada por tres tramos, entonces se debe iniciar con el diseño de la red de venteo del tramo 1. Ver figura 6.4.1.c.

Figura 6.4.1.c. Diseño de red de venteo por apartamento, tramo 1.



La figura 6.4.1.c. nos indica que el tramo tiene un desarrollo longitudinal de 5.80 metros, en el cual se ventila un lavamanos una ducha y un inodoro, teniendo un total de 7 unidades de desagüe y una tubería de desagüe sanitario de 4 pulgadas de acuerdo a la información obtenida 6.3.1.

Conociendo los valores mencionados se procede a seleccionar el diámetro del tramo 1 de la red de venteo. Ver figura 6.4.1.d.

Figura 6.4.1.d. Selección de diámetro de tubería de venteo tramo 1.

Diámetro de la tubería de desagüe sanitario (pulgadas)	TOTAL DE UNIDADES DE DESAGÜE	DIÁMETRO DEL VENTEO (Pulgadas)										
		MÁXIMO DESARROLLO LONGITUDINAL PARA EL VENTEO (metros)										
		1¼	1½	2	2½	3	4	5	6	8	10	12
1¼	2	9.00										
1½	8	15.20	45.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1½	10	9.00	30.50									
2	12	9.00	22.80	60.00								
2	20	7.90	15.20	45.70		-	-	-	-	-	-	-
2½	42		9.00	30.50	91.00							
3	10		12.80	45.70	110.00	315.00						
3	21	-	9.75	33.50	82.00	245.00	-	-	-	-	-	-
3	53		8.20	28.50	70.00	205.00						
3	102		7.60	25.00	64.00	190.00						
4	43	-		10.65	25.00	76.00	300.00	-	-	-	-	-
4	140			8.20	20.00	60.00	230.00					
4	320			7.00	16.00	50.00	195.00					
4	540	-	-	6.40	15.00	45.00	175.00	-	-	-	-	-
5	190				8.50	25.00	95.00	300.00				

Se selecciona un diámetro de 2 pulgadas para el primer tramo de la red del sistema de venteo por apartamento, se procede a seleccionar el diámetro del tramo 2 de la red de venteo del apartamento. Ver figura 6.4.1.e.

total de 14 unidades de desagüe y una tubería de desagüe sanitario de 4 pulgadas de acuerdo a la información obtenida 6.3.1.

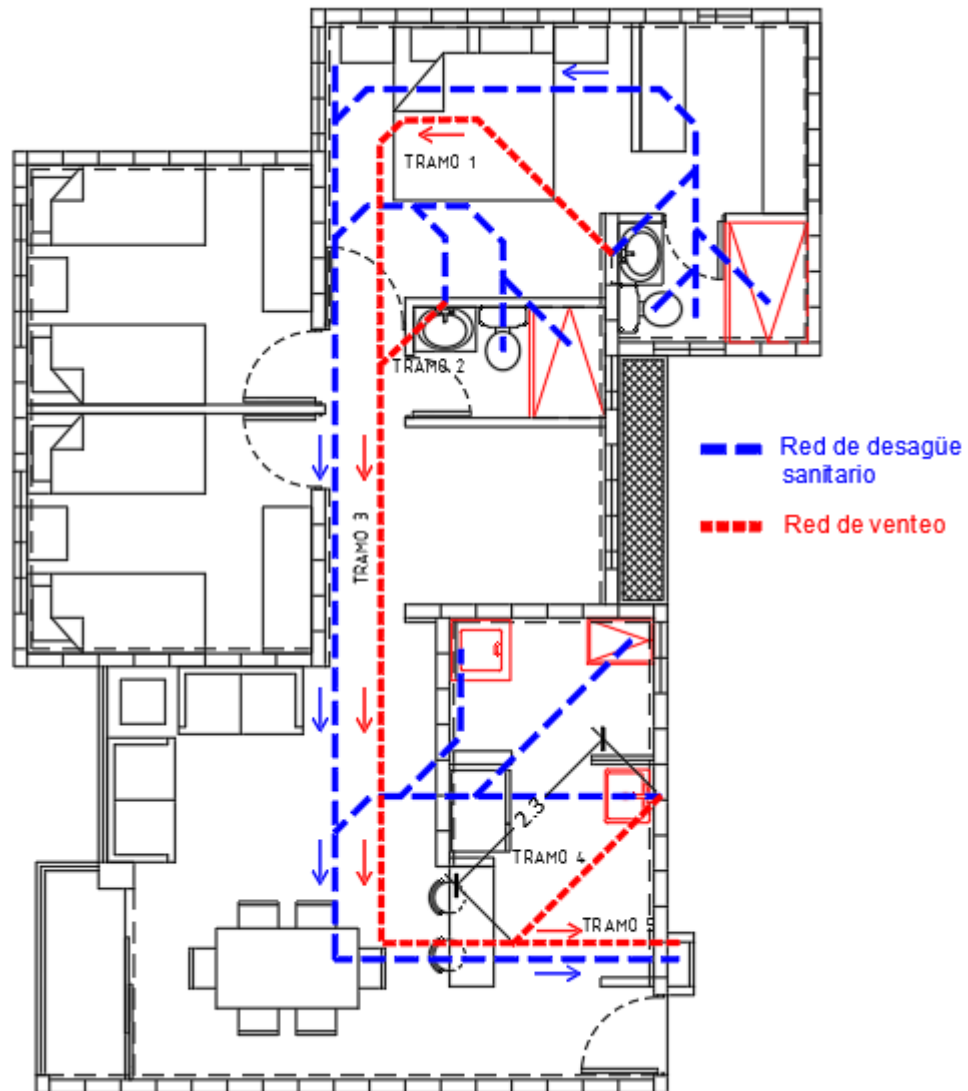
Conociendo los valores mencionados se procede a seleccionar el diámetro del tramo 3 de la red de venteo. Ver figura 6.4.1.g.

Figura 6.4.1.g. Selección de diámetro de tubería de venteo tramo 3.

Diámetro de la tubería de desagüe sanitario (pulgadas)	TOTAL DE UNIDADES DE DESAGÜE	DIÁMETRO DEL VENDEO (Pulgadas)										
		MÁXIMO DESARROLLO LONGITUDINAL PARA EL VENDEO (metros)										
		1¼	1½	2	2½	3	4	5	6	8	10	12
1¼	2	9.00										
1½	8	15.20	45.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1½	10	9.00	30.50									
2	12	9.00	22.80	60.00								
2	20	7.90	15.20	45.70		-	-	-	-	-	-	-
2½	42		9.00	30.50	91.00							
3	10		12.80	45.70	110.00	315.00						
3	21	-	9.75	33.50	82.00	245.00	-	-	-	-	-	-
3	53		8.20	28.50	70.00	205.00						
3	102		7.60	25.00	64.00	190.00						
4	43	-		10.65	25.00	76.00	300.00	-	-	-	-	-
4	140			8.20	20.00	60.00	230.00					
4	320			7.00	16.00	50.00	195.00					
4	540	-	-	6.40	15.00	45.00	175.00		-	-	-	-
5	190				8.50	25.00	95.00	300.00				

Se selecciona un diámetro de 2 pulgadas para el tramo 3 de la red del sistema de venteo por apartamento, se procede a seleccionar el diámetro del tramo 4 de la red de venteo del apartamento. Ver figura 6.4.1.h

. Figura 6.4.1.h. Diseño de red de venteo por apartamento, tramo 4.



La figura 6.4.1.h. indica que el tramo 4 tiene un desarrollo longitudinal de 2.30 metros, en el cual se ventila una maquina lavadora, un fregadero y una pileta, teniendo un total de 4.5 unidades de desagüe y una tubería de desagüe sanitario de 4 pulgadas de acuerdo a la información obtenida 6.3.1.

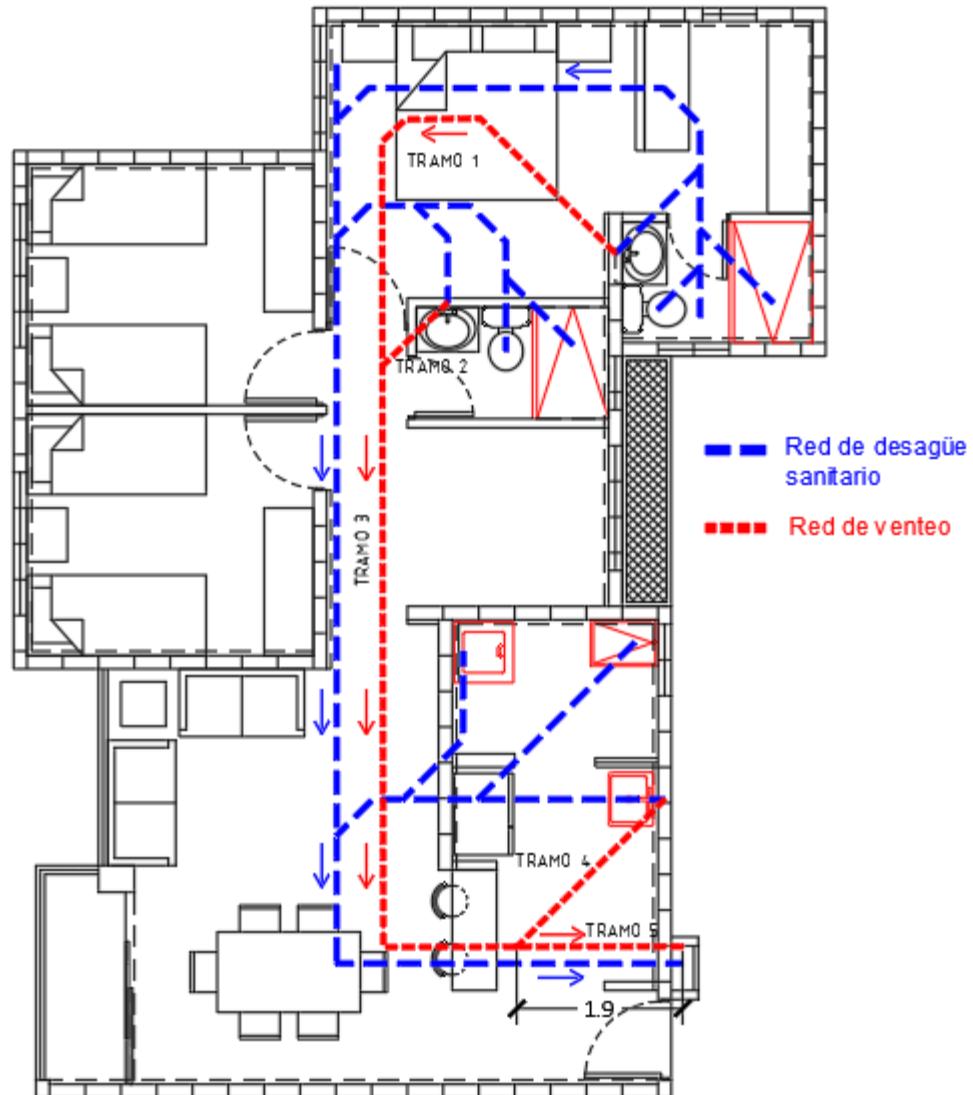
Conociendo los valores mencionados se procede a seleccionar el diámetro del tramo 4 de la red de venteo. Ver figura 6.4.1.i.

