

Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en Construingeniería SAS

Nayibe Flórez Osorio

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniería Civil

Director

Edgar Ricardo Oviedo

Doctor en ingeniería, énfasis Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado:

A Dios, por darme la oportunidad de culminar esta etapa y guiarme durante el proceso,

A mis padres Abelardo Flórez y Mirnan Osorio por su amor y apoyo en este logro

A mis hermanos Edinson Hernández Osorio, Juan Andrey Flórez Osorio y Mateo

Fontecha por ser los hombres de mi vida

A mi abuela Teresa Cuadros y José Leonardo Flórez fueron personas muy importantes

en mi vida y las recordaré con mucho amor.

Agradecimientos

Al culminar esta etapa importante de mi vida quiero agradecer principalmente a Dios por brindarme salud y sabiduría para llegar donde estoy, a mi padre por ser incondicional, por enseñarme a ser perseverante sin importar cuantas veces falle, gracias a ti aprendí a no rendirme nunca y a confiar en mí. A mi madre por sus consejos por motivarme a ser mejor persona, cada día y por su amor. A mi tía María Luisa Osorio por su comprensión, amor y sus buenos consejos durante esta etapa. A Yency Lobo por sus consejos y por inculcarme que siempre vendrá algo mejor y que no importa cuantas veces debo intentarlo. De igual forma, quiero agradecer a mi madrina y profesora Rubiela López por motivarme desde niña a perseguir mis ideales, quiero hacer una mención especial al Padre Mario Reyes por sus oraciones, su fe en mí y sus consejos.

Al ingeniero Ludwin Valencia por brindarme su apoyo durante la ejecución de mi práctica empresarial, por su amistad e incondicionalidad, por hacer de esta etapa una experiencia muy bonita. A Dayana Tirado por su amistad, sus palabras de motivación y por nunca permitir que dudara de lo que puedo lograr. A mis Amigos en especial a Yésica Romero, Ian Aldana y Breyenner Lizarazo por hacer esta etapa una de las mejores etapas de mi vida. Hago un agradecimiento especial a Valentina Salas por ser una de las personas más lindas que esta etapa me permitió conocer, gracias por ser mi polo a tierra y compañera de vida, a Roniver Serrano por su compañía y amor durante este proceso.

Finalmente agradezco a todas las personas que hicieron parte de este logro.

Tabla de contenido

Introducción	12
1 Objetivos	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2 Descripción de la Empresa.....	14
2.1 Misión	14
2.2 Visión	15
3 Marco Teórico.....	16
3.1 Diseño de instalaciones hidrosanitarias	16
3.2 Aparatos sanitarios.....	17
3.3 Diseño de red hidráulica	17
3.4 Diseño de red sanitaria.....	18
3.5 Diseño de sistemas contraincendios.....	19
4 Metodología	19
4.1 Reconocimiento de planos arquitectónicos.....	20
4.2 Diseño red hidráulica	20
4.2.1 Definición propiedades de la acometida.....	20
4.2.2 Dimensionamiento tanque de consumo	20
4.2.3 Representación 2D de la red	21
4.2.4 Estimación de caudales, diámetros y presión	21
4.3 Diseño red sanitaria.....	25
4.3.1 Permiso conexión a la red pública	25

4.3.2	Representación 2D de la red	26
4.3.3	Diseño de aguas residuales	26
4.3.4	Diseño aguas lluvias	29
4.4	Diseño sistema contraincendios	33
4.4.1	Normatividad	33
4.4.2	Revisión de planos arquitectónicos.....	33
4.4.3	Clasificación del uso de la edificación.....	33
4.5	Entrega de planos	37
4.6	Modelo 3D	37
5	Resultados	38
5.1	Reconocimiento de planos arquitectónicos.....	38
5.2	Proyecto San Francisco Tower	40
5.2.1	Diseño red hidráulica	40
5.2.2	Diseño red sanitaria.....	43
5.2.3	Diseño sistema contraincendios	48
5.3	Casa Valle de Rocas.....	49
5.3.1	Diseño red hidráulica.	49
5.3.2	Diseño red sanitaria.....	50
5.3.3	Modelo 3D edificio San Francisco Tower	51
5.4	Entrega de planos.....	52
6	Aporte a la empresa Construingenieria SAS	52
7	Conclusiones	53
8	Recomendaciones	54

Referencias Bibliográficas	55
Apéndices.....	56

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios.</i>	18
Tabla 2 <i>Unidades de suministro.</i>	22
Tabla 4 <i>Unidades de gasto por aparatos sanitarios.</i>	27
Tabla 5 <i>Unidades de descarga.</i>	28
Tabla 6 <i>Carga máxima de unidades y longitudes máxima de tubos de desagüe.</i>	29
Tabla 7 <i>Carga máxima de unidades y longitudes máxima de tubos de desagüe.</i>	30
Tabla 8 <i>Definición de las dimensiones de tubería horizontal de aguas lluvias.</i>	32
Tabla 9 <i>Grupos y subgrupos de ocupación.</i>	34
Tabla 10 <i>Categorización de las edificaciones para efectos de resistencia contra el fuego.</i>	36
Tabla 11 <i>Tabla comparativa.</i>	39
Tabla 12 <i>Unidades totales de consumo.</i>	41
Tabla 13 <i>Calculo redes hidráulicas internas.</i>	43
Tabla 14 <i>Diseño equipo de bombeo.</i>	43
Tabla 15 <i>Resumen unidades de descarga.</i>	45
Tabla 16 <i>Chequeo colector aguas negras.</i>	45
Tabla 17 <i>Chequeo de colectores.</i>	48
Tabla 18 <i>Especificaciones equipo de bombeo.</i>	49
Tabla 19 <i>Unidades de suministro.</i>	50
Tabla 20 <i>Resultado diseño hidráulico.</i>	50

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Logo empresa Construingenieria SAS</i>	14
Figura 2 <i>Curva de demanda de Hunter</i>	23
Figura 3 <i>Curva IDF generada por el IDEAM</i>	31
Figura 4 <i>Vista en planta del tanque de consumo</i>	40
Figura 5 <i>Corte A-A' del tanque de consumo</i>	41
Figura 6 <i>Áreas aferentes</i>	47

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A Cálculo de volumen del tanque.....	56
Apéndice B Calculo equipo de bombeo.....	57
Apéndice C Trazado de red de aguas negras apartamentos tipo, piso 4.	57
Apéndice D Entrega colectores a cajas de inspección y acueducto existente.....	59
Apéndice E Ubicación elementos red contraincendios San Francisco Tower.....	60
Apéndice F Red hidráulica de zonas relevantes de la casa Valle de rocas	60
Apéndice G Modelo 3D de las instalaciones hidrosanitarias y sistemas contraincendios.	
Apéndice H Modelos 2D de los diseños hidrosanitarios y sistemas contraincendios del proyecto San Francisco Tower.	
Apéndice I Modelos 2d de los diseños hidrosanitarios y sistemas contraincendios del proyecto Casa Valle de Rocas.	
Los apéndices G, H, I están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS.	

Resumen

Título: Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en CONSTRUINGENIERIA SAS

Autor: Nayibe Flórez Osorio **

Palabras Clave: Red hidráulica, red sanitaria, sistema contraincendios, disponibilidad de servicio.

Descripción:

Las instalaciones hidrosanitarias y sistemas contraincendios son componentes importantes en una edificación para el suministro de agua de potable, disposición de aguas residuales y protección de los residentes. Actualmente, en muchas de las viviendas destinadas a uso residencial las instalaciones cuentan con problemas graves debido a una inapropiada construcción por falta de diseños óptimos y eficientes. Uno de los principales problemas es el colapso de las redes debido a que los diámetros no son los adecuados para la cantidad de caudal que deben transportar. De acuerdo con lo anterior el diseño de las redes de servicio se convierte en una forma fundamental de mitigar este tipo de dificultad. Este documento presenta las actividades realizadas durante la ejecución de la práctica empresarial en Construingenieria SAS como auxiliar de ingeniería en el área de diseño de redes hidrosanitarias y sistemas contraincendios. Esta práctica se enfocó en el apoyo del dimensionamiento y trazado de las redes hidrosanitarias para los proyectos San Francisco Tower y Valle de Rocas, realizándose de acuerdo con la normatividad vigente que rige cada diseño y los lineamientos establecidos por la empresa, mediante de las herramientas como AutoCAD y Revit. Uno de los aspectos más relevantes de los modelados, fue la optimización de los diseños, disminuyendo las posibles inconsistencias en el dimensionamiento de los elementos del sistema, otro aspecto importante es la coordinación de redes mediante modelos 3d ya que con ello se evita la interferencia entre los sistemas lo cual permite realizar un diseño óptimo.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Edgar Ricardo Oviedo.

Abstract

Title: Internship as an engineering assistant at Construingenieria SAS *

Author(s): Nayibe Flórez Osorio **

Key Words: Hydraulic network, sanitary network, fire protection system, availability of service

Description:

Plumbing and fire protection systems are important components in a building for the supply of drinking water, sewage disposal and protection of residents. Currently, in many of the houses intended for residential use, the facilities have serious problems due to inadequate construction and lack of optimal and efficient designs. One of the main problems is the collapse of the networks due to inadequate diameters for the amount of flow they must transport. Accordingly, the design of service networks becomes a fundamental way to mitigate this type of difficulty. This document presents the activities performed during the execution of the internship at Construingenieria SAS as an engineering assistant in the area of design of plumbing and fire protection systems. This practice focused on supporting the sizing and layout of the plumbing networks for the San Francisco Tower and Valle de Rocas projects, according to the current regulations governing each design and the guidelines established by the company, using tools such as AutoCAD and Revit. One of the most relevant aspects of the modeling was the optimization of the designs, reducing possible inconsistencies in the dimensioning of the system elements. Another important aspect is the coordination of networks through 3D models, since this avoids interference between the systems, which allows for an optimal design.

* Degree Work

**Faculty of Physics and Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Edgar Ricardo Oviedo Ocaña

Introducción

El diseño de instalaciones hidrosanitarias y sistemas contraincendios ocupan un lugar fundamental en el funcionamiento de las edificaciones, un diseño bien planificado permite asegurar la correcta distribución de agua potable, la eliminación de las aguas residuales y contribuye en la seguridad y bienestar de las personas (Camargo, 2019). Esta rama de la ingeniería civil se ha consolidado en la industria de la construcción y con ello han surgido empresas dedicadas al diseño de estas redes, una de ellas es la empresa Construingeniería SAS, es una empresa privada santandereana constituida en el año 1996, su enfoque está basado en el diseño estructural y diseño de redes de gas, hidrosanitarias y sistemas contraincendios (Construingeniería, 2022).

Entre los proyectos más representativos de la empresa se encuentran el centro comercial Girón Colonial, el condominio Cacique Plaza y el condominio Puerta de Oro Girón. Debido a su amplio campo de desempeño y a su competitividad empresarial es fundamental la vinculación de practicantes que apoyen labores en el área de diseño. La vinculación entre la empresa y los practicantes desempeña un papel fundamental en el fortalecimiento de las actividades desarrolladas en la empresa, especialmente en el área de diseño de redes de servicio,

Esta experiencia le permite al practicante adquirir conocimientos que amplían la visión del ingeniero hacia la vida profesional y le permite fortalecer los conocimientos adquiridos mediante la formación académica.

1 Objetivos

1.1 Objetivo General

Desarrollar actividades como auxiliar de ingeniería en Construingeniería SAS para el apoyo en el diseño de instalaciones de redes hidrosanitarias y sistemas contra incendios en proyectos de edificaciones multifamiliares.

1.2 Objetivos Específicos

Apoyar la revisión e interpretación de planos arquitectónicos para iniciar el desarrollo de los proyectos.

Apoyar las actividades de dibujo y trazado de redes de las instalaciones y producción de modelos 2D del edificio San Francisco Tower y la casa 103 Valle de rocas mediante el software AutoCAD.

Apoyar el cálculo de las redes hidrosanitarias y contra incendios para el edificio San Francisco Tower y la casa 103 de Valle de Rocas teniendo en cuenta la normatividad colombiana vigente y las especificaciones técnicas establecidas por las empresas de servicios.

Apoyar en el modelado 3D del edificio San Francisco Tower mediante el software Revit.

2 Descripción de la Empresa

Construingeniería SAS es una empresa privada ubicada en Bucaramanga, Santander con proyección nacional dedicada al diseño estructural, hidráulico, sanitario, redes de gas y redes contra incendio en obras civiles, diseño de acueductos y alcantarillado, diseño de puentes, supervisión técnica de obra, interventorías entre otras actividades especializadas para la construcción de edificios y obras de ingeniería civil.

Figura 1

Logo empresa Construingeniería SAS.



