



**Fortalecimiento y mejora de los procesos de diseño de redes hidrosanitarias en la empresa
Casa Sana S.A.S.**

Dubán Andrés Londoño Mora

Ingeniero Sanitario

Asesor

Neiler de Jesús Medina Peña, PhD in Urban Water Systems

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, escuela ambiental
Ingeniería Sanitaria
Medellín
2022

Cita	(Londoño Mora, 2022)
Referencia	Londoño Mora, D. A. (2022). <i>Fortalecimiento y mejora de los procesos de diseño de redes hidrosanitarias, de gas, contra incendios y externas en la empresa Casa Sana S.A.S</i> [Práctica empresarial/semestre de industria]. Universidad de Antioquia, Medellín.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas.

Jefe departamento: Diana Catalina Rodríguez Loaiza.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

El presente informe de prácticas académicas lo dedico principalmente a Dios y a mis padres que con su sacrificio en todos estos años permitieron que cumpliera este gran sueño de ser un profesional de la Universidad de Antioquia.

Agradecimientos

Agradezco a la empresa Casa Sana S.A.S por darme la oportunidad de realizar mi práctica académica, a los ingenieros Carolina Monsalve y Jose María Estrada por su apoyo dentro de la empresa y a mi asesor interno Neiler de Jesús Medina Peña por su acompañamiento durante todo el proceso de aprendizaje el cual fue fundamental para cumplir con los objetivos propuestos.

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1. Objetivos	11
1.1 Objetivo general	11
1.2 Objetivos específicos	11
2. Marco teórico	12
3. Metodología	13
4. Resultados	16
4.1. Diseño de redes hidrosanitarias	16
4.1.1 Sistema de abastecimiento de agua potable	18
4.1.2 Red de aguas residuales	21
4.1.3 Red de aguas lluvias	21
4.1.4. Pozos eyectores	22
5. Análisis	25
6. Conclusiones	26
Referencias	29
Anexos	30

Lista de tablas

Tabla 1 Proyectos ejecutados durante la práctica profesional en la compañía Casa Sana S.A.S durante los meses de mayo a octubre de 2022	16
Tabla 2 Distribución del sistema de almacenamiento de agua potable para los proyectos ejecutados dentro de la empresa Casa Sana S.A.S.....	19
Tabla 3 Presiones mínimas de aparatos sanitarios	20

Lista de figuras

Figura 1 Pasos ejecutados durante la práctica profesional en la empresa Casa Sana S.A.S durante los meses de mayo y octubre de 2022	15
Figura 2 Acometida de un sistema de suministro de agua potable	22
Figura 3 Sistema de almacenamiento y bombeo de agua potable.....	23
Figura 4 Gabinetes de medidores de agua potable	23
Figura 5 Red de distribución de agua potable en una edificación.....	24
Figura 6 Red de desagües en una edificación	24

Siglas, acrónimos y abreviaturas

APUs	Análisis de precios unitarios
EPM	Empresas Públicas de Medellín
ESP	Empresa de Servicio Público
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia
NFPA	National Fire Protection Association
NTC	Norma Técnica Colombiana
RAS	Reglamento técnico de Agua y Saneamiento
UdeA	Universidad de Antioquia

Resumen

Con el crecimiento acelerado que se viene presentado en el sector de la construcción en el país, específicamente en Medellín, los requerimientos de diseño de redes hidrosanitarias, de gas, contraincendios y redes externas han aumentado de manera proporcional. Ligado a este crecimiento del sector de la construcción, el volumen de proyectos que maneja la empresa Casa Sana S.A.S. ha rebosado su capacidad de atender de manera adecuada los tiempos de entrega de los proyectos, asociado a este retraso se tiene un cuello de botella identificado en el área de diseño, comprometiendo así el funcionamiento de la empresa. Adicionalmente, la normatividad de redes Hidrosanitarias vigentes en el país (NTC 1500, RAS 2017, etc.) se han modificado, por lo tanto, es necesario ajustar los diseños de los proyectos en ejecución al momento de ingresar a esta práctica profesional, así como de los proyectos futuros para que se ciñan a los nuevos requerimientos de ley.