Figura 6.4.1.i. Selección de diámetro de tubería de venteo tramo 4.

Diámetro de la tubería de desagüe sanitario (pulgadas)	TOTAL DE UNIDADES DE DESAGÜE	DIÁMETRO DEL VENDEO (Pulgadas)										
		MÁXIMO DESARROLLO LONGITUDINAL PARA EL VENDEO (metros)										
		1¼	1½	2	2½	3	4	5	6	8	10	12
1¼	2	9.00										
1½	8	15.20	45.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1½	10	9.00	30.50									
2	12	9.00	22.80	60.00								
2	20	7.90	15.20	45.70		-	-	-	-	-	-	-
2½	42		9.00	30.50	91.00							
3	10		12.80	45.70	110.00	315.00						
3	21	-	9.75	33.50	82.00	245.00	-	-	-	-	-	-
3	53		8.20	28.50	70.00	205.00						
3	102		7.60	25.00	64.00	190.00						
4	43	-		10.65	25.00	76.00	300.00	-	-	-	-	-
4	140			8.20	20.00	60.00	230.00					
4	320			7.00	16.00	50.00	195.00					
4	540	-	-	6.40	15.00	45.00	175.00	-	-	-	-	-
5	190				8.50	25.00	95.00	300.00				

Se selecciona un diámetro de 2 pulgadas para el tramo 4 de la red del sistema de venteo por apartamento, se procede a seleccionar el diámetro del tramo 5 de la red de venteo del apartamento. Ver figura 6.4.1.j.

. Figura 6.4.1.j. Diseño de red de venteo por apartamento, tramo 5.



La figura 6.4.1.j. indica que el tramo 5 tiene un desarrollo longitudinal de 1.90 metros, en el cual se unen las tuberías de venteo del tramo 3 y 4, teniendo un total de 18.5 unidades de desagüe y una tubería de desagüe sanitario de 4 pulgadas de acuerdo a la información obtenida 6.3.1.

Conociendo los valores mencionados se procede a seleccionar el diámetro del tramo 5 de la red de venteo. Ver figura 6.4.1.k.

Figura 6.4.1.k. Selección de diámetro de tubería de venteo tramo 5.

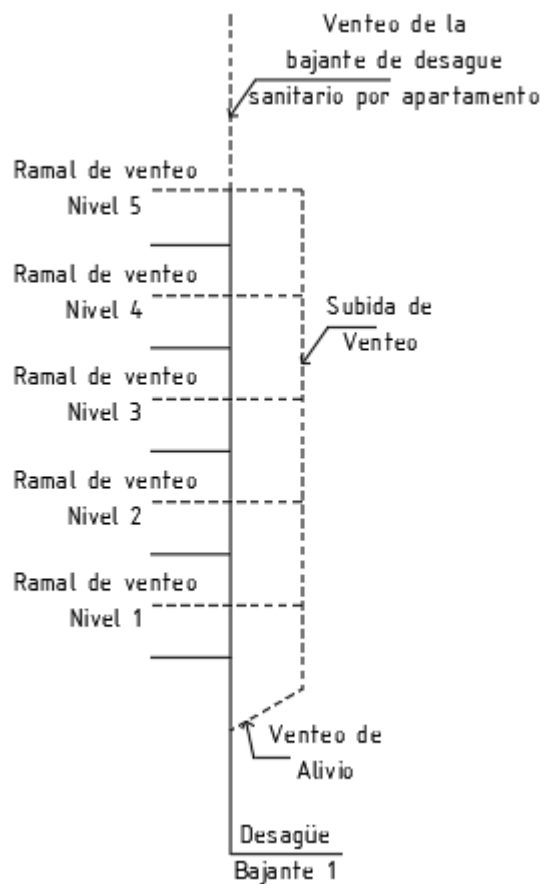
Diámetro de la tubería de desagüe sanitario (pulgadas)	TOTAL DE UNIDADES DE DESAGÜE	DIÁMETRO DEL VENDEO (Pulgadas)										
		MÁXIMO DESARROLLO LONGITUDINAL PARA EL VENDEO (metros)										
		1¼	1½	2	2½	3	4	5	6	8	10	12
1¼	2	9.00										
1½	8	15.20	45.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1½	10	9.00	30.50									
2	12	9.00	22.80	60.00								
2	20	7.90	15.20	45.70								
2½	42		9.00	30.50	91.00							
3	10		12.80	45.70	110.00	315.00						
3	21	-	9.75	33.50	82.00	245.00	-	-	-	-	-	-
3	53		8.20	28.50	70.00	205.00						
3	102		7.60	25.00	64.00	190.00						
4	43	-		10.65	25.00	76.00	300.00	-	-	-	-	-
4	140			8.20	20.00	60.00	230.00					
4	320			7.00	16.00	50.00	195.00					
4	540	-	-	6.40	15.00	45.00	175.00		-	-	-	-
5	190				8.50	25.00	95.00	300.00				

Se selecciona un diámetro de 2 pulgadas para el tramo 5 de la red del sistema de venteo por apartamento.

6.4.2. Diseño de subida de venteo.

Para el diseño de la tubería de subida de venteo es necesario generar un esquema grafico que facilite el diseño del sistema.

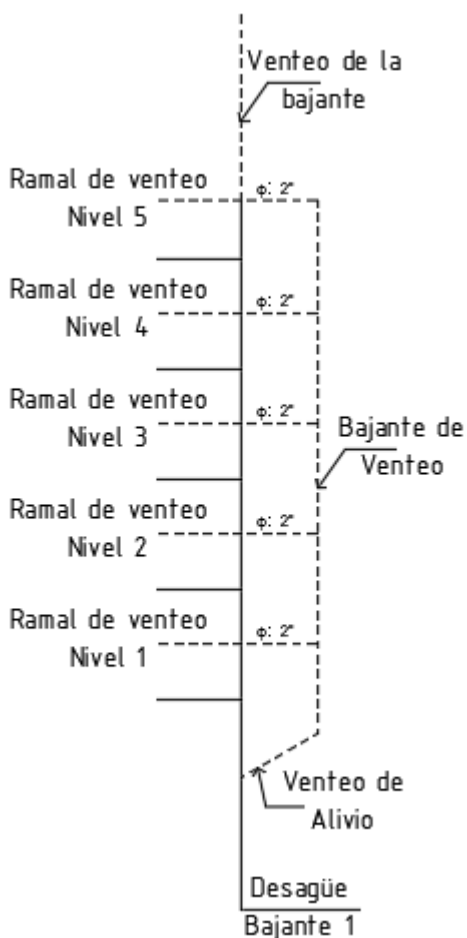
Figura 6.4.2.a. Esquema grafico para el diseño de subidas de venteo.



En la figura 4.6.2.a. se muestra que la bajante de desagüe sanitario debe tener su respectiva subida de venteo, la cual se conecta a los ramales de venteo horizontal de cada nivel.

En la figura 4.6.2.b. se muestran los ramales horizontales con sus respectivos diámetros y contrapendientes los cuales han sido definidos en la sección 6.4.1.

Figura 6.4.2.b. Subida de venteo y venteo de bajante de desagüe sanitario.



Debido a que la edificación contiene 5 niveles, la bajante de venteo se conecta a la bajante de desagüe sanitario por debajo del primer nivel con un venteo de alivio, tal y como se vio en la sección 4.6.2.

Para el dimensionamiento de la tubería de subida de venteo se tiene un máximo desarrollo longitudinal de 14.00 metros, el cual es equivalente a la altura total del edificio que cuenta con 5 niveles de 2.80 metros en cada entrepiso y un total de unidades de desagüe de 18.5 por apartamento, sin embargo, se deben considerar el total de unidades de desagüe que descargan en el quinto y mas bajo intervalo de la bajante de desagüe sanitario, dicho valor se definió en la sección 6.3.3. el cual es de 92.5 unidades de desagüe.

Teniendo los valores definidos se procede a utilizar la tabla 4.7. Ver figura 6.4.2.c.

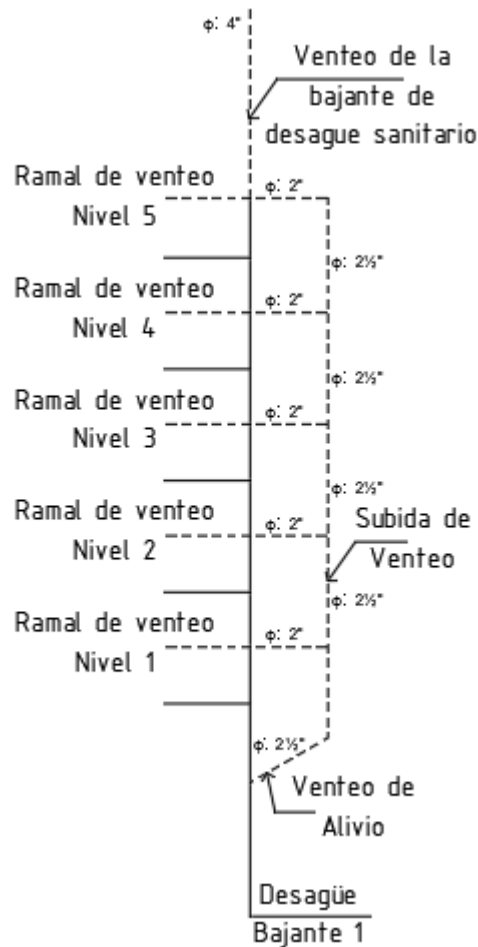
Figura 6.4.2.c. Selección de diámetro de subida de venteo.