Nota. Esta figura ilustra el logo actual de Construingeniería. Tomado de *LinkedIn*.
<https://www.linkedin.com/pulse/contruingenieria..>

2.1 Misión

Construingeniería SAS, ofrece a sus clientes, productos y servicios para el sector de la construcción con calidad, responsabilidad y cumplimiento, siguiendo las normas técnicas de ingeniería vigentes, con personal profesional, calificado y comprometido con el manejo eficiente de los recursos disponibles.

2.2 Visión

Acorde con la empresa, *“En el 2025 seremos una empresa competitiva y reconocida en el área de Consultoría, Diseños, Construcción, Supervisión e interventoría de obras civiles, generando proyectos de calidad y con la garantía del conocimiento, experiencia e integridad de su recurso humano, ajustándonos a las necesidades de nuestros clientes y comprometiéndonos con la sostenibilidad de nuestro entorno”*.

3 Marco Teórico

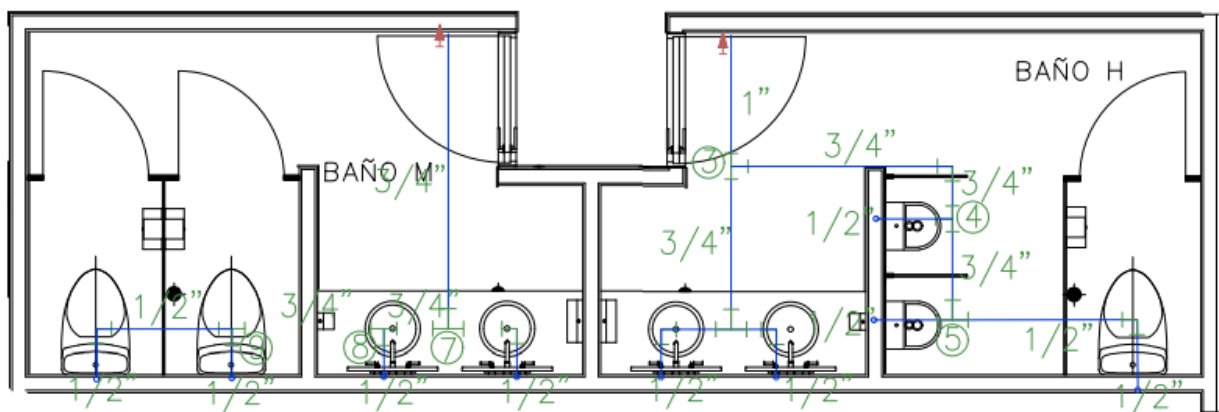
3.1 Diseño de instalaciones hidrosanitarias

Las instalaciones hidrosanitarias son el conjunto de tuberías y conexiones que abastecen y distribuyen el agua potable en el interior de una edificación y evacuan los residuos de esta, la encargada del suministro del agua potable se denomina red hidráulica y la red que se encarga de retirar las aguas residuales se define como red sanitaria (Rodríguez, 2007).

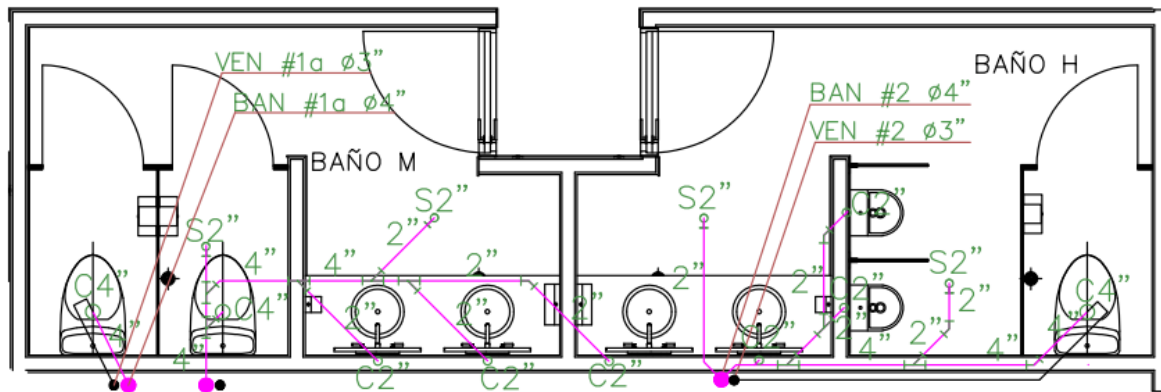
El diseño de las redes se rige de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana (NTC 1500, 2020). Es un documento donde se encuentra establecido las especificaciones técnicas con el fin de asegurar un optima operación de los sistemas de redes internas (ICONTEC, 2020). Para una mayor visualización en la figura 2 y la figura 3 se presenta un ejemplo de dichas redes mencionada anteriormente.

Figura 2

Modelo red hidráulica.



Nota. En la figura se muestra el modelo de red hidráulica para un cuarto de baños.

Figura 3*Modelo red sanitaria*

Nota. En la figura se muestra el modelo de red sanitaria para un cuarto de baños.

3.2 Aparatos sanitarios

Los aparatos sanitarios son elementos que permiten la entrada de agua potable y la salida de aguas residuales de las viviendas, dichos aparatos son: Lavamanos, inodoro, ducha, lavadero, lavadora y lavaplatos, en las instalaciones hidrosanitarias es importante tener en cuenta cada una de las especificaciones de estos elementos para garantizar un buen funcionamiento y óptimo diseño (Pérez, 2011).

3.3 Diseño de red hidráulica

El diseño de instalaciones hidráulicas en edificaciones consiste en determinar los diámetros y longitudes de las tuberías de agua potable con su respectiva trayectoria, además incluye establecer los accesorios y elementos hidráulicos necesarios para el buen funcionamiento de la instalación. Esto se realiza de acuerdo con las especificaciones y condiciones de cada proyecto teniendo en cuenta un criterio de optimización (Cabrera-Béjar & Tzatchkov, 2012).

Para realizar el diseño se deben fijar ciertos parámetros. A continuación, se presentan los más importantes para obtener resultados fiables. El caudal de diseño que va de acuerdo con el

consumo proyectado para la edificación, la velocidad y el diámetro que se determinan conforme al caudal que circulará por cada tramo de la tubería.

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, el agua transportada a través de las tuberías debe ser controlada por medio de la presión máxima (Verdara, 2015)

3.4 Diseño de red sanitaria

Las aguas residuales provenientes de los aparatos se evacuan a través de colectores hasta las cajas de inspección que se encuentran proyectadas en las zonas externas de las edificaciones, estas se interconectan para transportar las aguas hacia la zona donde se encuentra la red pública de alcantarillado (Tovar, 2017).

El diseño de las instalaciones sanitarias consiste en determinar la longitud, el tipo de material, la ubicación, y los diámetros de tuberías de evacuación de aguas residuales, también incluye la definición de los tipos de accesorios, sistemas de drenaje y ventilación los cuales deben cumplir con diferentes especificaciones (Pérez, 2011). En la Tabla 1 se observa presiones y caudales mínimos para realizar el diseño.

Tabla 1

Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios.

Aparato sanitario	Presión residual mínima en Kpa	Caudal mínimo en L/s
Duchas	10	0.32
Sanitario tanque	7	0.19
Sanitario fluxómetro	15	0.95 a 2.5
Orinal	5	0.19
Orinal fluxómetro	15	0.95
Lavamanos	5	0.19
Vertederos o lavaplatos	5	0.28
Lavadoras	5	0.32

Nota: En el diseño es importante tener en cuenta los caudales y presiones establecidas en esta

Tabla, con ello se asegura un buen funcionamiento del sistema. Tomada de *NTC 1500* (p.36)

3.5 Diseño de sistemas contraincendios

Este sistema es muy importante porque tiene como objetivo la protección de las personas que residen en una edificación; cuando se realiza el diseño es necesario tener en cuenta los siguientes criterios para garantizar un diseño adecuado: prevención, reducción del crecimiento del fuego, propagación inicial, detección, supresión, compartimentación y evacuación (Martínez-Jamaica, 2016).

El sistema está compuesto por la fuente de abastecimiento, tuberías, estación de bombeo, y elementos de control como gabinetes, extintores y rociadores (Nieto C. et al., 2010).

Para el diseño se establecen los requerimientos del sistema, para ello se definen los siguientes parámetros: caudal y presión del agua suficiente para el suministro, el tipo de material para asegurar el abastecimiento, un análisis de riesgo y el tipo de bomba contra incendios (Díaz Rubiano & Roza García, 2019).

Finalmente, con el fin de establecer si el diseño cumple los parámetros establecidos en las normas NTC y la Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego (NFPA) se procede a chequear la velocidad, el caudal, la presión, diámetros mínimos y pérdidas por fricción.

4 Metodología

Para garantizar el cumplimiento de los objetivos planteados, es esencial contar con una metodología sólida, ya que proporciona un marco estructurado de las actividades ejecutadas. A continuación, se presenta la metodología utilizada en la práctica realizada en la empresa “Construingeniería SAS”, en la cual se detalla el procedimiento, la normatividad y las herramientas utilizadas en el diseño de las instalaciones de redes hidrosanitarias y sistemas contraincendios de las viviendas San Francisco Tower y la casa Valle de Rocas. Estas edificaciones están destinadas para uso residencial, el proyecto San Francisco Tower es una torre de apartamentos de 24 pisos

para uso multifamiliar y la casa Valle de Rocas es una edificación que cuenta con tres nivel y zonas sociales, para uso unifamiliar.

4.1 Reconocimiento de planos arquitectónicos

Con el fin de familiarizarse con las características de los proyectos mencionados, se realizó el reconocimiento de los planos arquitectónicos, identificando cada una de las ubicaciones de los elementos necesarios para llevar a cabo las conexiones de las redes. Por otra parte, se recolectó información acerca de la cantidad de apartamentos y aparatos hidrosanitarios que conforman la estructura, con el fin de realizar una clasificación de los apartamentos tipo y así asignar las unidades de suministro y descarga para obtener los diferentes caudales. Finalmente, para una mejor visualización se cambió el formato de los planos arquitectónicos a un formato de escala de grises.

4.2 Diseño red hidráulica

4.2.1 Definición propiedades de la acometida

Para suministrar agua potable a la edificación, se realizó la solicitud de disponibilidad de servicio al acueducto correspondiente. Esta solicitud se tramitó a través de un formato específico en el cual se proporcionó información detallada sobre las características del proyecto y del propietario. Una vez recibida la solicitud, la entidad pública existente emitió un concepto en el cual se estableció el punto de empalme a la red exterior, el diámetro de la conexión y la presión requerida. Dicho empalme se denomina acometida y se encarga de abastecer el tanque de consumo.

4.2.2 Dimensionamiento tanque de consumo

De acuerdo con la cantidad de usuarios potenciales, se realizó el análisis del consumo diario del proyecto, teniendo en cuenta el procedimiento estipulado en el título 13 del RAS 2017. Se calculó el volumen de incendios y se incluyó al volumen total de abastecimiento y finalmente, para

determinar el volumen del tanque, se realizó la medición del área y de la altura en los planos arquitectónicos y se consideró las especificaciones establecidas en la NTC 1500.

De acuerdo con lo anterior, con la en la ecuación 1 se determinó el volumen del tanque

$$V_A = 100\%(VMD) + VI \quad (1)$$

Donde:

$V_A =$ Volumen de almacenamiento, $VMD =$ Volumen máximo diario

$VI =$ Volumen de incendios

4.2.3 Representación 2D de la red

En el proceso de trazado de la red hidráulica, se utilizó las herramientas del software AutoCAD 2D. En el dibujo se utilizó las convenciones y colores establecidos por las normas técnicas de dibujo proporcionadas por las empresas de servicio. Esto permite garantizar la coherencia y la uniformidad en la representación de los elementos de la red y también permite la compresión y mantenimiento de la red hidráulica.

Por otra parte, cuando se realiza la representación del recorrido de las tuberías, es fundamental tener en cuenta los elementos estructurales existentes y conectar adecuadamente cada punto de abastecimiento mediante una red que conserve ángulos de 90°.

4.2.4 Estimación de caudales, diámetros y presión

La empresa Construingeniería SAS utiliza el método de probabilidades desarrollado por Roy B. Hunter para el cálculo del bombeo, los diámetros y la presión de la red hidráulica. En la aplicación de este método se tiene en cuenta la probabilidad de que algunos de los aparatos estarán conectados de manera conjunta, por lo cual se define un caudal específico para cada tipo de aparato (Pérez 2011).

Para determinar el caudal de bombeo se definió las unidades de suministro para cada aparato hidráulico en la Tabla 2 se presentan dichas unidades.

4.2.4.1 Cálculo el caudal de bombeo.

Para calcular el caudal de bombeo, se realizó asignando las unidades de la figura 2 a los aparatos hidráulicos que conforman el proyecto. Estas unidades se convierten en caudal mediante la gráfica de hunter (ver figura 4) y de acuerdo con la cantidad total de unidades asignadas se determina el caudal total de bombeo.