Con base en la identificación de los problemas enunciados en el párrafo anterior, este informe presenta como a través de esta práctica profesional se contribuyó al fortalecimiento y mejora de los procesos de diseño de redes que se desarrollan en la empresa; para ello se priorizaron proyectos, se revisó la normatividad vigente y se ajustaron de manera acorde los proyectos a diseñar a esos nuevos requerimientos de ley, de igual manera se elaboraron cronogramas de entregas que permitieron tener un desarrollo óptimo en los procesos de diseño asignados.

Palabras clave: diseño, redes hidrosanitarias, redes de gas, redes contraincendios, mejora de procesos, normatividad.

Abstract

With the accelerated urban growth that has been occurring in the construction sector in the country, specifically in Medellin, the requirements for the design of plumbing, gas, fire protection and external utility networks have increased proportionally. Linked to this growth in construction, the volume of projects handled by Casa Sana S.A.S. has exceeded its capacity to adequately meet the delivery times of the projects, associated with this delay there is a bottleneck identified in the design unit of the company, thus compromising the operation of the company. Additionally, the existing regulations in the country for the design of hydrosanitary networks (NTC 1500, RAS 2017, etc) have been modified, therefore, it is necessary to adjust the new and future projects to adhere to the new requirements of the law.

Based on the identification of the problems stated in the previous paragraph, this report presents how through this professional practice contributed to the strengthening and improvement of the processes that are

developed in the company; for this purpose, the current regulations were reviewed and the projects to be designed were adjusted to these new requirements and a work plan with new and revised delivery schedules were implemented that allowed to have an optimal development in the several projects involved.

Keywords: design, hydrosanitary networks, Gas networks, fire protection networks, process improvement, Design Standards

Introducción

El sector de la construcción es uno de los de mayor crecimiento e importancia a nivel mundial, esto debido a la generación de empleo y al aporte del desarrollo social (Sarmiento et al., 2020). La proyección de las edificaciones no solo implica un diseño estructural, sino un diseño de instalaciones que proporcionen un servicio y un confort a las personas (Melo, 2012). Es por ello que se deben elaborar propuestas técnicas en cada uno de los subsistemas que conforman la edificación para garantizar que el proyecto se adapte a las especificaciones, necesidades, normas, que garanticen la calidad técnica de las obras, así como ajustados a los tiempos de ejecución y se minimicen los posibles retrasos en obra.

El presente informe de práctica empresarial fue realizado para la empresa Casa Sana S.A.S., la cual se dedicada al diseño e instalaciones de redes hidrosanitarias, de gas y contraincendios de edificaciones y urbanismo. En el momento de empezar la práctica profesional, la empresa poseía una serie de problemas al momento de entregar los diferentes proyectos que se adelantan en la misma, debido entre otros factores, a la falta de ingenieros que apoyen el área de diseño, por lo que la empresa ha rebotado su capacidad de atender de manera adecuada los tiempos de entrega de los proyectos, generando así, un cuello de botella, en el cual área de diseño genera represamiento en el flujo normal de trabajo que se esperaría, además, de que en los próximos meses la ingeniera coordinadora no seguirá en el cargo, viéndose así afectado el funcionamiento de la empresa.

Con este informe se contribuyó al fortalecimiento y mejora de los procesos que se desarrollan dentro de la empresa, a través de la priorización de proyectos; así como el control, programación y ejecución de actividades relacionadas con el diseño de redes hidrosanitarias, de gas, contraincendios y externas, además de ajustar estos procesos a los nuevos requerimientos de la norma en diferentes proyectos que se adelantaron durante el tiempo que duro esta práctica profesional.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Contribuir al fortalecimiento y mejora de los procesos que se desarrollan en la empresa Casa Sana S.A.S., a través del control, programación y ejecución de actividades relacionadas con el diseño de redes hidrosanitarias, de gas, contraincendios y externas.