Diámetro de la bajante de desagüe sanitario (pulgadas)	TOTAL DE UNIDADES DE DESAGÜE	DIÁMETRO DEL VENTEO (Pulgadas)										
		MÁXIMO DESARROLLO LONGITUDINAL PARA EL VENTEO (metros)										
		1¼	1½	2	2½	3	4	5	6	8	10	12
1¼	2	9.00										
1½	8	15.20	45.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1½	10	9.00	30.50									
2	12	9.00	22.80	60.00								
2	20	7.90	15.20	45.70		-	-	-	-	-	-	-
2½	42		9.00	30.50	91.00							
3	10		12.80	45.70	110.00	315.00						
3	21	-	9.75	33.50	82.00	245.00	-	-	-	-	-	-
3	53		8.20	28.50	70.00	205.00						
3	102		7.60	25.00	64.00	190.00						
4	43	-		10.65	25.00	76.00	300.00	-	-	-	-	-
4	140			8.20	20.00	60.00	230.00					
4	320			7.00	16.00	50.00	195.00					
4	540	-	-	6.40	15.00	45.00	175.00		-	-	-	-
5	190				8.50	25.00	95.00	300.00				

Siendo la tubería de bajante de desagüe sanitario de 4 pulgadas, se debe ubicar en 140 unidades de desagüe y un máximo desarrollo longitudinal de 20.00

metros, se obtiene un diámetro de tubería de venteo de 2½ pulgadas. Ver figura 6.4.2.e.

Figura 6.4.2.e. Subida de venteo y venteo de bajante apartamento 1.



La tubería de venteo de alivio es parte de la tubería de subida de venteo, por lo tanto, su diámetro es de 2½ pulgadas, el venteo de la bajante de desagüe el cual ya se definió debe prolongarse al exterior con el diámetro de la bajante de desagüe sanitario el cual es de 4 pulgadas.

6.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE DESAGÜE PLUVIAL

6.5.1. Cálculo de la intensidad de lluvia de la zona del proyecto.

Para el diseño del sistema de desagüe pluvial, se debe conocer la intensidad de lluvia la cual es la cantidad de agua que cae por unidad de tiempo en un lugar determinado. Esta se mide en milímetros de lluvia sobre minuto y se calcula por medio de las curvas IDF (Intensidad, duración, frecuencia), tal y como se definió en la sección 5.2.

Para el cálculo de la intensidad de lluvia se necesita conocer el periodo de retorno el cual como se especificó en la sección 5.2.2. en El Salvador, de acuerdo a la OPAMSS el periodo de retorno utilizado es de 5 años, al menos que las autoridades indiquen lo contrario.

Con el periodo de retorno, se puede calcular el tiempo de concentración utilizando la fórmula de Kirpich descrita en la sección 5.2.3.

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

En donde:

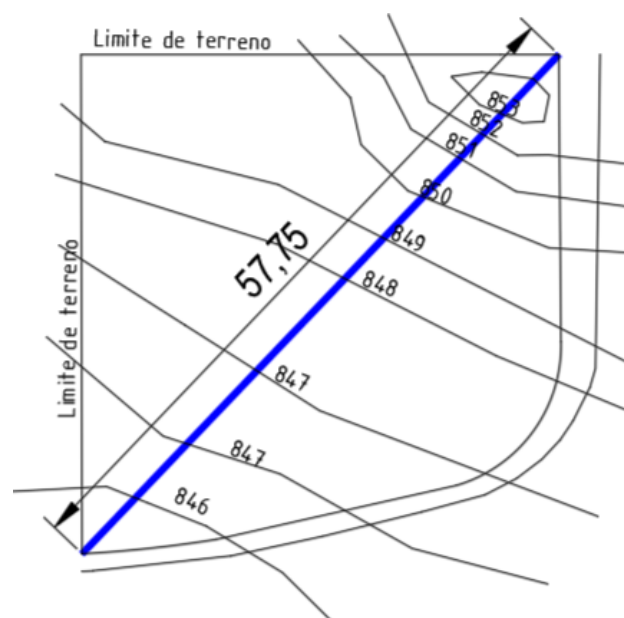
T_c = tiempo de concentración en minutos.

L = longitud desde el punto más lejano hasta el punto de salida de la cuenca, en metros.

S = diferencia de altura entre ambos extremos de la cuenca en metros sobre metros.

Se debe de conocer la topografía y el área del terreno para poder obtener diferencia de altura entre ambos extremos de la cuenca y la longitud desde el punto más lejano hasta el punto de salida de la cuenca, para obtener esos datos citamos la figura 6.5.1.a.

Figura 6.5.1.a. Terreno topográfico del proyecto de edificación.



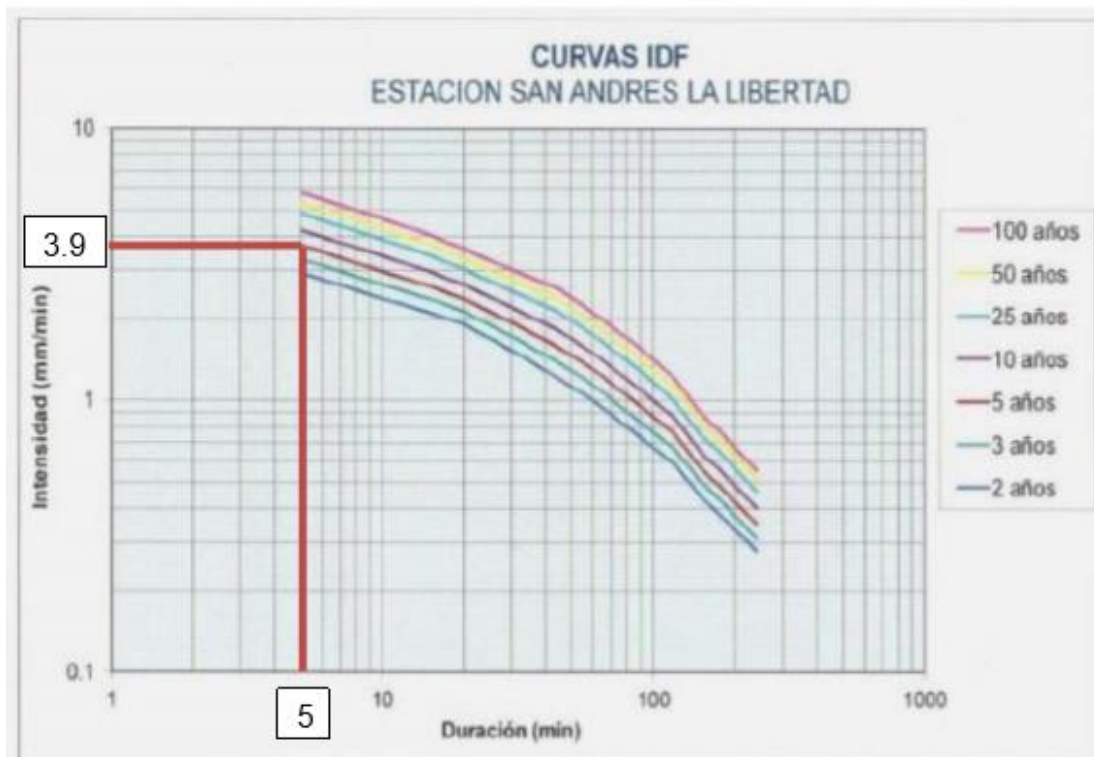
$$T_c = 0.066 \left(\frac{57.75}{\sqrt{853 - 846}} \right)^{0.77}$$

$$T_c = 0.066 \left(\frac{57.75}{\sqrt{7}} \right)^{0.77}$$

$$T_c = 0.71 \text{ minutos}$$

Debido a que el tiempo de concentración es menor a 5 minutos se toma un valor de 5 minutos de acuerdo a lo indicado por la OPAMSS. Con el tiempo de concentración se utiliza la gráfica de curvas IDF correspondiente al proyecto para calcular la intensidad de lluvia en la zona del proyecto.

Figura 6.5.1.b. Calculo de la intensidad de lluvia en la zona de proyecto

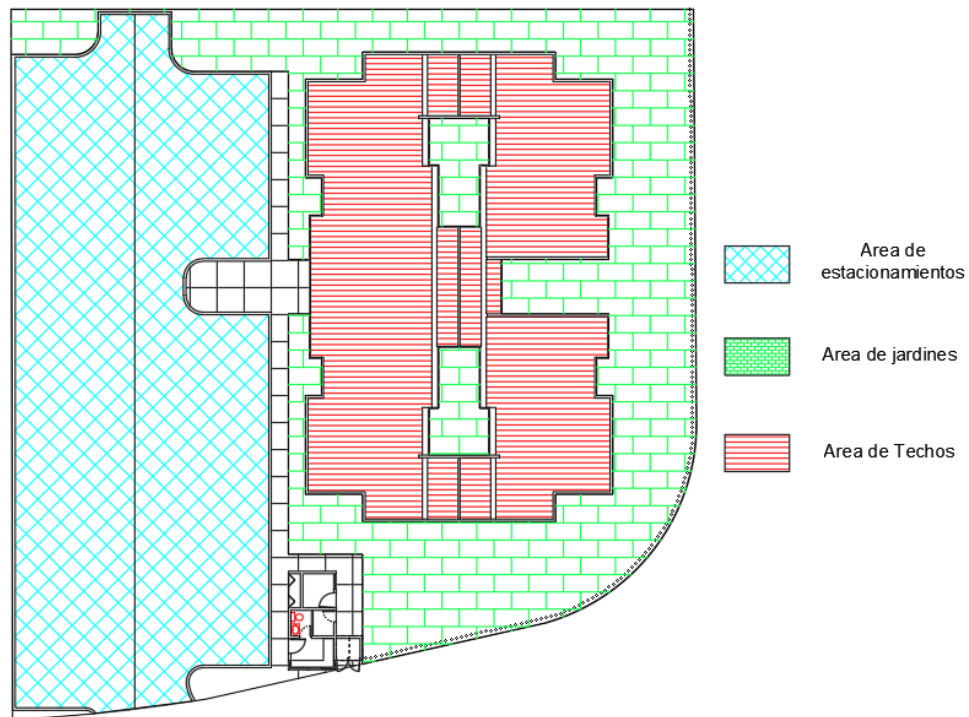


De acuerdo a los resultados de la gráfica, la intensidad de lluvia en la zona del proyecto es de 3.90 milímetros de lluvia por minuto.

6.5.2. Calculo de áreas de aportación del proyecto.

Se debe de identificar las áreas que aportan caudal para el desagüe pluvial, para identificar tales áreas. Ver figura 6.5.2.a.