Tabla 2

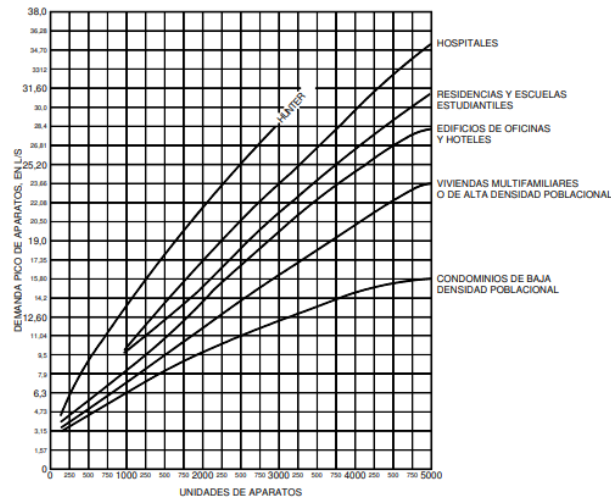
Unidades de suministro.

Aparatos	Público			Privado		
	Fría	Caliente	Total	Fría	Caliente	Total
Ducha o tina	2.00	2.00	4.00	1.50	1.50	2.00
Bidé o lavamanos				1.00	1.00	2.00
Lavaplatos				1.50	1.50	2.00
Lavaplatos eléctrico	3.00	3.00	6.00	2.00	2.00	3.00
Lavadora	2.00	2.00	4.00	2.00	1.00	
Inodoro con fluxómetro	10.00		10.00	6.00		6.00
Inodoro de tanque	5.00		5.00	3.00		3.00
Orinal de fluxómetro	10.00		10.00			
Orinal de llave	2.00		2.00			
Lavamanos de llave	4.00		4.00			
Fregadero uso hotel	4.00		4.00	1.00		1.00
Lavadero				2.00		2.00

Nota. La Tabla contiene las unidades de suministro de cada aparato hidráulico. *Tomado de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones (p.9), por Pérez, 2011.*

Figura 4

Curva de demanda de Hunter.



Nota. En esta figura se encuentra estipulado la tasa de demanda de agua en unidades de caudal.

Tomado de *NTC 1500 (p.40)*

4.2.4.2 Definición de rutas críticas.

Estas rutas se definieron localizando el aparato más alejado del equipo de bombeo, están compuestas por nodos en donde se establece la cantidad de unidades parciales de cada uno de los tramos.

4.2.4.3 Coeficiente de rugosidad (C).

El coeficiente de rugosidad se seleccionó en función del tipo de material, para las redes de agua fría se utiliza PVC y para la red de agua caliente se utiliza CPVC.

4.2.4.4 Selección de diámetro.

La selección del diámetro en los diseños es un proceso crucial, ya que de esto depende el óptimo funcionamiento de la red de distribución, es por ello que se debe garantizar el flujo continuo

y una presión adecuada. Al seleccionar los diámetros de las tuberías en la red hidráulica, se deben tener en cuenta diversos parámetros de diseño estipulados en la NTC 1500. Los siguientes parámetros se verificaron durante este proceso:

- Velocidad: La velocidad del flujo según la NTC 1500 debe mantenerse entre los siguientes rangos:

Para diámetros inferiores a 3" la velocidad estará comprendida entre $0.6 \leq V \leq 2$

Para diámetros superiores a 3" la velocidad estará comprendida entre $V \leq 2.5$

- Pérdidas unitarias de la tubería: Se calcula las pérdidas para cada tramo con las siguientes ecuaciones, la ecuación 2 es la ecuación descrita por Hazen Williams y la ecuación 3 es la ecuación de Flamant.

$$Q = 0.28D^{2.63}J^{0.54} \quad (2)$$

$$J = \frac{(6.1 C Q^{1.75})}{(D^{1.75})} \quad (3)$$

Donde:

$$Q = \text{caudal} \left[\frac{m^3}{s} \right], \quad D = \text{Diámetro} [m], \quad J = \text{pérdida de carga} \left[\frac{m}{m} \right],$$

$C = \text{Coeficiente de fricción}$

4.2.4.5 Presión mínima requerida.

Para garantizar el buen funcionamiento de los aparatos sanitarios es necesario tener en cuenta las presiones mínimas de operación definidas en la NTC 1500 (ver Tabla 1). De acuerdo con el numeral 6.7.2 de la NTC 1500 donde especifica que "La presión de agua no debe exceder los 550 Kpa" en el caso que esto suceda es necesario instalar dispositivos de reducción de presión.

4.2.4.6 Diseño sistema de bombeo.

Establecidos el caudal de bombeo y la presión para cada aparato, se determinó las características del equipo hidroneumático. Para hallar el volumen requerido se utilizó (ecuación 4)

$$Vol\ EHN = QB \left[\frac{L}{s} \right] * 60 [s] * 10\% \quad (4)$$

Donde:

$$EHN = \text{Equipo Hidroneumático}, QB = \text{Caudal de bombeo}[L/s]$$

Para la selección del diámetro de impulsión del equipo de bombeo se utilizó iteraciones mediante hojas de cálculo suministradas por la empresa, en donde se verificó el cumplimiento de la velocidad. Así mismo se calculó el diámetro de succión y también se estableció las pérdidas generadas por la longitud equivalente por accesorios y la tubería. Finalmente, se determinó la potencia teórica de la bomba con la (ecuación 5) y de acuerdo con los anteriores resultados se propone el sistema de bombeo del proyecto

$$P = \frac{\rho * HDB * QB}{76 * E}$$

$$\rho = \text{Densidad del agua}, P = \text{Potencia teórica [HP]}, QB = \text{Caudal de bombeo}[L/s]$$

$$HDB = \text{Altura Dinámica de Bombeo}$$

4.3 Diseño red sanitaria

4.3.1 Permiso conexión a la red pública

Antes de iniciar un proyecto, se lleva a cabo una solicitud a la empresa encargada del servicio de alcantarillado. En esta solicitud, se proporciona un formato detallando las características del proyecto y se incluye información relevante sobre el solicitante. El propósito de esta solicitud es obtener la asignación de un punto de conexión al alcantarillado existente para la adecuada descarga de aguas lluvias y residuales.

4.3.2 Representación 2D de la red

Para el trazado de la red se hizo uso de las herramientas del software AutoCAD, planteando un sistema de tuberías que se dirija hacia el punto designado para la evacuación de aguas negras y pluviales del proyecto. El dibujo de estos sistemas se debe realizar de forma separada de acuerdo con las recomendaciones de la NTC 1500. Durante este proceso, se tomó en consideración las convenciones y colores estipulados por las normas técnicas de dibujo establecidas por las empresas de servicios.

Al diseñar la red, se deben tener en cuenta los elementos estructurales de la edificación, con el fin de evitar interferencia con las tuberías, manteniendo los ángulos de 45° y pendientes mínimas en los colectores, asimismo, se evitan obstrucciones ya que el sistema trabaja a flujo libre. Además, se debe incluir un sistema de ventilación para evitar la presencia de malos olores en los puntos de desagüe dentro de las viviendas.

Dado que el diseño de la red sanitaria debe realizar por separado, a continuación, se presenta el procedimiento para el cálculo de la red de aguas negras.

4.3.3 Diseño de aguas residuales

4.3.3.1 Unidades de descarga por aparato y diámetros de conexión.

Para realizar el chequeo de colectores de aguas negras, se definieron las unidades de descarga, de acuerdo con la distribución arquitectónica se definieron los apartamentos tipo, es decir los apartamentos con igual cantidad de unidades. En la Tabla 3 se especifica las unidades de descarga descrita por la metodología Roy B. Hunter para la estimación de caudales totales que lleva la tubería, de igual forma se especifica los diámetros mínimos de conexión establecidos en la NTC 1500 de los aparatos sanitarios.

Tabla 3

Unidades de gasto por aparatos sanitarios.

Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de descarga	Diámetro de la tubería de desagüe, mm (pulgadas)
Inodoro	Público	Fluxómetro	10	102 (4)
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5	102 (4)
Orinal	Público	Fluxómetro de $\varnothing=25,4$ mm (1 pulgada)	10	51 (2)
Orinal	Público	Fluxómetro de $\varnothing=19,0$ mm (3/4 pulgada)	5	51 (2)
Orinal	Público	Tanque de limpieza	3	51 (2)
Lavamanos	Público	Llave	2	51 (2)
Tina/Ducha	Público	Válvula mezcladora	4	51 (2)
Fregadora de servicio	Oficial	Llave	4	51 (2)
Fregadora de cocina	Hotel, Restaurante	Llave	3	51 (2)
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6	102 (4)
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3	102 (4)
Lavamanos	Privado	Llave	1	51 (2)
Bidé	Privado	Llave	1	51 (2)
Tina	Privado	Llave	2	51 (2)
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Cuarto de baño	Privado	Un fluxómetro por cuarto	8	51 (2)
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2	51 (2)
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3	51 (2)
Lavadora	Privado	Llave	2	
Lavadora	Público	Llave	4	
Combinación de accesorios	Privado	Llave	3	
Poceta de aseo	Pública	Llave	3	
Lavaplatos eléctricos	Público/ Privado	Llave	3/6	
Sifones de piso			1	51 (2)

Nota. En esta figura se encuentra las unidades de desagüe de aparatos sanitarios. Tomado de *NTC*

1500 (p.49)

4.3.3.2 Verificación capacidad hidráulica de colectores verticales y horizontales.

Una vez definidos las unidades de consumo y diámetros mínimo de desagüe de las diferentes áreas de las zonas húmedas de la edificación, se realizó un chequeo de los colectores con el fin de establecer los diámetros adecuados para la conexión.

Identificada la zona humedad de la unidad de vivienda, se designó un colector vertical y un colector horizontal los cuales se encargan de recibir las descargas piso a piso de dicha zona, en la Tabla 4, se establecen las unidades máximas de desagüe de descarga para cada colector con relación a su diámetro.

Tabla 4

Unidades de descarga.

Aparato	Uso	Diámetro mínimo de conexión (pulgadas)	Unidades de descarga (UD)
Inodoro de tanque	Privado	4"	3
Lavamanos	Privado	2"	1
Ducha	Privado	2"	2
Lavadora	Privado	3"	2
Lavadero	Privado	2"	3
Lavaplatos	Privado	2"	2
Sifón de piso	Privado	2"	1
Inodoro de tanque	Publica	4"	5
Lavamanos	Publica	2"	4
Ducha	Publica	2"	4
Lava pies	Publica	2"	3
Lavaplatos	Publica	2"	3
Sifón de piso	Publica	2"	1

Nota. La Tabla presenta la relación una relación entre el diámetro. Tomado de *NTC 1500 (p.49)*

4.3.3.3 Selección de diámetro de la tubería de ventilación.

La selección del diámetro de la tubería del sistema de ventilación proyectado para la edificación se realizó mediante la Tabla 5, donde se especifica las unidades de desagüe acumuladas y longitud total de los colectores.

Tabla 5

Carga máxima de unidades y longitudes máxima de tubos de desagüe.

Diámetro del tubo, mm (pulgadas)	38 (1-1/2)	51 (2)	64 (2-1/2)	76 (3)	102 (4)	152 (6)	203 (8)	254 (10)	305 (12)
Unidades máximas									
Tubería de desagüe									
Vertical	2	16	32	48	256	1380	3600	5600	8400
Horizontal	1	8	14	35	216	720	2640	4680	8200
Longitud máxima									
Tubería de desagüe									
Vertical, metros	65	85	148	212	300	510	750		
Horizontal (no limitada)									

Nota. La Tabla presenta las unidades de desagüe para cada colector. Tomado de *NTC 1500* (pág. 49)

4.3.3.4 Verificación de parámetros de diseño.

De acuerdo con la RAS 2017, se tienen en cuenta los siguientes criterios de diseño

4.3.3.4.1 Velocidad.

- Para los colectores en PVC la velocidad máxima es de 10 m/s
- La velocidad mínima en los colectores de agua negras es de 0.4 m/s

4.3.3.4.2 Relación Q/Q_0 .

- La empresa Construingeniería SAS para el alcantarillado exterior y las instalaciones sanitarias asume que el valor máximo es de 0.90

4.3.4 Diseño aguas lluvias

4.3.4.1 Definición de áreas aferentes.

De acuerdo con los planos arquitectónicos, se identifica las áreas donde se recolectará el agua de lluvia, dichas áreas se pueden presentar en la cubiertas, balcones y vacíos internos donde se pueda presentar zonas húmedas.