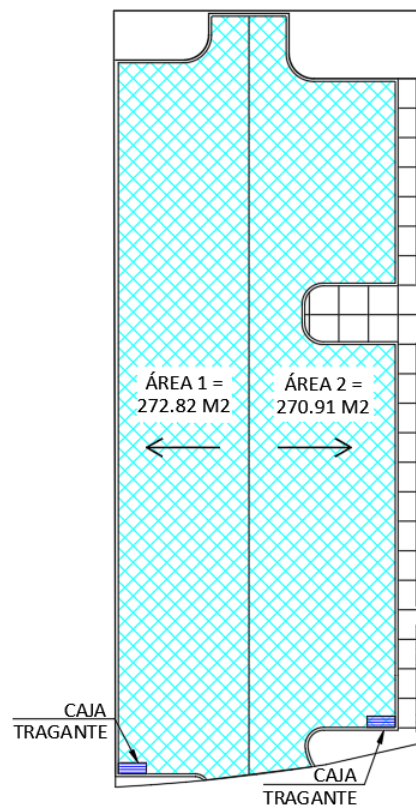
Figura 6.5.2.a. Distribución de áreas permeables en un proyecto de edificación



Se observan en la figura 6.5.2.a. las áreas de estacionamientos, jardines y techos, cada una de estas debe ser distribuidas de tal forma que tengan un área de influencia específica.

Para el área de estacionamiento se cuenta con dos áreas de influencia que distribuyen el caudal de escorrentía de la siguiente manera.

Figura 6.5.2.b. Áreas de influencia en estacionamiento.



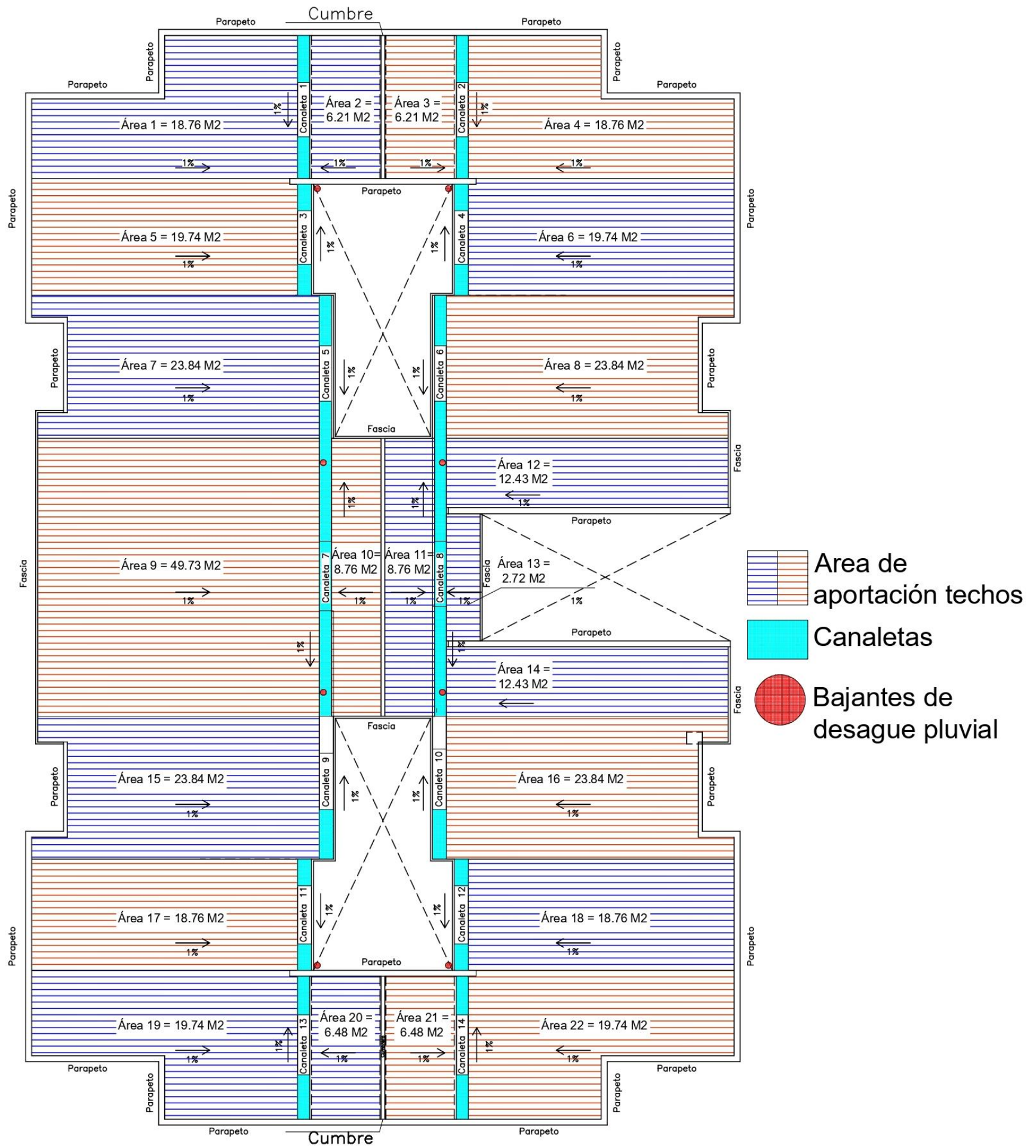
Para el área de jardines se tiene una configuración de áreas de influencia, de tal forma que un área verde siempre aportara a una caja tragante en específico. Ver figura 6.5.2.c.

Figura 6.5.2.c. Áreas de influencia en jardines.



Para el área de techos se debe de identificar la cumbre del edificio para poder distribuir las canaletas de techo, e identificar las áreas de importación hacia cada canaleta. Ver figura 6.5.2.d.

Figura 6.5.2.d. Áreas de influencia en techos.



6.5.3. Cálculo del caudal de desagüe pluvial del proyecto.

Con el valor de intensidad de lluvia y una distribución clara de áreas de influencia se procede a calcular el caudal de desagüe pluvial del proyecto por medio de la fórmula racional para unidades del sistema internacional como se definió en la sección 5.3.1.

$$Q = \frac{168 \times C \times I \times A}{10000}$$

En donde:

Q = Caudal en litros por segundo.

C = Coeficiente de escurrimiento, valor adimensional.

I = Intensidad de lluvia en milímetros de lluvia sobre minutos.

A = área de influencia en metros cuadrados.

Para el cálculo de caudal del caudal de desagüe pluvial en las áreas de estacionamiento seleccionamos el coeficiente de escurrimiento de la tabla 5.3.1.1. se utiliza tal y como se indica en la figura 6.5.3.a.

Figura 6.5.3.a. Selección de coeficiente de escurrimiento en área de estacionamiento.

Tipo de superficie	Coeficiente de escurrimiento	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0.70	0.95
Residencial alta densidad	0.65	0.80
Residencial media densidad	0.40	0.60
Residencial baja densidad	0.30	0.50
Industrial más del 70% impermeable	0.60	0.90
Industrial hasta del 30% impermeable	0.50	0.80
Parqueos y cementerios	0.10	0.25
Parqueos de concreto	0.70	0.95
Parqueos asfalto	0.80	0.95
Áreas peatonales	0.75	0.85
Techos	0.75	0.95
Jardines	0.10	0.30

Para las áreas de estacionamiento seleccionamos el factor de escurrimiento máximo de 0.95, ahora se procede a calcular el caudal para las áreas de influencia con la formula racional.

$$Q_1 = \frac{168 \times C \times I \times A_1}{10000}$$

$$Q_1 = \frac{168 \times 0.95 \times 3.90 \times 272.82}{10000}$$

$$Q_1 = 16.98 \text{ l/s}$$

Tenemos el caudal de desagüe pluvial del área 1 de influencia de estacionamiento y de la misma forma calculamos para el área 2.

Tabla 6.5.3.a. Caudal de desagüe pluvial en áreas de estacionamiento.

Estacionamiento			
No.	Área (m ²)	Coefficiente de escurrimiento	Caudal (l/s)
1	272.82	0.95	16.98
2	270.91	0.95	16.86
Total (l/s)			33.84

Para el cálculo de caudal del caudal de desagüe pluvial en las áreas de jardín se selecciona el coeficiente de escurrimiento tal y como se indica en la figura 6.5.3.2.

Figura 6.5.3.b. Selección de coeficiente de escurrimiento en área de jardín.

Tipo de superficie	Coeficiente de escurrimiento	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0.70	0.95
Residencial alta densidad	0.65	0.80
Residencial media densidad	0.40	0.60
Residencial baja densidad	0.30	0.50
Industrial más del 70% impermeable	0.60	0.90
Industrial hasta del 30% impermeable	0.50	0.80
Parqueos y cementerios	0.10	0.25
Parqueos de concreto	0.70	0.95
Parqueos asfalto	0.80	0.95
Áreas peatonales	0.75	0.85
Techos	0.75	0.95
Jardines	0.10	0.30

Para las áreas de jardín seleccionamos el factor de escurrimiento máximo de 0.30.

$$Q_1 = \frac{168 \times C \times I \times A_1}{10000}$$

$$Q_1 = \frac{168 \times 0.30 \times 3.90 \times 83.67}{10000}$$

$$Q_1 = 1.64 \text{ l/s}$$

Se tiene el caudal de desagüe pluvial del área 1 de influencia de jardín y de la misma forma calculamos para las demás áreas.

Tabla 6.5.3.b. Caudal de desagüe pluvial en áreas de jardín.

Jardín			
No.	Área (m ²)	Coefficiente de escurrimiento	Caudal (l/s)
1	83.67	0.30	1.64
2	87.70	0.30	1.72
3	81.92	0.30	1.61
4	81.92	0.30	1.61
5	84.67	0.30	1.66
6	18.27	0.30	0.36
7	18.27	0.30	0.36
Total (l/s)			8.97

Para el cálculo de caudal del caudal de desagüe pluvial en las áreas de techo se selecciona el coeficiente de escurrimiento tal y como se indica en la figura 6.5.3.c.

Figura 6.5.3.c. Selección de coeficiente de escurrimiento en área de techo.

Tipo de superficie	Coeficiente de escurrimiento	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0.70	0.95
Residencial alta densidad	0.65	0.80
Residencial media densidad	0.40	0.60
Residencial baja densidad	0.30	0.50
Industrial más del 70% impermeable	0.60	0.90
Industrial hasta del 30% impermeable	0.50	0.80
Parqueos y cementerios	0.10	0.25
Parqueos de concreto	0.70	0.95
Parqueos asfalto	0.80	0.95
Áreas peatonales	0.75	0.85
Techos	0.75	0.95
Jardines	0.10	0.30

Para las áreas de techo se selecciona el factor de escurrimiento máximo de 0.95, y se procede a calcular el caudal para las áreas de influencia con la fórmula racional.

$$Q_1 = \frac{168 \times C \times I \times A_1 + A_2}{10000}$$

$$Q_1 = \frac{168 \times 0.95 \times 3.90 \times (18.76 + 6.48)}{10000}$$

$$Q_1 = 1.57 \text{ l/s}$$

Se tiene el caudal de desagüe pluvial del área 1 de influencia de techos y de la misma forma se debe de calcular para las demás áreas.

Tabla 6.5.3.c. Caudal de desagüe pluvial en áreas de techo.

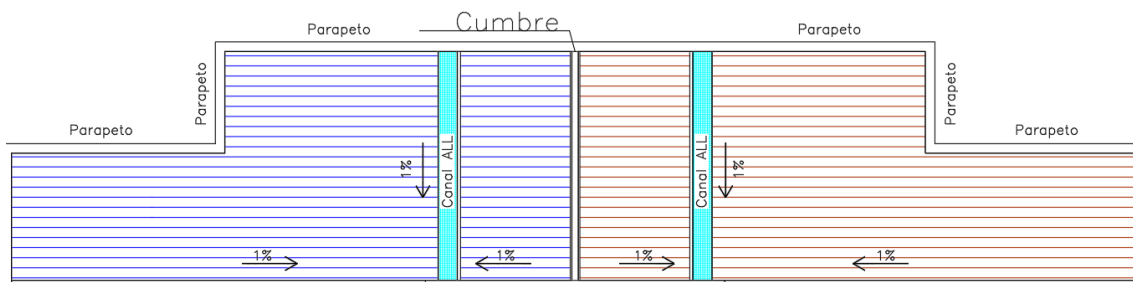
Techo			
No.	Área (m ²)	Coefficiente de escurrimiento	Caudal (l/s)
1	25.24	0.95	1.57
2	25.24	0.95	1.57
3	19.74	0.95	1.23
4	19.74	0.95	1.23
5	23.84	0.95	1.48
6	23.84	0.95	1.48
7	58.49	0.95	3.64
8	36.34	0.95	2.26
9	23.84	0.95	1.48
10	23.84	0.95	1.48
11	18.76	0.95	1.17
12	18.76	0.95	1.17
13	26.22	0.95	1.63
14	26.22	0.95	1.63
Total (l/s)			23.04

6.5.4. Diseño de canaletas de techo.

De acuerdo como se definió en la sección 5.4.2 las canaletas de techo se diseñan de acuerdo a la intensidad de lluvia y a las áreas de influencia que aporten a ellas mismas. En la figura 6.5.2.d. se pudo observar la distribución de canaletas del proyecto.

En la figura 6.5.4.a. se muestran las áreas 1 y 2 las cuales tendrán pendiente del 1%.

Figura 6.5.4.a. Diseño de canaleta área 1 y 2.



Área 1 = 25.24 M²

Área 2 = 25.24 M²

Para la selección del diámetro de las canaletas de techo utilizamos la tabla 5.4.2.

Ver figura 6.5.4.b.

Figura 6.5.4.b. Selección de diámetro de canaleta área 1 y 2.

Diámetro de las canaletas (pulgadas)	AREA DE TECHO PROYECTADA HORIZONTALMENTE (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
Pendiente del 0.5%						
3	63.3	31.6	21	15.8	12.7	10.5
4	134	67	44.7	33.5	26.8	22.3
5	232.6	116.3	77.6	58.1	46.5	38.7
6	357.2	178.6	119.1	89.3	71.4	59.5
7	513.5	256.7	171.2	128.4	102.3	85.4
8	740.5	370.2	247	185.1	147.9	123.3
10	1339.6	669.8	446.5	334.9	267.9	223.3
Pendiente del 1%						
3	89.3	44.7	29.8	22.3	17.9	14.9
4	189.8	94.9	63.4	47.4	38	31.6
5	327.4	163.7	109	81.9	65.5	54.6
6	506.1	253	168.8	126.5	100.9	84.2
7	725.6	362.8	241.9	181.4	145.1	120.9
8	1041.9	520.9	347.9	260.5	208.4	174
10	1897.7	948.9	632.6	474.4	379.5	316.3

La intensidad de lluvia del área del proyecto es de 3.90 milímetros por minuto aunque para la selección del diámetro de las canaletas de techo se utiliza una intensidad de lluvia de 2.50 milímetros por minuto debido a que es el dato más desfavorable de la tabla.

De la misma forma se selecciona el diámetro de las canaletas de las demás áreas de influencia.

Tabla 6.5.4.a. Diámetros de canaletas de techo.

No.	Área (m ²)	Diámetro de canaleta (pulgadas)
1	25.24	4
2	25.24	4
3	19.74	4
4	19.74	4
5	23.84	4
6	23.84	4
7	58.49	6
8	36.34	5
9	23.84	4
10	23.84	4
11	18.76	4
12	18.76	4
13	26.22	4
14	26.22	4

6.5.5. Diseño de bajantes de desagüe pluvial.

Para el diseño de las bajantes de desagüe pluvial se deben considerar las áreas de influencia de techo y la intensidad de lluvia de la zona del proyecto como se definió en la sección 5.4.3. Para la selección del diámetro de las bajantes de desagüe pluvial utilizamos la tabla 5.4.3.a. en donde necesitamos utilizar la intensidad de lluvia en la zona de proyecto y el área de influencia de cada bajante. Ver figura 6.5.5.a.

Figura 6.5.5.a. Áreas de bajantes de desagüe pluvial 1 y 2.

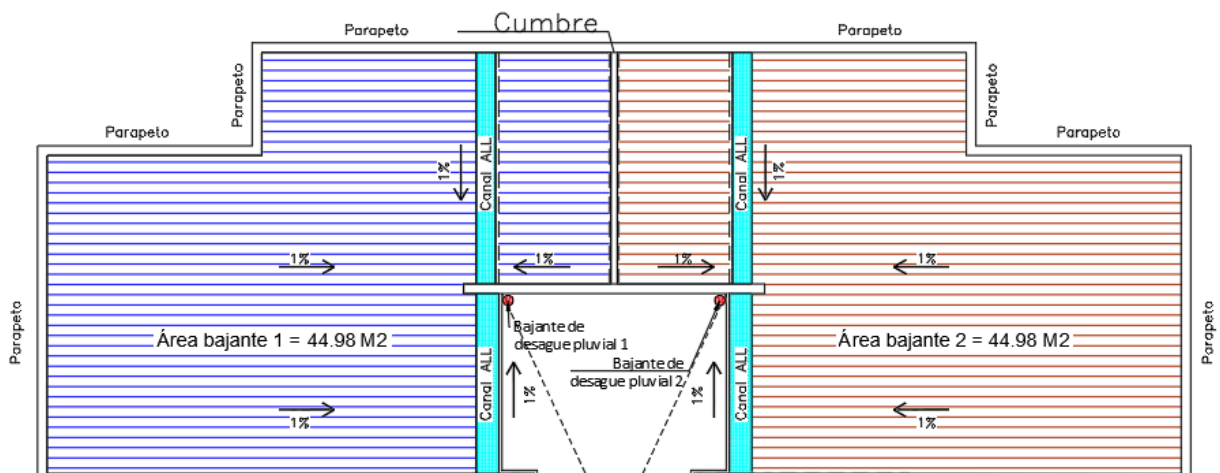


Figura 6.5.5.b. selección de diámetro de bajantes de desagüe pluvial 1 y 2.

Diámetro del tubo de bajada (pulgadas)	Área de techo proyectada horizontalmente (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
2	267.9	134	89.3	67	53.5	44.7
3	818.6	409.3	272.6	204.7	163.7	136.7
4	1711.7	855.8	570.2	427.9	342.3	285.6
5	3218.7	1609.3	1072.6	804.7	643.7	536.3
6	5023.4	2511.7	1674	1255.8	1004.7	837.2
8	10790.9	5395.5	3596.3	2697.7	2158.2	1796.8
Diámetro del tubo de bajada (pulgadas)	Área de techo proyectada horizontalmente (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	3	3.4	3.8	4.2	4.7	5.1
2	38.1	33.5	29.8	27	24.2	22.3
3	117.2	102.3	91.2	81.9	74.4	67.9
4	244.7	214	190.2	171.2	155.8	142.3
5	460	402.3	357.7	321.9	292.6	267.9
6	717.7	627.9	558.2	502.3	456.8	418.6
8	1541.4	1348.9	1199.1	1079.1	980.9	893

De esta manera se seleccionan los diámetros de bajante de desagüe pluvial, en el caso de las bajantes 1 y 2 seleccionamos un diámetro de 3 pulgadas de acuerdo a la tabla 5.4.3.a. se procede a obtener el diámetro de las bajantes de desagüe pluvial 3 y 4, ver figura 6.5.5.c.

Figura 6.5.5.c. Áreas de bajantes de desagüe pluvial 3 y 4.

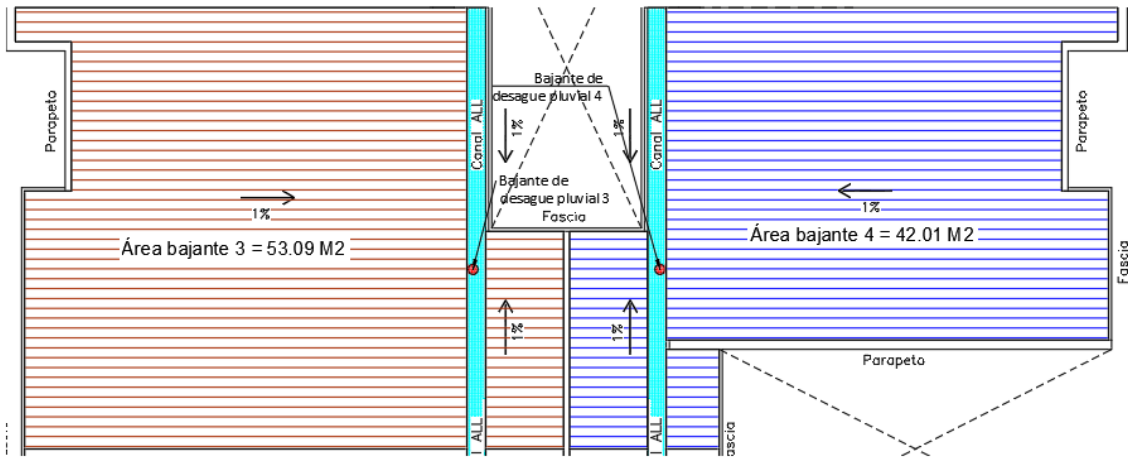


Figura 6.5.5.d. Selección de diámetro de bajantes de desagüe pluvial 3 y 4.