4.3.4.2 Cálculo de caudales.

El caudal se calculó mediante el método racional con la siguiente ecuación:

$$Q = C * I * A \quad (7)$$

Donde: $Q = \text{Caudal} \left[\frac{m^3}{s} \right]$, $C = \text{Coeficiente de escorrentía}$, $A = \text{Área} [m^2]$

$I = \text{Intensidad}$

Como se observa, la ecuación 7 depende de la intensidad y el coeficiente de escorrentía, para realizar la estimación de la intensidad, se estima el tiempo de retorno y mediante las curvas IDF (ver figura 3) se obtiene este parámetro, de igual forma para determinar el coeficiente de escorrentía se utiliza la información de la Tabla 6.

Tabla 6

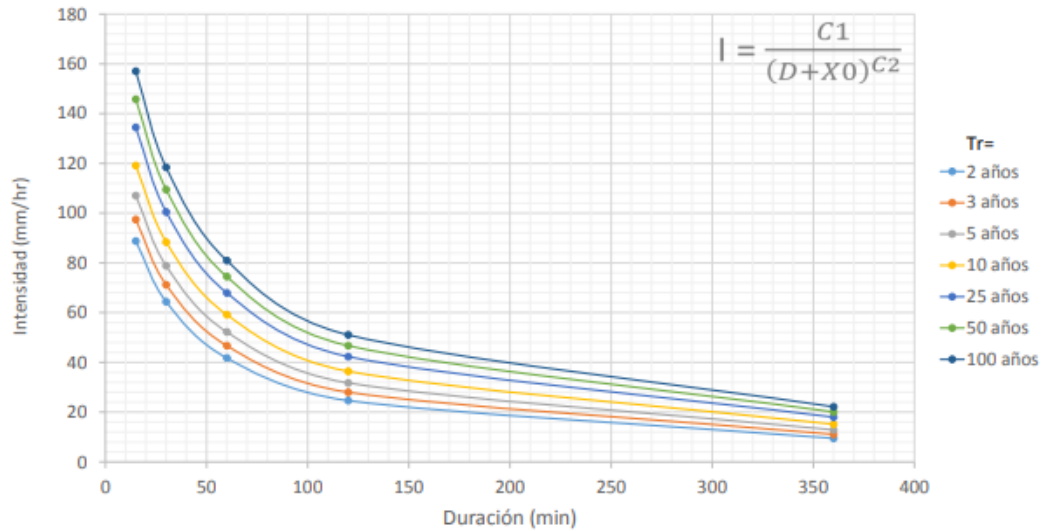
Carga máxima de unidades y longitudes máxima de tubos de desagüe.

COEFICIENTES DE ESCORRENTIA	
Residencial	0.9
Recreacional	0.3
Institucional	0.8
Comercial	0.9
Industrial	0.9

Nota. La Tabla presenta los coeficientes de escorrentía. Tomado de *Normas técnicas para diseño de alcantarillado*

Figura 5

Curva IDF generada por el IDEAM.



Nota. La figura muestra las curvas IDF de la ciudad de Bucaramanga Tomado de *Normas técnicas para diseño de alcantarillado*

4.3.4.3 Selección de diámetro tubería horizontal.

Una vez identificada cada área y el caudal, se seleccionó el diámetro horizontal mediante las dimensiones estipuladas en la Tabla 6 donde se especifica el área máxima permitida para cada diámetro.

Tabla 7

Definición de las dimensiones de tubería horizontal de aguas lluvias.

Caudal (L/s) Pendiente del 1.0%	Máximas áreas permitidas (m²) de cubiertas proyectadas Horizontales para diferentes precipitaciones					
	25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100mm/h	125 mm/h	150mm/h
4.9	700	350	233	175	140	116
8.8	1241	621	414	310	248	207
14.0	1988	994	663	497	398	331
30.2	4273	2137	1424	1068	855	713
54.3	7692	3846	2564	1923	1540	1282
87.3	12375	6187	4125	3094	2476	2062
156.0	22110	11055	7370	5528	4422	3683
Caudal (L/s) Pendiente del 2.0%	Máximas áreas permitidas (m²) de cubiertas proyectadas Horizontales para diferentes precipitaciones					
	25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100mm/h	125 mm/h	150mm/h
3.0	431	216	144	108	86	72
6.9	985	4921	328	246	197	164
12.4	1754	877	585	438	351	292
19.8	2806	1403	935	701	361	468
42.7	6057	3029	2019	1514	1211	1009
76.6	10851	5425	3618	2713	2169	1807
123.2	17465	8733	5816	4366	3293	2912
220.2	31214	15607	10405	7804	6248	5202
Caudal (L/s) Pendiente del 4.0%	Máximas áreas permitidas (m²) de cubiertas proyectadas Horizontales para diferentes precipitaciones					
	25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100mm/h	125 mm/h	150mm/h
4.3	611	305	204	153	122	102
9.8	1400	700	465	350	280	232
17.5	2482	1241	827	621	494	413
28.1	3976	1988	1325	994	797	663
60.3	8547	4273	2847	2137	1709	1423
108,6	15390	7695	5128	3846	3080	2564
174.6	24749	12374	8250	6187	4942	4125
312.0	44220	22110	14753	11055	8853	7367

Nota. En esta Tabla se presenta las áreas máximas permitidas de acuerdo con el diámetro seleccionado Tomado de *NTC 1500* (pág. 79)

Finalmente se verificó que cada diámetro seleccionado cumpliera con el área máxima permitida.

4.4 Diseño sistema contraincendios

4.4.1 Normatividad

Para el diseño de sistemas contraincendios en edificaciones de cualquier tipo, se debe considerar la normatividad colombiana vigente NTC y como referencia las normas internacionales NFPA.

A continuación, se describen las principales normas empleadas para la evaluación de sistemas de extinción de incendios requeridos en edificaciones.

- Instalación de columnas de alimentación y mangueras, NTC 1669, NFPA 14.
- Instalación de rociadores automáticos, NTC 2301, NFPA 13.
- Instalación de Bombas Centrífugas de incendio., NFPA 20.
- Extintores portátiles, NTC 2885
- Reglamento colombiano de construcción sismorresistente NSR-10, títulos J y K.

4.4.2 Revisión de planos arquitectónicos

Una vez recibida la información planimétrica del proyecto, se realiza una revisión detallada de todos los planos y documentación, con el fin de identificar las principales características arquitectónicas de la edificación, tales como altura máxima, cantidad de pisos, área total construida. De igual manera se identificó espacios asignados para la localización de tuberías principales y de los elementos que componen los sistemas de extinción de incendios.

4.4.3 Clasificación del uso de la edificación

La Norma Sismo Resistente (NSR, 2010) en su título K, (NSR,2010) establece que “toda edificación que se construya o que sea modificada debe clasificarse dentro de un grupo y subgrupo de ocupación acorde con su uso final predominante” (p,3). En la Tabla No 8 mostrada a continuación, se presenta el listado a manera general de los grupos y subgrupos de ocupación

destinados para la clasificación de edificaciones y espacios de acuerdo con los requerimientos de los numerales K.2.2. de la NSR-10.

Tabla 8

Grupos y subgrupos de ocupación.

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección
A	ALMACENAMIENTO	K.2.2
A-1	Riesgo moderado	
A-2	Riesgo bajo	
C	COMERCIAL	K.2.3
C-1	Servicios	
C-2	Bienes	
E	ESPECIALES	K.2.4
F	FABRIL E INDUSTRIAL	K.2.5
F-1	Riesgo moderado	
F-2	Riesgo bajo	
I	INSTITUCIONAL	K.2.6
I-1	Reclusión	
I-2	Salud o incapacidad	
I-3	Educación	
I-4	Seguridad pública	
I-5	Servicio público	
L	LUGARES DE REUNIÓN	K.2.7
L-1	Deportivos	
L-2	Culturales y teatros	
L-3	Sociales y recreativos	
L-4	Religiosos	
L-5	De transporte	
M	MIXTO Y OTROS	K.2.8
P	ALTA PELIGROSIDAD	K.2.9
R	RESIDENCIAL	K.2.10
R-1	Unifamiliar y bifamiliar	
R-2	Multifamiliar	
R-3	Hoteles	
T	TEMPORAL	K.2.11

Nota. En esta Tabla se presenta los grupos y subgrupos de ocupación para la clasificación de las edificaciones. Tomado de *NSR-10, título K (p.3)*

A partir de la clasificación y el uso que se determinó para la edificación y de acuerdo con las características arquitectónicas de la misma, se definieron los tipos de sistemas requeridos para extinción y detección de incendios y se realizó una evaluación de la resistencia al fuego de los materiales y elementos estructurales y no estructurales que componen la edificación la extinción y detección de incendios.

4.4.3.1 Selección de la categoría y riesgo

En las edificaciones cuando se presenta un evento de incendio, el objetivo principal es evitar la pérdida de vidas humanas y proteger las edificaciones de afectaciones generadas por el fuego y así evitar su colapso (NSR, 2010); de acuerdo con lo anterior se realizó la clasificación de riesgo teniendo en cuenta las siguientes categorías establecidos en el numeral J.3.3 del título J de la (NSR 2010) las cuales están en función de la totalidad del área construida y del potencial de combustible de los elementos que la componen.

- Categoría I: Esta categoría comprende las edificaciones con mayor riesgo de pérdidas de vidas humanas o con alta amenaza de combustión.
- Categoría II: Esta categoría comprende edificaciones de riesgo intermedio.
- Categoría III: Esta categoría comprende edificaciones con baja capacidad de combustión.

Además, se verificó la información presenta en la Tabla 9 donde se especifica la categorización y recomendación de la resistencia al fuego tiempo de los elementos estructurales y no estructurales que la componen.

Tabla 9

Categorización de las edificaciones para efectos de resistencia contra el fuego.

Grupos y subgrupos de ocupación	Área total Construida, A (m ²)?	Número de pisos						
		1	2	3	4	5	6	≥7
(C-1)	A _T > 1500	III	III	II	II	II	I	I
	A _T < 1500	III	III	II	II	II	I	I
(C-2)	A _T > 500	II	I	I	I	I	I	I
	A _T > 500			II	I	I	I	I
(E)	Sin límite	III	III	II	II	II	I	I
(I-2), (I-4)	A _T > 1000	III	II	II	I	I	I	I
	500 < A _T < 1000	III	III	II	II	I	I	I
	A _T < 500	III	III	III	II	II	II	I
(I-3)	A _T > 1000	II	II	I	I	I	I	I
	A _T < 1000		III	II	II	I	I	I
(L-1), (L-2), (L-3), (L-4)	A _T > 1000	II	I	I	I	I	I	I
(L-5), (I-1), (I-5)	500 < A _T < 1000	II	II	I	I	I	I	I
	A _T < 500	III	III	II	II	I	I	I
(R-1), (R-2)	Unidades > 140 m ²				II	I	I	I
	Unidades ≤ 140 m ²				III	II	II	I
(R-3)	A _T > 5000	III	II	I	I	I	I	I
	A _T < 5000	III	II	II	II	I	I	I

Nota. En esta Tabla se presenta la categorización de las edificaciones para efectos de la resistencia contra el fuego en función del área construida y número de pisos. Tomado de *NSR-10*, título J (p.13)

4.4.3.2 Selección de tipo de sistema de extinción.

Una vez realizado la clasificación de la edificación se realizó la selección del tipo de sistema de extinción, dentro de los más comunes se encuentran los rociadores automáticos y tuberías verticales con estaciones de manguera.

4.4.3.2.1 Rociadores automáticos

Este sistema es comúnmente utilizado en la mayoría de las edificaciones que se encuentran clasificadas dentro de los grupos de ocupación comercial, institucional, residencial y

almacenamiento por su respuesta eficiente ante el inicio de incendios, su diseño se realiza mediante las recomendaciones y especificaciones de la NTC 2301 y como referencia la norma NFPA 13.

Después de realizar las anteriores consideraciones, se realizó el trazado de la red mediante las herramientas del software AutoCAD.

4.4.3.3 Estaciones de manguera o gabinetes contra incendios

Este sistema está compuesto por tuberías verticales y válvulas de conexión de mangueras las cuales permiten la descarga de agua con el fin de extinguir el incendio. Los sistemas de conexiones de mangueras y tuberías verticales se deben diseñar de acuerdo con las recomendaciones y especificaciones de la NTC 1669 y como referencia la norma NFPA 14.

4.5 Entrega de planos

Luego de realizar el procedimiento anterior, se realizó la finalización del dibujo de los planos de cada uno de los diseños, asignando cada uno de los componentes calculados.