Diámetro del tubo de bajada (pulgadas)	Área de techo proyectada horizontalmente (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
2	267.9	134	89.3	67	53.5	44.7
3	818.6	409.3	272.6	204.7	163.7	136.7
4	1711.7	855.8	570.2	427.9	342.3	285.6
5	3218.7	1609.3	1072.6	804.7	643.7	536.3
6	5023.4	2511.7	1674	1255.8	1004.7	837.2
8	10790.9	5395.5	3596.3	2697.7	2158.2	1796.8

Diámetro del tubo de bajada (pulgadas)	Área de techo proyectada horizontalmente (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	3	3.4	3.8	4.2	4.7	5.1
2	38.1	33.5	29.8	27	24.2	22.3
3	117.2	102.3	91.2	81.9	74.4	67.9
4	244.7	214	190.2	171.2	155.8	142.3
5	460	402.3	357.7	321.9	292.6	267.9
6	717.7	627.9	558.2	502.3	456.8	418.6
8	1541.4	1348.9	1199.1	1079.1	980.9	893

Figura 6.5.5.e. Áreas de bajantes de desagüe pluvial 5 y 6.

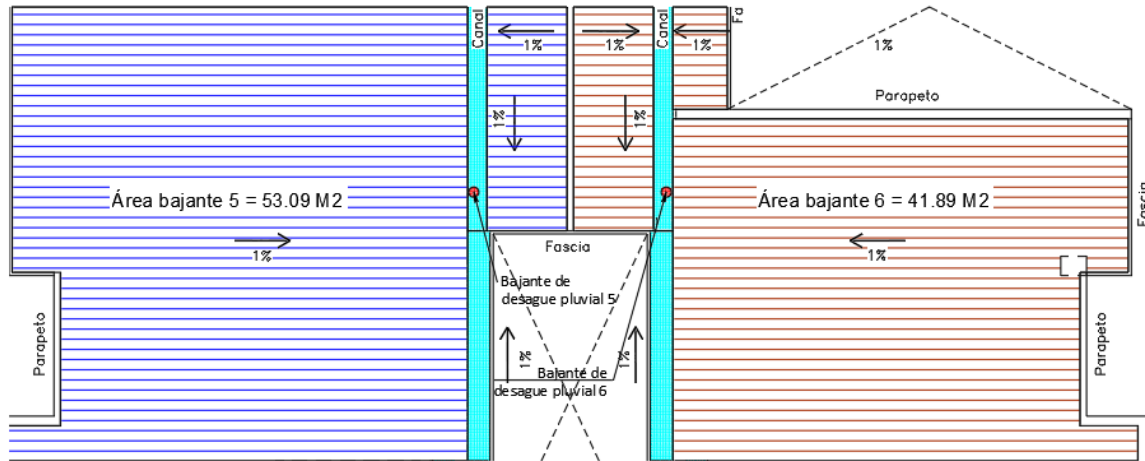


Figura 6.5.5.f. selección de diámetro de bajantes de desagüe pluvial 5 y 6.

Diámetro del tubo de bajada (pulgadas)	Área de techo proyectada horizontalmente (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
2	267.9	134	89.3	67	53.5	44.7
3	818.6	409.3	272.6	204.7	163.7	136.7
4	1711.7	855.8	570.2	427.9	342.3	285.6
5	3218.7	1609.3	1072.6	804.7	643.7	536.3
6	5023.4	2511.7	1674	1255.8	1004.7	837.2
8	10790.9	5395.5	3596.3	2697.7	2158.2	1796.8
Diámetro del tubo de bajada (pulgadas)	Área de techo proyectada horizontalmente (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	3	3.4	3.8	4.2	4.7	5.1
2	38.1	33.5	29.8	27	24.2	22.3
3	117.2	102.3	91.2	81.9	74.4	67.9
4	244.7	214	190.2	171.2	155.8	142.3
5	460	402.3	357.7	321.9	292.6	267.9
6	717.7	627.9	558.2	502.3	456.8	418.6
8	1541.4	1348.9	1199.1	1079.1	980.9	893

Figura 6.5.5.g. Áreas de bajantes de desagüe pluvial 7 y 8.

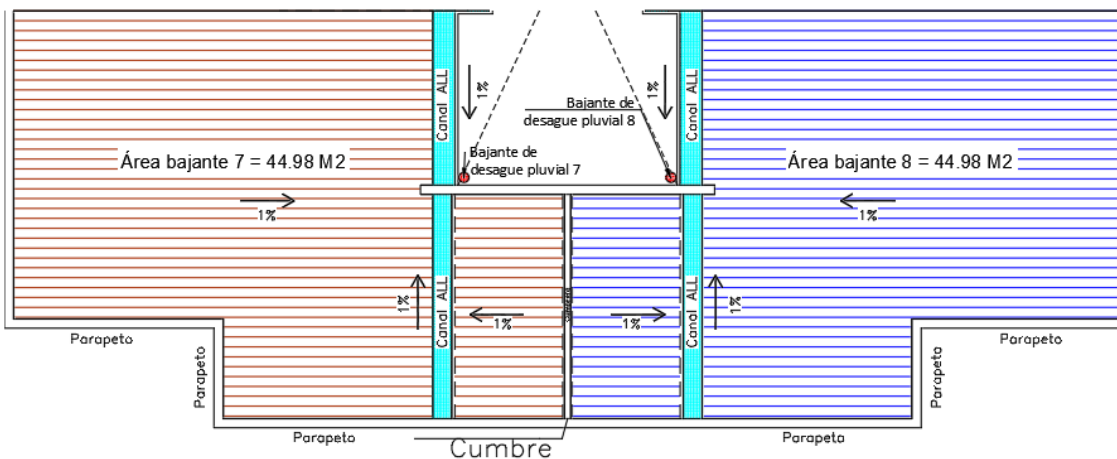


Figura 6.5.5.h. selección de diámetro de bajantes de desagüe pluvial 7 y 8.

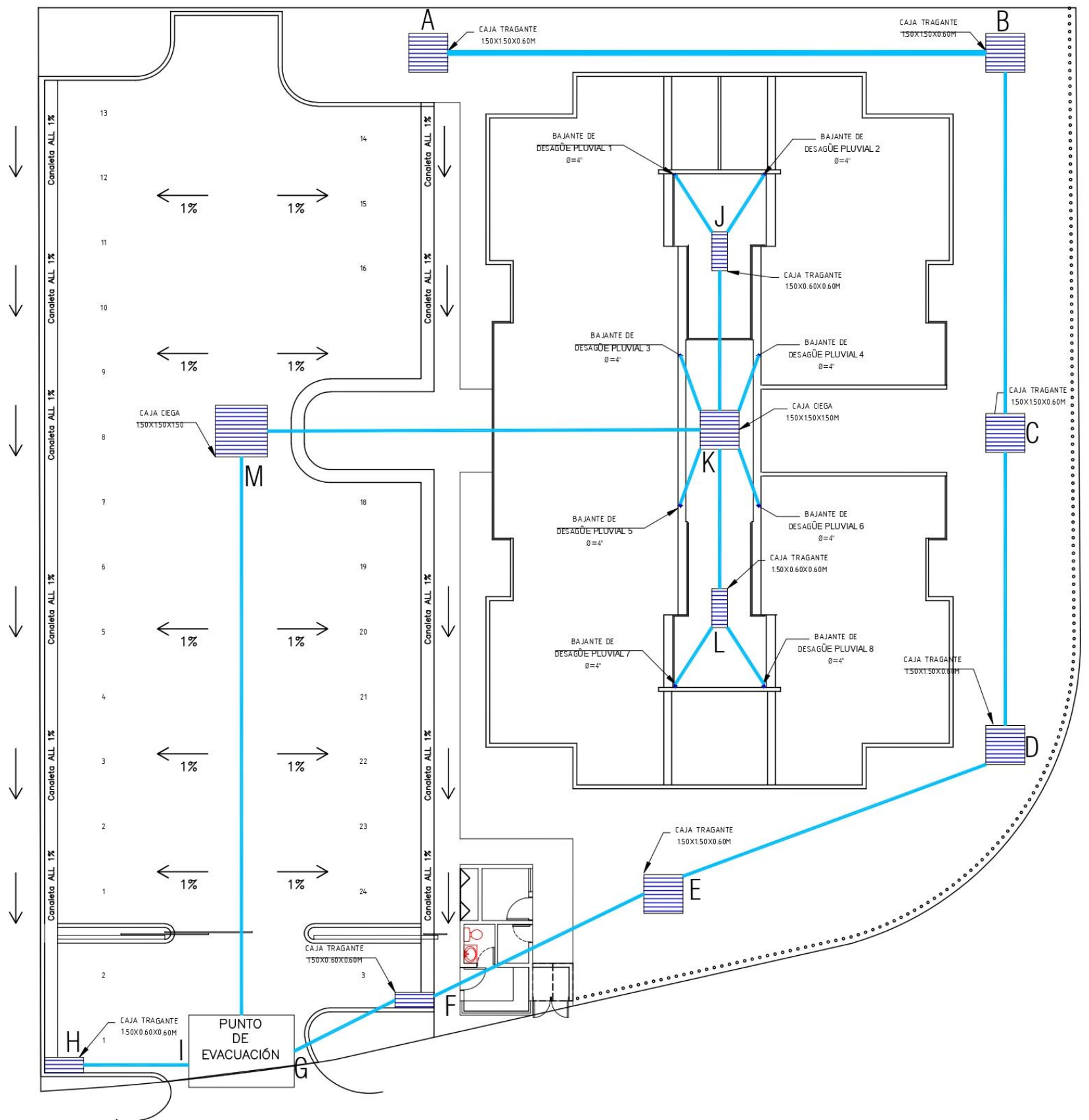
Diámetro del tubo de bajada (pulgadas)	Área de techo proyectada horizontalmente (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
2	267.9	134	89.3	67	53.5	44.7
3	818.6	409.3	272.6	204.7	163.7	136.7
4	1711.7	855.8	570.2	427.9	342.3	285.6
5	3218.7	1609.3	1072.6	804.7	643.7	536.3
6	5023.4	2511.7	1674	1255.8	1004.7	837.2
8	10790.9	5395.5	3596.3	2697.7	2158.2	1796.8
Diámetro del tubo de bajada (pulgadas)	Área de techo proyectada horizontalmente (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	3	3.4	3.8	4.2	4.7	5.1
2	38.1	33.5	29.8	27	24.2	22.3
3	117.2	102.3	91.2	81.9	74.4	67.9
4	244.7	214	190.2	171.2	155.8	142.3
5	460	402.3	357.7	321.9	292.6	267.9
6	717.7	627.9	558.2	502.3	456.8	418.6
8	1541.4	1348.9	1199.1	1079.1	980.9	893

Como se puede observar el diámetro las tuberías de bajante de desagüe pluvial resulta ser de 3 pulgadas, sin embargo, se selecciona el diámetro comercial en nuestro medio el cual es de 4 pulgadas.

6.5.6. Diseño de ramales horizontales de desagüe pluvial.

Las tuberías de ramales horizontales deben ser diseñados con una pendiente del 1% como se indica en la sección 5.4.4. Ver figura 6.5.6.a.

Figura 6.5.6.a. Esquema grafico de ramales horizontales de desagüe pluvial



En la figura 6.5.6.a. se puede observar que los ramales del punto A al punto F corresponden a las áreas de influencia de jardín, cada ramal se conecta por medio de cajas de desagüe pluvial que permiten el flujo continuo entre ramal y ramal.

Comenzamos con el ramal horizontal “A-B” en donde el área de influencia de acuerdo a la figura 6.5.2.2. es de 83.67 metros cuadrados, y además requerimos de la intensidad de lluvia de la zona del proyecto para poder dimensionar los ramales horizontales por medio de la tabla 5.4.4. Ver figura 6.5.6.b.

Figura 6.5.6.b. Selección de diámetro ramal horizontal “A-B”

Diámetro de la tubería horizontal (pulgadas)	AREA DE TECHO PROYECTADA HORIZONTALMENTE (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
	Pendiente del 1%					
3	305.9	152.9	102	76.5	61.1	51
4	699.5	349.8	233.1	167.4	139.9	116.6
5	1242.8	621.4	414.2	310.7	248.6	207.2
6	1990.7	995.4	663.5	497.7	398.1	331.7
8	4279.2	2139.6	1426.1	1069.8	855.8	707
10	7702.5	3851.2	2567.5	1925.6	1542.4	1283.7
12	12390.9	6195.5	4130.3	3097.7	2479.1	2065.2
15	20279.5	10139.7	6772.2	5255.9	4428	3688.4

Como se puede observar utilizamos una intensidad lluvia de 2.50 milímetros por minuto al ser el factor más desfavorable de la tabla, para un área de 83.97 metros cuadrados se selecciona un diámetro de 4 pulgadas a una pendiente del 1%.

Para el tramo “B-C” se acumulan las áreas de influencia en el punto A y B la cual será de 171.37 metros cuadrados. Ver figura 6.5.6.c.

Figura 6.5.6.c. Selección de diámetro ramal horizontal “B-C”

Diámetro de la tubería horizontal (pulgadas)	ÁREA DE TECHO PROYECTADA HORIZONTALMENTE (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
Pendiente del 1%						
3	305.9	152.9	102	76.5	61.1	51
4	699.5	349.8	233.1	167.4	139.9	116.6
5	1242.8	621.4	414.2	310.7	248.6	207.2
6	1990.7	995.4	663.5	497.7	398.1	331.7
8	4279.2	2139.6	1426.1	1069.8	855.8	707
10	7702.5	3851.2	2567.5	1925.6	1542.4	1283.7
12	12390.9	6195.5	4130.3	3097.7	2479.1	2065.2
15	20279.5	10139.7	6772.2	5255.9	4428	3688.4

Para el tramo de ramal horizontal “B-C” la tabla indica un diámetro de 5 pulgadas, sin embargo, se utiliza el diámetro comercial en nuestro medio el cual es de 6 pulgadas. De igual forma se repite el proceso para los tramos precedentes en el área de jardín obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 6.5.6.a. Diámetros de ramas horizontales en áreas de jardín

Jardín		
Tramo	Área acumulada (m ²)	Diámetro (pulgadas)
A-B	83.67	4
B-C	171.37	6
C-D	253.29	6
D-E	335.21	8
E-F	419.88	8

Las áreas de influencia del estacionamiento aportan a los tramos de tubería de ramal horizontal “F-G” y “H-I”, el punto F contiene el caudal que aportan las áreas del jardín el cual se une en el mismo punto al que llega una de las áreas de estacionamiento, teniendo un total de 390.79 metros cuadrados de influencia para el tramo “F-G”. Ver figura 6.5.6.d.

Figura 6.5.6.d. Selección de diámetro ramal horizontal “F-G”

Diámetro de la tubería horizontal (pulgadas)	AREA DE TECHO PROYECTADA HORIZONTALMENTE (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
	Pendiente del 1%					
3	305.9	152.9	102	76.5	61.1	51
4	699.5	349.8	233.1	167.4	139.9	116.6
5	1242.8	621.4	414.2	310.7	248.6	207.2
6	1990.7	995.4	663.5	497.7	398.1	331.7
8	4279.2	2139.6	1426.1	1069.8	855.8	707
10	7702.5	3851.2	2567.5	1925.6	1542.4	1283.7
12	12390.9	6195.5	4130.3	3097.7	2479.1	2065.2
15	20279.5	10139.7	6772.2	5255.9	4428	3688.4

De acuerdo a la tabla 5.4.4. seleccionamos un diámetro de 8 pulgadas a una pendiente del 1%.

Para el tramo “H-I” solamente aporta una de las áreas de estacionamiento la cual es de 272.82 metros cuadrados. Ver figura 6.5.6.e.

Figura 6.5.6.e. Selección de diámetro ramal horizontal “H-I”

Diámetro de la tubería horizontal (pulgadas)	AREA DE TECHO PROYECTADA HORIZONTALMENTE (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
Pendiente del 1%						
3	305.9	152.9	102	76.5	61.1	51
4	699.5	349.8	233.1	167.4	139.9	116.6
5	1242.8	621.4	414.2	310.7	248.6	207.2
6	1990.7	995.4	663.5	497.7	398.1	331.7
8	4279.2	2139.6	1426.1	1069.8	855.8	707
10	7702.5	3851.2	2567.5	1925.6	1542.4	1283.7
12	12390.9	6195.5	4130.3	3097.7	2479.1	2065.2
15	20279.5	10139.7	6772.2	5255.9	4428	3688.4

De acuerdo a la tabla 5.4.4. seleccionamos un diámetro de 6 pulgadas a una pendiente del 1%.

Para los ramales horizontales de las bajantes de desagüe pluvial se consideran las mismas áreas de influencia que se utilizaron para la selección de sus respectivos diámetros, por ejemplo, para la bajante de desagüe pluvial 1, tiene un área de influencia de 44.98 metros cuadrados. Ver figura 6.5.6.f.

Figura 6.5.6.f. Selección de diámetro ramal horizontal de bajante de desagüe pluvial 1

Diámetro de la tubería horizontal (pulgadas)	AREA DE TECHO PROYECTADA HORIZONTALMENTE (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
Pendiente del 1%						
3	305.9	152.9	102	76.5	61.1	51
4	699.5	349.8	233.1	167.4	139.9	116.6
5	1242.8	621.4	414.2	310.7	248.6	207.2
6	1990.7	995.4	663.5	497.7	398.1	331.7
8	4279.2	2139.6	1426.1	1069.8	855.8	707
10	7702.5	3851.2	2567.5	1925.6	1542.4	1283.7
12	12390.9	6195.5	4130.3	3097.7	2479.1	2065.2
15	20279.5	10139.7	6772.2	5255.9	4428	3688.4

De acuerdo a la tabla 5.4.4. se selecciona un diámetro de 3 pulgadas a una pendiente del 1%, sin embargo, utilizaremos el diámetro de 4 pulgadas para tener continuidad en dimensión con la bajante de desagüe pluvial. De igual manera se selecciona el diámetro de los ramales horizontales de las demás bajantes.

Tabla 6.5.6.b. Diámetros de ramales horizontales de bajantes de desagüe pluvial.

Bajante de desagüe pluvial	Área (m ²)	Diámetro (pulgadas)
1	44.98	4
2	44.98	4
3	53.09	4
4	42.01	4
5	53.09	4
6	41.89	4
7	44.98	4
8	44.98	4

Los ramales horizontales de cada bajante conforman una red de desagüe pluvial que descarga en un punto definido, como podemos observar en la figura 6.5.6.1. esto se da desde el punto J al M.

En el punto J se tiene un área de aportación entre la bajante de desagüe pluvial 1 de 44.98 metros cuadrados, la bajante de desagüe pluvial 2 de 44.98 metros cuadrados y el área 6 de jardín de 18.27 metros cuadrados, se cuenta con un total de 108.23 metros cuadrados, para el dimensionamiento de la tubería de ramal horizontal del tramo “J-K”. Ver figura 6.5.6.g.

Figura 6.5.6.g. Selección de diámetro ramal horizontal tramo “J-K”

Diámetro de la tubería horizontal (pulgadas)	AREA DE TECHO PROYECTADA HORIZONTALMENTE (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
Pendiente del 1%						
3	305.9	152.9	102	76.5	61.1	51
4	699.5	349.8	233.1	167.4	139.9	116.6
5	1242.8	621.4	414.2	310.7	248.6	207.2
6	1990.7	995.4	663.5	497.7	398.1	331.7
8	4279.2	2139.6	1426.1	1069.8	855.8	707
10	7702.5	3851.2	2567.5	1925.6	1542.4	1283.7
12	12390.9	6195.5	4130.3	3097.7	2479.1	2065.2
15	20279.5	10139.7	6772.2	5255.9	4428	3688.4

De acuerdo a la tabla 5.4.4. seleccionamos un diámetro de 4 pulgadas a una pendiente del 1%.

En el punto L se tiene un área de aportación entre la bajante de desagüe pluvial 7 de 44.98 metros cuadrados, la bajante de desagüe pluvial 8 de 44.98 metros cuadrados y el área 7 de jardín de 18.27 metros cuadrados, se cuenta con un total de 108.23 metros cuadrados, para el dimensionamiento de la tubería de ramal horizontal del tramo “L-K”. Ver figura 6.5.6.h.

Figura 6.5.6.h. Selección de diámetro ramal horizontal “L-K”

Diámetro de la tubería horizontal (pulgadas)	AREA DE TECHO PROYECTADA HORIZONTALMENTE (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
Pendiente del 1%						
3	305.9	152.9	102	76.5	61.1	51
4	699.5	349.8	233.1	167.4	139.9	116.6
5	1242.8	621.4	414.2	310.7	248.6	207.2
6	1990.7	995.4	663.5	497.7	398.1	331.7
8	4279.2	2139.6	1426.1	1069.8	855.8	707
10	7702.5	3851.2	2567.5	1925.6	1542.4	1283.7
12	12390.9	6195.5	4130.3	3097.7	2479.1	2065.2
15	20279.5	10139.7	6772.2	5255.9	4428	3688.4

De acuerdo a la tabla 5.4.4. se selecciona un diámetro de 4 pulgadas a una pendiente del 1%.