4.6 Modelo 3D

Para obtener una mejor visualización de cada uno de los diseños y realizar la coordinación de cada uno del sistema de tubería se realizó el modelamiento de la planta piso del proyecto San Francisco Tower llevando a cabo el siguiente procedimiento:

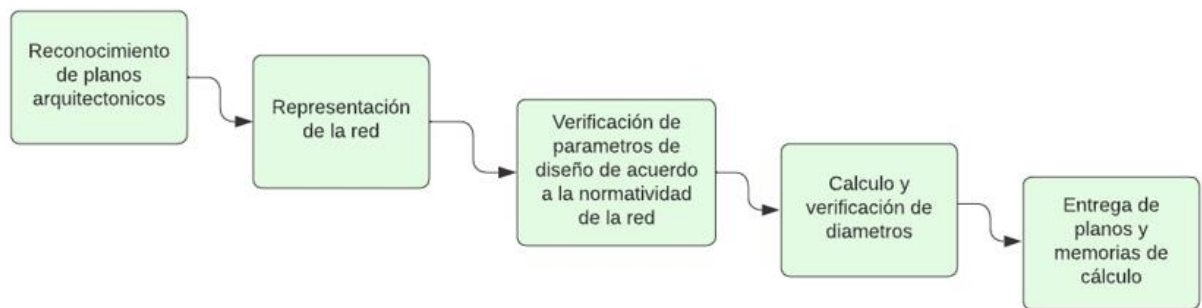
Se inició creando un archivo nuevo en el software Revit 2023 en donde se designó una plantilla tipo fontanería, con esta plantilla, se realizó la incorporación del modelo estructural y arquitectónico definiendo cada uno de los espacios de los aparatos sanitarios, definido lo anterior, se realizó la vinculación de los elementos que componen el proyecto con el fin de realizar cada una de las conexiones, luego se incorporó al programa las librerías de los materiales de las tuberías designado a cada diseño el material correspondiente, definidos todos estos parámetros se realizó los trazados de acuerdo con los modelos 2D de cada uno de los diseños.

5 Resultados

A continuación, se presenta el diseño de las redes hidrosanitarias y sistemas contraincendios del edificio San Francisco Tower y la casa Valle de Rocas en los cuales se brindó apoyo durante la ejecución de la práctica empresarial ejecutada en la empresa Construingeniería SAS. Para el diseño de cada red se realizó de forma general cada uno de los siguientes pasos.

Figura 6

Procedimiento cálculo de redes hidrosanitarias y sistemas contraincendios



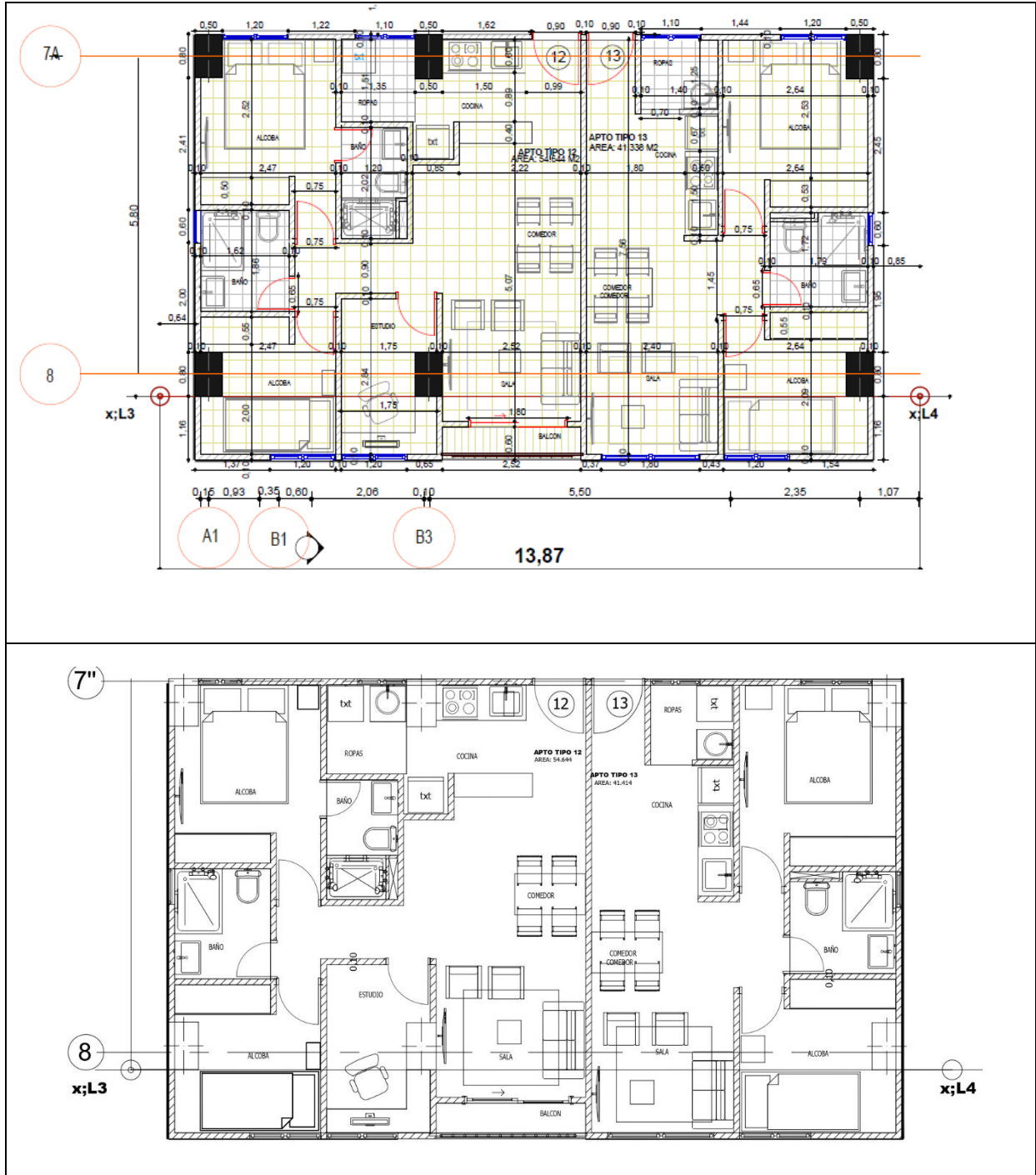
Nota. En la figura se presenta de manera general los pasos a seguir para realizar el diseño de cada una de las redes.

5.1 Reconocimiento de planos arquitectónicos

Para iniciar los diseños nombrados anteriormente se realizó el reconocimiento de los planos arquitectónicos y a su vez se cambió el formato arquitectónico a escala de grises como se describió en el ítem 4.1 en la Tabla 10, se presenta la comparación entre dichos formatos.

Tabla 10

Tabla comparativa.



Nota. Se presenta un cuadro comparativo donde se observa un formato arquitectónico del proyecto San Francisco Tower y su formato de escala de grises.

5.2 Proyecto San Francisco Tower

El proyecto San Francisco Tower está ubicado en barrio Mutualidad en la ciudad de Bucaramanga, se trata de una edificación de 24 pisos y 2 sótanos que alberga un total de 260 apartamentos.

5.2.1 Diseño red hidráulica

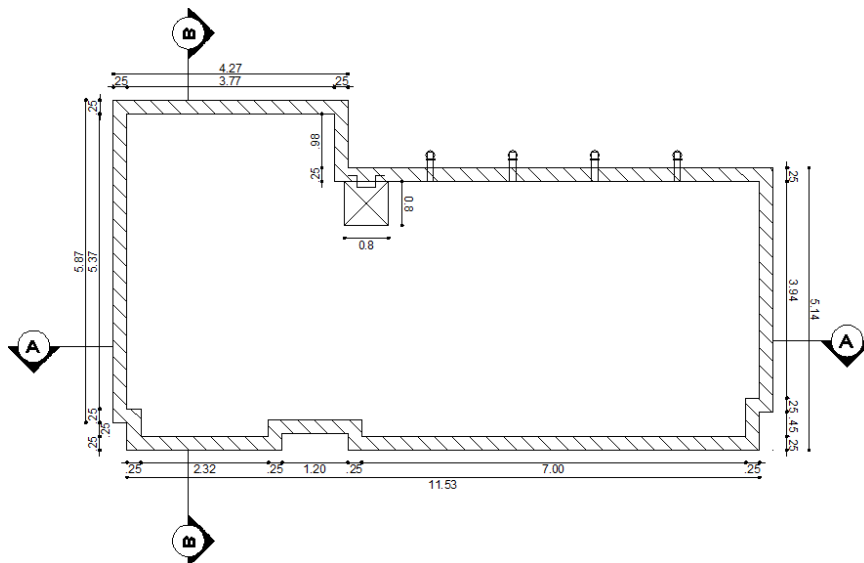
Según la disponibilidad emitida por el acueducto el punto de empalme se ubicará sobre la carrera 18, el diámetro de la red de alimentación fue de 4" y la presión es de 21 psi.

5.2.1.1 Tanque de consumo

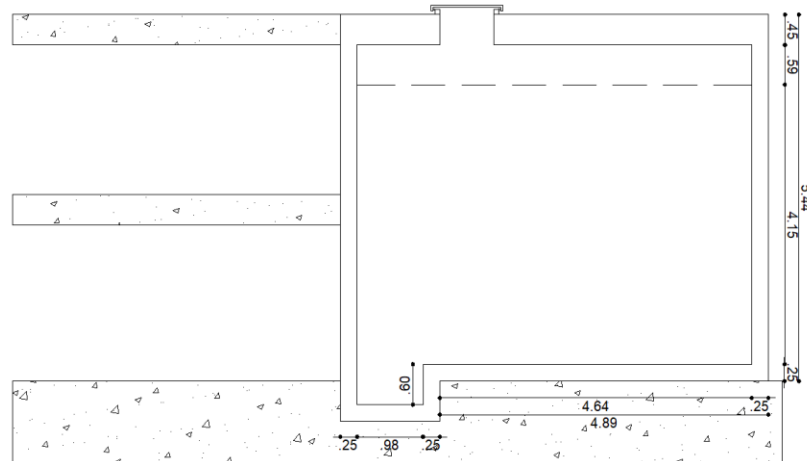
En el apéndice A se observa el cálculo del Volumen del tanque de consumo. El volumen del tanque de consumo es de 232.00 m³, las dimensiones de tanque se determinan en función de dicho volumen, a continuación, se presenta la estructura en vista en planta (ver figura 4) y un corte A-A' (ver figura 5).

Figura 7

Vista en planta del tanque de consumo.



Nota. En esta figura contiene las dimensiones del tanque de consumo en vista en planta.

Figura 8*Corte A-A' del tanque de consumo*

Nota. En esta figura se puede apreciar las demás dimensiones que componen el tanque.

5.2.1.2 Caudal de bombeo

Siguiendo lo estipulado en el ítem 4.1 se definieron los apartamentos tipo con el fin de suministrar unidades a los aparatos sanitarios, el proyecto se clasificó como se muestra en la Tabla 11 y se obtuvo un caudal de bombeo de 26.50 L/s.

Tabla 11*Unidades totales de consumo.*

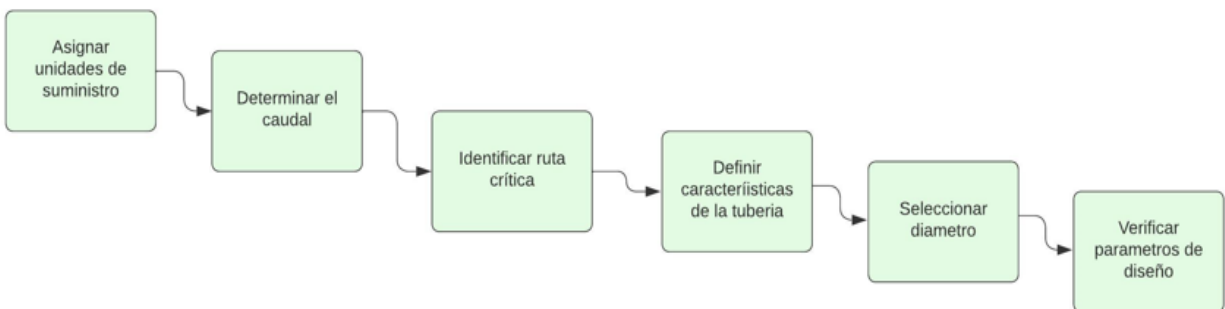
CONSUMO GENERAL			UNIDADES TOTALES	
No-	TIPO DE APARTAMENTOS	CANT	UG AF	UG AF
1	Apartamento tipo 1-3-4-5-6-7-8-9-10-11 (2 Baños)	180	20.00	3600
2	Apartamento tipo 2-8-9-13 (1 Baño)	80	14.00	1120
3	Recepción	1	11.00	11.0
4	Cuarto de basuras	1	6.00	6.0
5	Cubierta	1	48.00	48.0
			UG=	4785.0

Nota. Esta Tabla presenta el total de unidades de suministro de los apartamentos tipo y las zonas sociales que componen la edificación.

Una vez calculado el total de unidades, se realizó la selección de diámetros de cada uno de los tramos de la red interna del proyecto como se muestra en la Tabla 13 cumpliendo con los parámetros de diseños descritos en el numeral 4.2.4.4, para dicha selección se llevó a cabo el siguiente procedimiento.

Figura 9

Procedimiento selección y verificación de diámetro.



Nota. La figura representa los pasos para realizar la selección del diámetro de la red hidráulica.

5.2.1.3 Equipo de bombeo

Una vez obtenido el caudal de bombeo se realizó el cálculo de los componentes del sistema, en la Tabla 13 se presentan los resultados para el diseño y en el apéndice B se muestra las especificaciones del equipo de bombeo.

Tabla 12

Calculo redes hidráulicas internas.

PROYECTO : SAN FRANCISCO TOWER															FECHA : 2023							
CLASE DE TUBERIA : PVC Y CPVC															VERSION: A							
TRAMO		U.G. PARCIAL	U.G. ACUM	CAUDAL TANQ	CAUDAL TOTAL	CLASE DE TUB	C Hv	C Flamant	Ø NOM (pulg)	Ø INT (pulg)	V (m/s)	L.T. LTUB (m)	L.E. 30%LT (m)	L.T.+ L.E. (m)	PERDIDAS UNIT(11m-hw)		NIVEL TRAMC		PIEZOMETRICA		PRES DINAMICA	
DE	A	tanq	tanq	(lps)	(lps)							(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	ARRIB	ABAJ	ARRIB	ABAJ	ARRIB	ABAJ
MONTANTE 3A - PISOS ALTOS																						
Piso 23																						
APTO 10																						
P23	1		74.00	154	154	PVC	-	0.0001	125	150	135	0.24	0.07	0.31	0.0399	0.01	61.35	61.35	83.86	83.85	22.51	22.50
1	2	20.00	54.00	124	124	PVC	-	0.0001	125	150	108	0.16	0.05	0.21	0.0273	0.01	61.35	61.35	83.85	83.84	22.50	22.49
2	3	14.00	40.00	1.01	1.01	PVC	-	0.0001	125	150	0.88	0.16	0.05	0.21	0.0191	0.00	61.35	61.35	83.84	83.84	22.49	22.49
3	MEDI	20.00	20.00	0.63	0.63	PVC	-	0.0001	1	1.19	0.88	0.32	0.10	0.42	0.0254	0.01	61.35	61.35	83.84	83.83	22.49	22.48
MEDI	MED F		20.00	0.63	0.63	PVC	-	0.0001	1	1.19	0.88					5.63	61.35	61.35	83.83	78.20	22.48	16.85
MED F	4		20.00	0.63	0.63	PVC	-	0.0001	1	1.19	0.88	4.35	4.35	8.70	0.0254	0.22	61.35	61.35	78.20	77.98	16.85	16.63
4	5	8.00	12.00	0.44	0.44	PVC	-	0.0001	0.75	0.86	1.17	5.23	1.57	6.80	0.0630	0.43	61.35	61.35	77.98	77.55	16.63	16.20
5	6	6.00	6.00	0.28	0.28	PVC	-	0.0001	0.5	0.65	1.29	1.43	0.43	1.86	0.1049	0.20	61.35	61.35	77.55	77.36	16.20	16.01
6	7	1.00	5.00	0.24	0.24	PVC	-	0.0001	0.5	0.65	1.11	0.99	0.30	1.29	0.0801	0.10	61.35	61.35	77.36	77.26	16.01	15.91
7	BAÑO	2.00	3.00	0.17	0.17	PVC	-	0.0001	0.5	0.65	0.78	1.40	0.42	1.82	0.0438	0.08	61.35	61.35	77.26	77.18	15.91	15.83
5	8		6.00	0.28	0.28	PVC	-	0.0001	0.5	0.65	1.29	0.64	0.19	0.83	0.1049	0.09	61.35	61.35	77.55	77.47	16.20	16.12
8	9	1.00	5.00	0.24	0.24	PVC	-	0.0001	0.5	0.65	1.11	0.94	0.28	1.22	0.0801	0.10	61.35	61.35	77.47	77.37	16.12	16.02
9	BAÑO	2.00	3.00	0.17	0.17	PVC	-	0.0001	0.5	0.65	0.78	1.07	0.32	1.39	0.0438	0.06	61.35	61.35	77.37	77.31	16.02	15.96
4	10		8.00	0.34	0.34	PVC	-	0.0001	0.75	0.86	0.91	2.10	0.63	2.73	0.0401	0.11	61.35	61.35	77.98	77.87	16.63	16.52
10	11	2.00	6.00	0.28	0.28	PVC	-	0.0001	0.5	0.65	1.29	0.65	0.20	0.85	0.1049	0.09	61.35	61.35	77.87	77.78	16.52	16.43
11	12	1.00	5.00	0.24	0.24	PVC	-	0.0001	0.5	0.65	1.11	1.70	0.51	2.21	0.0801	0.18	61.35	61.35	77.87	77.70	16.52	16.35
12	LAVADERO	2.00	3.00	0.17	0.17	PVC	-	0.0001	0.5	0.65	0.78	0.83	0.25	1.08	0.0438	0.05	61.35	61.35	77.70	77.65	16.35	16.30

Nota. Esta Tabla presenta el cálculo tipo para la verificación de los diámetros seleccionados del diseño

Tabla 13

Diseño equipo de bombeo.

Bomba de consumo	Øimpulsión = 6”
	ØSucción = 6”
	HDB = 92.10 m
	P =26.75 HP

Nota. En esta Tabla se presenta los resultados del sistema de bombeo de la edificación.

5.2.2 Diseño red sanitaria

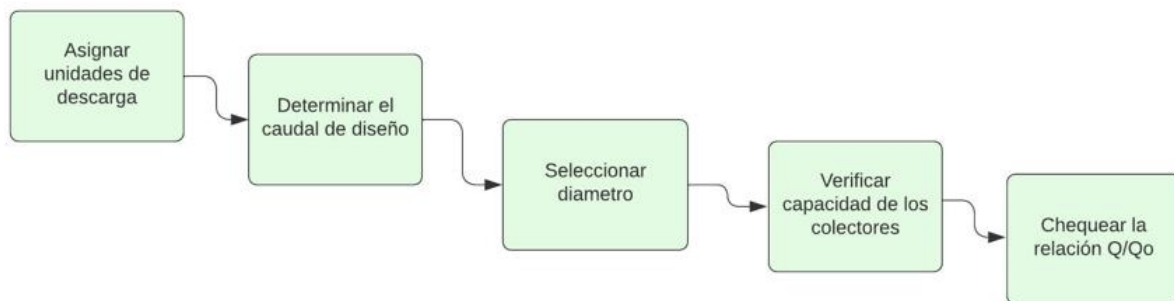
5.2.2.1 Diseño aguas negras

Según la arquitectura del proyecto se planteó la siguiente alternativa para garantizar el buen manejo y disposición adecuada de las aguas negras. Para recolección de las aguas negras los

bajantes se conectaron a los colectores ubicados en el cuarto piso, como se muestra en el apéndice D, donde se proyectan bajo la placa, continúan hacia el primer piso en donde se realiza la entrega al sistema de cajas de inspección esto se evidencia en el apéndice E. Estas cajas, a su vez, entregan en un pozo específico proyectado y finalmente este pozo se conecta a la red de alcantarillado. Para llevar a cabo el dimensionamiento de la red se siguieron los pasos establecidos en el siguiente diagrama.

Figura 10

Procedimiento selección de diámetro red aguas negras.



Nota. La figura representa el procedimiento de forma general para la selección del diámetro de la red de aguas negras

5.2.2.1.1 Unidades de descarga.

Como se describe en el ítem 4.3.3.1 se realizó la asignación de unidades de descarga, se definieron dando como resultado los siguientes valores:

Tabla 14

Resumen unidades de descarga.

RESUMEN UNIDADES DE DESCARGA				
NO	Aparato	Cant	Unidades de descarga parcial	Unidades de descarga acumuladas
1	Apartamento tipo 1-3-4-5-6-7-8-9-10-11 (2 Baños)	180	20	3600
2	Apartamento tipo 2-8-9-13 (1 Baño)	80	14	1120
3	Recepción	1	16	14
4	Cubierta	1	16	16
			Total	4750 UD

Nota. En esta Tabla se presenta las unidades de descarga de acuerdo con los apartamentos tipo establecidos y las zonas sociales de la edificación.

5.2.2.1.2 Chequeo de colectores horizontales y verticales.

Designadas las unidades de descarga, se realizó el chequeo los diámetros seleccionados, mediante la verificación de los colectores horizontales y verticales. En el chequeo de los colectores se verificó la relación Q/Q_0 como se muestra a continuación.

Tabla 15

Chequeo colector aguas negras.

CHEQUEO COLECTOR AGUAS NEGRAS								
IDENTIFICACIÓN		Ø"	UNIDADES DE DESCARGA	UNIDADES DE DESCARGA	CAPACIDAD U.D	CAUDAL DE DISEÑO	CAUDAL A TUBO LLENO	Q/Q ₀
TRAMO								
DE	A							
Chequeos descolgados #1 piso 4								
A	C	6	125	125	576	3.54	18.09	0.20
B	C	6	6	131	576	3.62	18.09	0.20
C	D	6	228	359	576	5.85	18.09	0.32
D	E	6	6	365	576	5.93	18.09	0.33
E	BAN #A	6	200	565	576	7.36	18.09	0.41
Chequeos descolgados #2 piso 4								
F	G	4	2	2	172.8	0.47	6.54	0.07
G	H	4	2	4	172.8	0.66	6.54	0.10
H	I	4	2	6	172.8	0.8	6.54	0.12

I	J	4	3	9	172.8	0.98	6.54	0.15
J	K	4	4	13	172.8	1.17	6.54	0.18
K	L	4	3	16	172.8	1.3	6.54	0.20
L	M	4	6	22	172.8	1.51	6.54	0.23
M	N	4	6	28	172.8	1.7	6.54	0.26
N	O	6	266	294	576	5.34	6.54	0.30
O	P	6	266	560	576	7.36	6.54	0.41
P	BAN #B	6	6	566	576	7.36	6.54	0.41

CHEQUEO CAJAS DE INSPECCIÓN								
C.1 #1N	C.1 #2N	6	972	972	2112	9.53	33.16	0.29
C.1 #2N	C.1 #3N	6	1526	2498	2112	16.54	33.16	0.50
C.1 #3N	P(17-16-K18)a	6	754	3252	2112	20.13	33.16	0.61

Nota. Como se observa en esta Tabla los diámetros seleccionados son adecuados para el diseño ya que cumplen con el parámetro de Q/Q_0 descrito en el numeral 4.3.3.4.1.

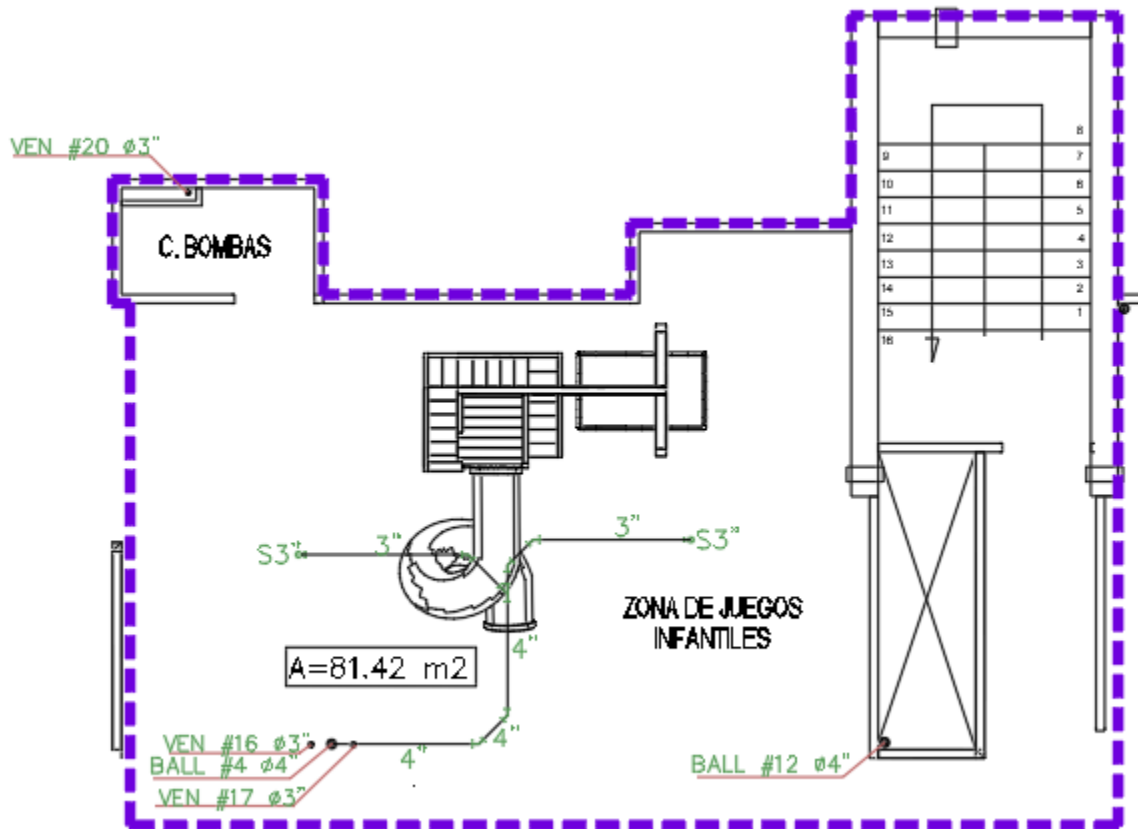
5.2.2.2 Diseño red de lluvias

En cuanto al sistema de aguas lluvias, se propuso ubicar bajantes en la cubierta como se muestra en la figura 11 con el fin de que recolecten el agua proveniente de las zonas húmedas de la edificación, estos bajantes entregan a los colectores del nivel 4 y nivel 2 para posteriormente entregarlas al sistema de alcantarillado como se observa en el apéndice F.