En el punto K se incorporan las áreas de influencia del resto bajantes de desagüe pluvial y las áreas de aportación de las tuberías de los tramos “J-K” y “L-K” teniendo un área total en ese punto de 406.54 metros cuadrados. Ver figura 6.5.6.i.

Figura 6.5.6.i. Selección de diámetro ramal horizontal “L-M”

Diámetro de la tubería horizontal (pulgadas)	AREA DE TECHO PROYECTADA HORIZONTALMENTE (metros cuadrados)					
	Tasa de precipitación (milímetros por minuto)					
	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5
Pendiente del 1%						
3	305.9	152.9	102	76.5	61.1	51
4	699.5	349.8	233.1	167.4	139.9	116.6
5	1242.8	621.4	414.2	310.7	248.6	207.2
6	1990.7	995.4	663.5	497.7	398.1	331.7
8	4279.2	2139.6	1426.1	1069.8	855.8	707
10	7702.5	3851.2	2567.5	1925.6	1542.4	1283.7
12	12390.9	6195.5	4130.3	3097.7	2479.1	2065.2
15	20279.5	10139.7	6772.2	5255.9	4428	3688.4

De acuerdo a la tabla 5.4.4. seleccionamos un diámetro de 8 pulgadas a una pendiente del 1%.

El caudal que pasa por la tubería de 8 pulgadas del tramo “L-M” llega a una caja de desagüe pluvial para poder generar el cambio de dirección a manera que el caudal sea transportado al punto de evacuación del proyecto.

6.5.7. Limitaciones de Velocidad.

La velocidad en las tuberías debe limitarse a un valor máximo de 5 metros por segundo y ser mayor a 0.5 metros por segundo, tal y como se defino en la sección 5.4.5.

6.5.8. Limitaciones de caudal lleno de la tubería.

El porcentaje de caudal que pasa por la tubería no debe de exceder del 85%.

Para poder realizar esta comparación se debe obtener el caudal a tubo lleno de la tubería, utilizando la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{A}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

En donde:

Q = caudal en metros cúbicos sobre segundo.

A = sección transversal de la tubería en metros cuadrados.

R = radio hidráulico en metros.

S = pendiente vertical de la tubería m/m

n = Constante de Manning, adimensional.

Para calcular la velocidad a tubo lleno se utiliza la fórmula de Manning, tal y como se definió en la sección 5.4.6.

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

En donde:

V= velocidad del flujo en metros sobre segundo.

R = Radio hidráulico, para condición de tubo lleno el valor es igual al diámetro entre cuatro, en metros.

S = pendiente vertical de la tubería en metros sobre metros.

n = Constante de Manning, adimensional.

Para la bajante de desagüe pluvial 1, se obtienen los valores de, caudal con la formula racional.

$$Q = \frac{168 \times 0.95 \times 3.90 \times 44.98}{10000}$$

$$Q = 2.80 \text{ l/s}$$

Posteriormente obtendremos la velocidad a tubo lleno.

$$V = \frac{0.0254^{\frac{2}{3}} \times 1^{\frac{1}{2}}}{0.009}$$

$$V = 0.96 \text{ m/s}$$

Se demuestra que la velocidad a tubo lleno es mayor a 0.5 metros segundo y menos a 5 metros sobre segundo, por lo tanto, cumple con la condición, ahora se procede a obtener el caudal a tubo lleno con la fórmula de continuidad y verificar que este sea menor al 85%.

$$Q = 0.96 \times 0.0081$$

$$Q = 0.0078 \text{ m}^3/\text{s}$$

Obteniendo el caudal a tubo lleno en litros sobre segundo, se llega al siguiente valor.

$$Q = 7.78 \text{ l/s}$$

Ahora se obtiene el porcentaje a tubo lleno dividiendo el caudal obtenido de la formula racional entre el caudal a tubo lleno.

$$\%Tubo \text{ Lleno} = \frac{2.80 \text{ l/s}}{7.78 \text{ l/s}}$$

$$\%Tubo \text{ Lleno} = 36\%$$

Como se puede observar en el resultado, el porcentaje de caudal a tubo lleno es de lo 36% menor a 85%, por lo tanto, se cumple con la condición.

De igual forma se procede a obtener los valores para las demás bajantes y tramos de ramal horizontal acumulando los caudales de acuerdo a la configuración de la red que se han obtenido.

Tabla 6.5.6.3. Valores de caudal y porcentaje a tubo lleno de la red de desagüe pluvial.

TRAMO	CAUDAL EN EL TRAMO (l/s)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO (pulg)	DIAMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (l/s)	% DE LLENO
Bajante 1	2.80	1%	4	0.1016	0.96	7.78	0.36
Bajante 2	2.80	1%	4	0.1016	0.96	7.78	0.36
Bajante 3	3.30	1%	4	0.1016	0.96	7.78	0.42
Bajante 4	2.61	1%	4	0.1016	0.96	7.78	0.34
Bajante 5	3.30	1%	4	0.1016	0.96	7.78	0.42
Bajante 6	2.61	1%	4	0.1016	0.96	7.78	0.33
Bajante 7	2.80	1%	4	0.1016	0.96	7.78	0.36
Bajante 8	2.80	1%	4	0.1016	0.96	7.78	0.36
A - B	1.64	1%	4	0.1016	0.96	7.78	0.21
B - C	3.37	1%	6	0.1524	1.26	22.95	0.15
C - D	4.98	1%	6	0.1524	1.26	22.95	0.22
D - E	6.59	1%	8	0.2032	1.52	49.42	0.13
E - F	8.25	1%	8	0.2032	1.52	49.42	0.17
F - G	25.12	1%	8	0.2032	1.52	49.42	0.51
H - I	16.98	1%	6	0.1524	1.26	22.95	0.74
J - K	5.60	1%	4	0.1016	0.96	7.78	0.72
L - K	5.60	1%	4	0.1016	0.96	7.78	0.72
L - M	23.75	1%	8	0.2032	1.52	49.42	0.48

Se puede observar que los valores de caudal y porcentaje de tubo lleno, se llega a la conclusión que la red de desagüe pluvial cumple con las condiciones requeridas.

6.5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.5.1. Generalidades

Las especificaciones técnicas buscan establecer y unificar criterios básicos de calidad y nivel técnico requerido para el desarrollo y ejecución de las instalaciones hidrosanitarias.

En lo que se refiere a la calidad de los materiales, deberá de cumplirse adicional con las normas y reglamentos que rigen el diseño, supervisión y construcción de edificaciones en la República de El Salvador

6.5.2. Materiales en distribución de agua potable

6.5.2.1. Tuberías de PVC

Las tuberías de cloruro de polivinilo PVC deberán de ser fabricadas con materiales que cumplan la especificación ASTM D 1784 “Especificación estándar

para PVC y CPVC” y ASTM D 2241 “Especificación estándar para tuberías de PVC con clasificación de presión (SDR)”

Para tuberías con un diámetro de 1/2 pulgada se exigirá un SDR 13.5 y trabajará bajo una presión de 315 libras por pulgada cuadrada.

Para tuberías con un diámetro mayor de 1/2 pulgada se exigirá un SDR 17.0 y trabajará bajo una presión de 250 libras por pulgada cuadrada.

6.5.2.2. Tuberías de acero galvanizado

Las tuberías de acero galvanizado serán de peso estándar cedula 40 fabricadas bajo la norma ASTM A53 “Especificación estándar para tuberías, acero, negro y caliente, recubierta de zinc, soldada y sin costura”. Las uniones de tubería se harán con accesorios de hierro, maleable junta roscada fabricada de acuerdo a la norma ASTM A 197 “Especificación estándar para cúpula de hierro maleable”.

Las tuberías de acero galvanizado serán pintadas con una mano de galvite y dos manos de anticorrosivo azul.

6.5.3. Materiales para desagüe

6.5.3.1. Tuberías para desagüe sanitario y desagüe pluvial

Se utilizará tubería de PVC SDR 26 con una capacidad de presión de 160 libras por pulgada cuadrada, fabricadas de acuerdo a la norma ASTM D2241 "Especificación estándar para tuberías de PVC con clasificación de presión (SDR)" y ASTM D1784 "Especificación estándar para PVC y CPVC".

La unión de tuberías será mediante el sistema de junta cementada utilizando para ello cemento solvente especial para tuberías de PVC fabricado bajo la norma ASTM D 2564 "Especificación estándar para cementos solventes para sistemas de tuberías de plástico de polícloruro de vinilo (PVC)"

El procedimiento de instalación de las tuberías será de acuerdo a la norma ASTM D 2855 "Práctica estándar para la fabricación de juntas cementadas con solvente con tuberías y conexiones de cloruro de polivinilo (PVC)".

6.5.3.2. Tuberías de sistema de venteo

Se utilizarán tuberías de PVC con un SDR 32.5 con una resistencia a presión de 125 libras por pulgada cuadrada fabricadas de acuerdo a la norma ASTM D 2241 "Especificación estándar para tuberías de PVC con clasificación de presión (SDR)" y ASTM D 1784 "Especificación estándar para PVC y CPVC".

La unión de tuberías será mediante el sistema de junta cementada utilizando para ello cemento solvente especial para tuberías de PVC fabricado bajo la norma ASTM D 2564 “Especificación estándar para cementos solventes para sistemas de tuberías de plástico de polícloruro de vinilo (PVC)”

El procedimiento de instalación de las tuberías será de acuerdo a la norma ASTM D 2855 “Práctica estándar para la fabricación de juntas cementadas con solvente con tuberías y conexiones de cloruro de polivinilo (PVC)”.

BIBLIOGRAFÍA

Plumbing – Heating – Cooling Contractors National Association (2006). National Standard Plumbing Code USA: Falls Church.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. [En línea] Perú: Ministerio de Vivienda. Disponible en: www.urbanistasperu.org [2018, 22 de febrero].

OPAMSS (2015). Reglamento a la ley de desarrollo y ordenamiento territorial del área metropolitana de San Salvador y de los municipios aledaños con sus anexos
El Salvador: Biblioteca Municipal

Luis A. Lopez (1990). AGUA, Instalaciones Sanitarias en los edificios Venezuela:
Distribuido por el autor.

ANEXO

PLANTAS ARQUITECTÓNICAS

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

SISTEMA DE DESAGÜE SANITARIO

SISTEMA DE VENTEO

SISTEMA DE DESAGÜE PLUVIAL