Después de realizar el planteamiento de la red se procede a realizar la verificación de los parámetros como se describe en el ítem 4.3.4.3.

5.2.2.2.1 Definición de áreas aferentes

Para el dimensionamiento de los bajantes y colectores horizontales se definieron las áreas de aporte de las zonas húmedas de la edificación como se muestra en la figura 11.

Figura 11*Áreas aferentes.*

Nota. En esta figura se representa la distribución de las áreas de las zonas húmedas del proyecto.

5.2.2.2.2 *Chequeo de bajantes.*

Según lo establecido en el numeral 4.3.4.3 se realizó la verificación de los diámetros seleccionados para los bajantes de lluvias con relación al área de aporte establecida, se obtuvieron como resultado los siguientes valores:

Tabla 16*Chequeo de colectores.*

DE CUBIERTAS A PISO 4					
BALL #	Diámetro pulgadas	Área conectada m ²	Capacidad como Bajante	Capacidad Ramal Horizontal	Chequeo
1	4	62.64	257	140	bien
2	4	129.68	257	140	bien
3	4	62.64	257	140	bien
4	4	40.71	257	140	bien
5	4	67.20	257	140	bien
6	4	69.33	257	140	bien
7	4	75.99	257	140	bien
8	4	60.26	257	140	bien
9	4	60.23	257	140	bien
10	4	66.07	257	140	bien
11	4	66.07	257	140	bien
12	4	40.71	257	140	bien

DE PISO 3 A PISO 2					
BALL #	Diámetro pulgadas	Área conectada m ²	Capacidad como Bajante	Capacidad Ramal Horizontal	Chequeo
A	6	100.41	758	398	bien
B	4	62.64	257	140	bien
C	6	168.78	758	398	bien
D	4	67.20	257	140	bien
E	6	162.78	758	398	bien
F	4	69.33	257	140	bien
G	4	75.00	257	140	bien
H	4	89.14	257	140	bien
I	4	89.13	257	140	bien
J	6	146.60	758	398	bien

Nota. En esta Tabla se observa que los diámetros propuestos para el diseño cumplieron con las áreas máximas permitidas.

5.2.3 Diseño sistema contraincendios

Se proyecta para la edificación un sistema de mangueras con dos columnas de suministro principales, estas columnas se ubicaron en las escaleras de emergencia como se observa en el apéndice H, este sistema este compuesto por conexiones de manguera de 2 ½” (65mm), de la misma forma se proyecta un montante con estaciones de manguera de 1 ½” (38 mm) localizado

frente a los ascensores. El volumen de almacenamiento requerido para el sistema es de 86.40 m³ de acuerdo con este valor se proyectó un sistema de bombeo compuesto por una motobomba, en la Tabla 17 se presenta los requerimientos del equipo de bombeo calculado.

Tabla 17

Especificaciones equipo de bombeo.

Bomba de incendios	Øimpulsión = 8"
	ØSucción = 8"
	HDB = 151.6 m
	P =175.6 HP

Nota. En esta Tabla se observa las especificaciones del equipo de bombeo.

5.3 Casa Valle de Rocas

El proyecto Valle de Rocas es una casa compuesta por tres niveles, en su primer nivel cuenta con parqueadero, zona de lavado y una habitación, en su segundo nivel está conformado por dos cocinas, baño social, una piscina y un barbecue, en su tercer nivel cuenta con tres habitaciones, ducha tipo turco y tres baños.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los diseños hidrosanitarios de este proyecto.

5.3.1 Diseño red hidráulica.

El sistema hidráulico está compuesto por una conexión domiciliaria de diámetro de 1 ¼" que se encarga de abastecer el tanque de consumo, el sistema de bombeo está conformado por dos bombas con el fin de garantizar el óptimo funcionamiento de los aparatos sanitarios. En la Tabla 19 se presentan las unidades de suministro para la determinación del caudal de proyecto.

Tabla 18*Unidades de suministro.*

CONSUMO GENERAL			UNIDADES TOTALES		UNIDADES MAYORADAS		UNIDADES TOTALES	
	TIPO DE APARTAMENTOS	CANT	UG AF	Σ UG AF	UG AF	Σ UG AF	UG AF	Σ UG AF
	Sótano	1	11.00	11.00	9.75	9.75	3.75	3.75
	Primer piso	1	16.00	16.00	13.75	13.75	6.75	6.75
	Segundo piso	1	25.00	25.00	21.75	21.75	9.75	9.75
				52.00	45.25	45.25	20.25	20.25
						TOTAL AG+AC	65.50	

Nota. En esta Tabla se observa el total de unidades de suministro obtenidas mediante la designación de unidades para la red de agua fría y el cálculo de las unidades de agua caliente.

De acuerdo con la Tabla anterior se realizó el cálculo de los demás componentes del diseño obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 19*Resultado diseño hidráulico.*

Diámetro Acometida	1 1/4"
Consumo diario del proyecto	1.8 L/s
Volumen de almacenamiento	V total = 3600 L
Caudal total	Q= 1.34 L/s

Nota. En esta Tabla se presentan los resultados del diseño hidráulico.

Los diámetros de la red interna oscilan entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ como se observa en el apéndice I

5.3.2 Diseño red sanitaria.

Para la recolección de las aguas negras del proyecto se propuso colectores ubicados en el segundo piso que conducen el agua captada a un sistema de cajas de inspección proyectas en el área del lote, estas cajas a su vez realizan su descarga al sistema de alcantarillado existente.

De igual para la recolección de aguas lluvias se planteó el uso sifones ubicados en las cubierta y zonas duras, estos bajantes hacen su entrega a los colectores proyectados en el primer piso y realizan la descarga al alcantarillado existente.

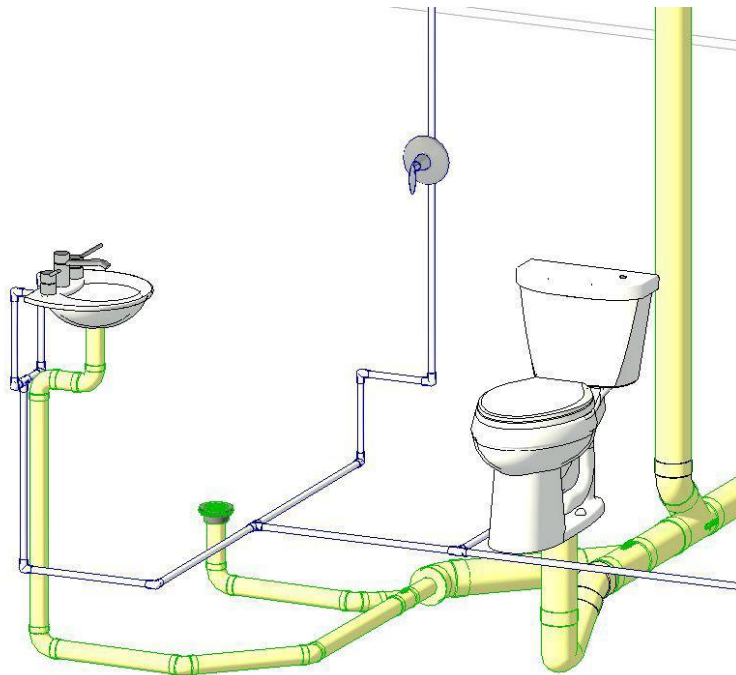
Para una mejor visualización del diseño ver Apéndice G se presentan los planos de los diseños hidrosanitarias.

5.3.3 *Modelo 3D edificio San Francisco Tower*

En el diseño de las instalaciones hidráulicas de redes internas para edificaciones es importante emplear modelos 3D para representar los elementos. Esta metodología brinda a los diseñadores y clientes una mejor percepción de cada una de las redes. En el proyecto San Francisco Tower, se llevó a cabo una coordinación de los diseños utilizando las herramientas del software Revit, además se verificó que cada uno de los recorridos de la tubería no intervinieran con los elementos estructurales (ver figura 12) que conforman el proyecto y a su vez también se realizó la comprobación que no hubiera interferencia entre redes. En el Apéndice G se muestra la representación 3D del proyecto de la planta piso, brindado una perspectiva visual más completa y detallada de sus componentes y características. Este apéndice está adjunto y puede visualizarlo en la base de datos de la biblioteca UIS

Figura 12

Representación isométrica de las redes.



Nota. En la figura se observa la coordinación de cada una de las redes.

5.4 Entrega de planos.

En cumplimiento del ítem 4.5, se llevó a cabo la finalización de los planos correspondientes a cada uno de los diseños realizados. Los resultados de dichos diseños se encuentran detallados en los Apéndices H, I, en donde se podrá visualizar los diseños completados con la información calculada. Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS.

6 Aporte a la empresa Construingeniería SAS

Mediante el software de Autodesk REVIT, se realizó el modelado de las redes hidráulicas, sanitarias y contraincendios del proyecto San Francisco Tower proporcionando una mejor

visualización para analizar las redes, lo anteriormente mencionado, facilitó la detección de inconsistencias.

Se realizó la automatización de las hojas de cálculo para los diseños mediante Microsoft Excel. Con la implementación de fórmulas se permitirá agilizar el proceso de diseño, realizando cálculos complejos de manera rápida y precisa.

7 Conclusiones

Durante la realización de las prácticas se observó la importancia de mejorar la coordinación entre los diseños estructurales y arquitectónicos ya que se identificaron casos en los que se proyectaban tuberías en espacios que se presentan en los planos arquitectónico que finalmente pertenecen a un elemento estructural, esta falta de coordinación podría afectar el sistema de soporte de la edificación. Estas situaciones se pueden mitigar mediante el desarrollo de socializaciones entre las diferentes disciplinas involucradas.

En el desarrollo de los diseños hidrosanitarios, se evidenció que las hojas de cálculo que actualmente se manejan en la empresa, se encuentran desactualizadas respecto a las normativas vigentes. Siendo esto un requisito técnico para realizar los diseños es necesario ajustar y afinar los criterios de diseño de acuerdo con las normas NTC 1500 en su actualización número cuatro y el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2017).

Se observó que en la planificación de los proyectos es relevante incorporar el modelado tridimensional de la parte estructural y arquitectónica. Esta metodología permite la realización del trazado de las redes internas de la estructura de una manera más precisa dentro del modelo, evitando interferencias e inconsistencias en los diseños de dichas redes. Es por esto, que solicitar al cliente los modelos en 3D resulta importante para la optimización de los diseños.

Durante la realización de diseños de redes internas se notó en las hojas de cálculo de Excel destinadas para esta labor, que no se encuentran totalmente programadas, generando retrasos en el proceso, así que, para optimizar los tiempos y reducir la posibilidad de errores, es necesario automatizar los cálculos mediante el uso fórmulas y mejorar la eficiencia en el diseño.

8 Recomendaciones

Realizar actualizaciones periódicas de las normativas vigentes, con el fin de dar cumplimiento a los requerimientos técnicos y garantizar que los diseños se mantengan alineados de acuerdo con los estándares recientes.

Coordinar las diferentes disciplinas con el fin de establecer de manera más precisa las ubicaciones de las tuberías y de los elementos principales de la red, como las bajantes, montantes, buitrones, tanque de consumo, etc.

Implementar el uso del software Revit, para el modelamiento de redes con el objetivo de optimizar los procesos y proporcionar mayor seguridad en los diseños, garantizando la calidad, confiabilidad y cumplimiento de los estándares requeridos en los proyectos.

Referencias Bibliográficas

- Camargo Romero, V. (2019). Propuesta de diseño para el mejoramiento de redes hidrosanitarias, captación y uso de aguas lluvia para la plaza de mercado del municipio de Natagaima, Tolima.
- Construingeniería SAS. (2022). Nuestra empresa.
- Cabrera-Béjar, J. A., & Tzatchkov, V. G. (2012). Modelación de redes de distribución de agua con suministro intermitente. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 3(2), 5–25.
- Departamento Nacional de Planeación, Dirección de Desarrollo urbano, & Ciudades, O. del S. de. (2018). Atlas de la aglomeración de Bucaramanga.
- Díaz Rubiano, S., & Rozo García, W. A. (2019). Guía para el diseño hidráulico de redes contra incendio, mediante el estudio de caso del Edificio la Quinta (Chapinero, Bogotá D.C). <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/4877>
- ICONTEC. (2020). Norma Técnico Colombia 1500. NTC 1500 “Código Colombiano de Fontanería.”
- Nieto C., A., Ocaña C., E., & V. Fernando, A. (2010). Diseño de un sistema de protección contra incendios en una planta de gas. Repositorio de La Escuela Superior Politécnica Del Litoral.
- Pérez, R. (2011). Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones (Septima ed).
- Rodríguez, L. (2007). Guía Para Las Instalaciones Sanitarias En Edificios y Domicilios. Universidad de San Carlos de Guatemala, 157. <http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis>
- Tovar, J. (2017). Informe De Diseño Redes Hidrosanitarias Proyecto Prototipo Educación.
- Verdara, F. M. (2015). “Modelación y análisis de la Red de Agua Potable de la Ciudad de la Quiaca.” 188.

Martínez-Jamaica, J. F., & Blanco-Duarte, M. Á. (2016). Guía para el diseño de sistemas de protección contra incendios, enfocada en redes internas de edificaciones.

Apéndices

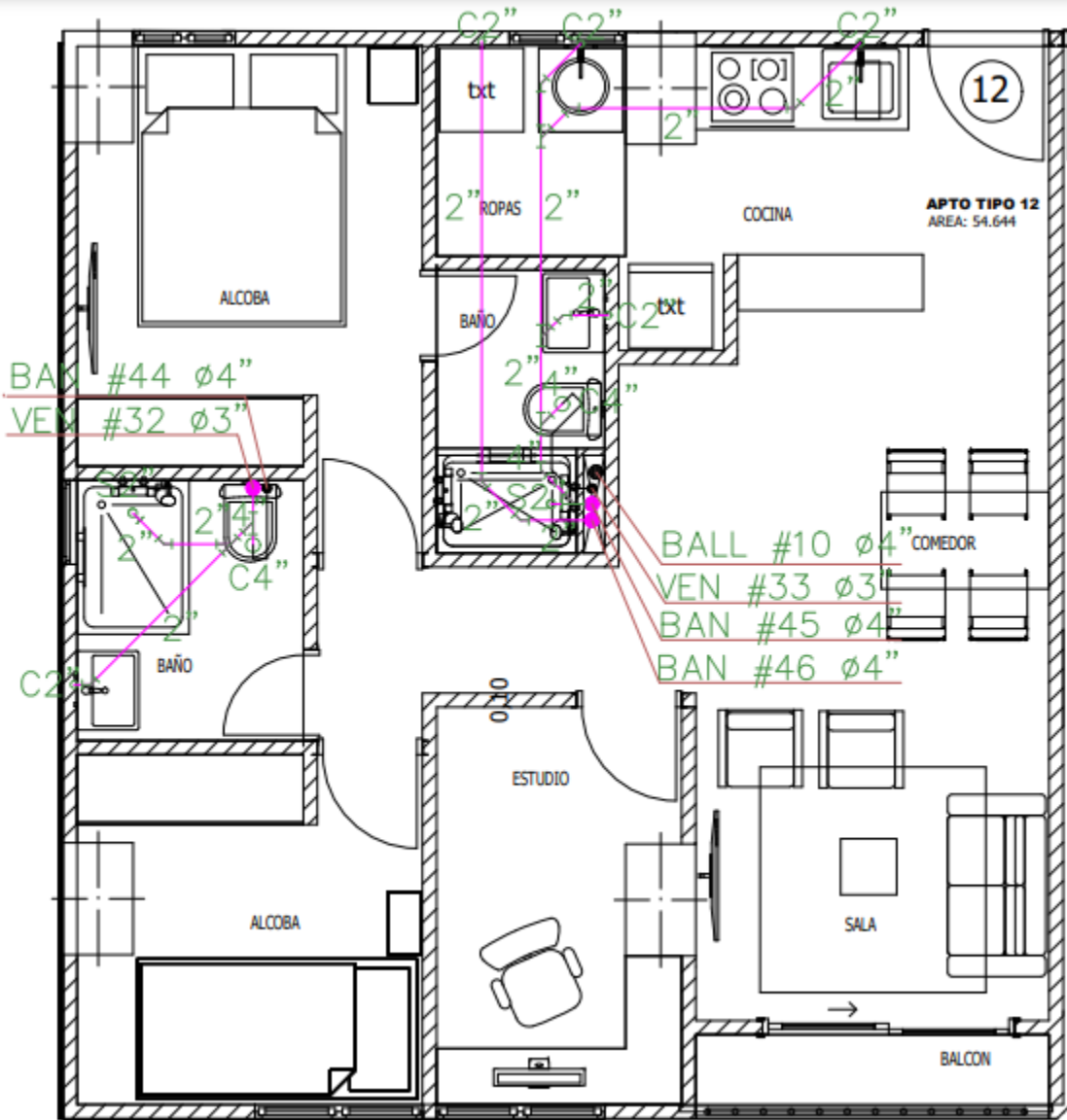
Apéndice A Cálculo de volumen del tanque.

SAN FRANCISCO TOWER				
ANEXO N°1				
CONSUMO DIARIO DEL PROYECTO				
TIPO DE APARTAMENTOS	Cantidad	No. hab/lapto	CONSUMO	CONSUMO PARCIAL
Apartamento 2 alcobas	260	4	140 lts/per/día	145,600 lts/día
Consumo diario del proyecto...				145,600 lts/día
Consumo diario				145,600 lts/día
ALMACENAMIENTO PARA CONSUMO				
Volumen almacenamiento consumo (V c)				
Volumen consumo torre	145600 litros			
ALMACENAMIENTO PARA INCENDIO				
Volumen almacenamiento consumo (V i)				
V c = 86400 litros				
VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO TORRE				
Volumen total incendio mas consumo:				
Vt = Vc +Vi 232000 litros				

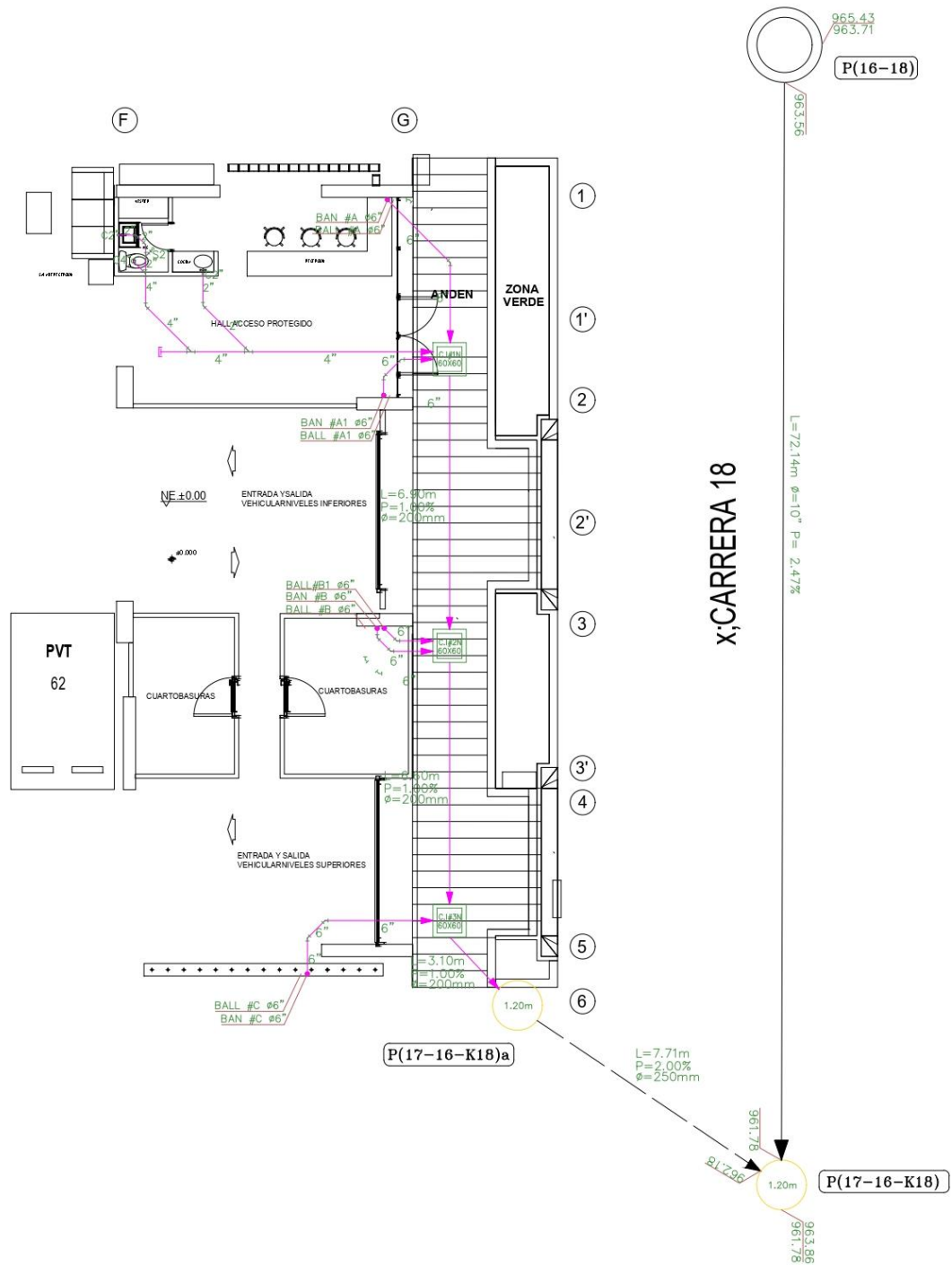
Apéndice B Calculo equipo de bombeo.

ESPECIFICACIÓN EQUIPO DE BOMBEO	
Usar variadores de velocidad	
1. Equipo de presión constante:	
Usar 1 unidad(es) de	300.00 lts c/u
Pmín=	130.00 psi = 91.00 mca
Pmáx=	150.00 psi = 105.00 mca
2. Motobombas:	
- Usar 2 unidades con las siguientes características	
- En funcionamiento 1.0 y 1.0 Stand By	
-Características de cada Motobomba:	
QB=	13.25 lps = 210.05 GPM
HDB=	92.1 m
Potencia teorica =	29.4 HP
Ø succión =	6.0 "
Ø impulso =	6.0 "

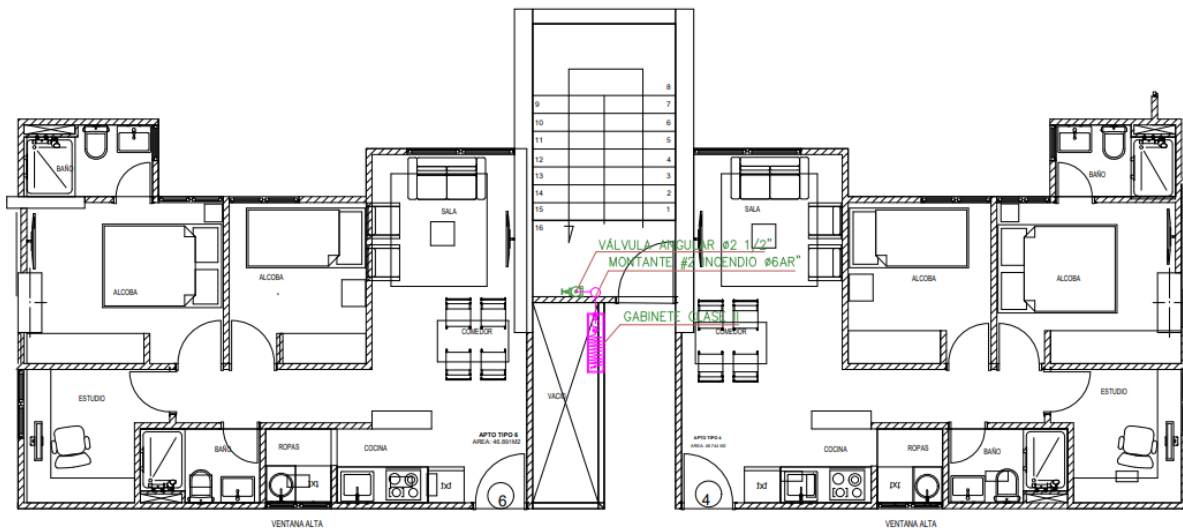
Apéndice C Trazado de red de aguas negras apartamentos tipo, piso 4.



Apéndice D Entrega colectores a cajas de inspección y acueducto existente



Apéndice E Ubicación elementos red contraincendios San Francisco Tower



Apéndice F Entrega bajantes de lluvias a cajas de inspección y acueducto existente