1.2 Objetivos específicos

- Elaborar memorias de cálculo, especificaciones técnicas, presupuestos, planos y actualización de procedimientos con base a la norma vigente.
- Apoyar la Modelación de redes hidrosanitarias, de acueducto y de alcantarillado en software como Revit, AutoCAD y Epanet.
- Participar en actividades de coordinación que permitan identificar y mitigar algunos de los riesgos que puedan generar retrasos en los cronogramas de obra.

2. Marco teórico

Las instalaciones hidrosanitarias de una edificación requieren del suministro de agua, y sistemas complejos de almacenamiento, purificación, distribución y drenaje que garanticen el bienestar y las necesidades de la población (Pérez, 2010). La instalación de las redes de consumo de agua fría se realiza mediante la toma de la red general de distribución, repartiéndose a las viviendas y locales hasta los aparatos que necesiten abasto tales como lavamanos, sanitarios, duchas, entre otros y las redes de desagües reciben la descarga de todos los aparatos para posteriormente ser conducidas hasta el alcantarillado exterior (López de Ponce, 2014). La instalación de la red del suministro de agua se puede clasificar de dos maneras, primero dependiendo el número de contadores (un contador general o varios contadores) y la segunda según el caudal instalado, para lo cual se debe conocer el caudal mínimo para cada aparato y después realizar los cálculos que definen la instalación (Núñez, 2015).

Los desagües pueden ser de cuatro tipos, primero los provenientes de aparatos sanitarios los cuales reciben la descarga de toda la materia orgánica producto de las actividades fisiológicas de las personas, preparación de alimentos y en general todas las aguas negras, segundo los provenientes de la lluvia producto de la precipitación, tercero los combinados, los cuales reciben aguas negras y aguas lluvias, aunque en la actualidad es poco usual debido a regulaciones en cuanto a la separación de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial y por último de tipo industrial, el cual debe estar separado para evitar contaminación de las fuentes receptoras (Pérez, 2010).

La NTC 1500 establece los requisitos mínimos para garantizar el funcionamiento correcto de los sistemas de abastecimiento de agua potable; sistemas de desagüe de aguas negras y lluvias; sistemas de ventilación; y aparatos y equipos necesarios para el funcionamiento y uso de estos sistemas, aunque esta norma no es obligatoria se ha vuelto un estándar de la industria colombiana, y se ha adoptado por parte de las empresas de diseño de redes por contener los requerimientos mínimos que han probado ser eficientes en términos técnicos, además el RAS 2017 es una herramienta creada para mejorar la calidad de la prestación de servicios en agua potable y saneamiento básico, tiene mucha información de diseño, el cual es obligatorio mediante la resolución 0330 de 2017.

Por su parte, las redes de distribución de gas inician desde la acometida, la cual consiste en un conjunto de tuberías, equipos y accesorios desde la red de distribución hasta el medidor general, el cual obligatoriamente debe estar muy bien ventilado, luego al medidor individual de cada vivienda y por último a la instalación, la cual consiste en trazar la red hasta cada uno de los aparatos (Pérez, 2010). Los parámetros de diseño de una red de gas, son la máxima cantidad de gas requerida del sistema, máxima cantidad de gas requerida para cada consumidor, máxima cantidad de gas proyectada futura, presión de suministro de gas, presión del material de la red interna, presión de operación de los equipos, longitud de la tubería y cantidad de los accesorios, caída de presión permisible entre el punto de suministro y los artefactos a gas, la gravedad específica del gas, la velocidad permisible de gas, temperatura de entrada del gas y calidad de gas (Cuesta, 2018).

Finalmente. en cuanto a los parámetros de diseño para una red contra incendios, se define el estado del fluido, las principales propiedades a tener en cuenta son presión y caudal involucrando la velocidad del fluido (Cifuentes, 2020).

3. Metodología

Esta práctica profesional se llevó a cabo por medio de diferentes proyectos que se venían adelantando en la compañía, entre los cuales cabe resaltar los más importantes fueron los diseños y construcciones de redes de la Institución Educativa Tomas Cadavid, la bodega Centro Aceros y el Edificio Piamonte (ver Tabla 1), aunque estos no fueron todos los proyectos ejecutados, sí fueron los más relevantes desde el punto de vista de mi formación académica como ingeniero sanitario. El desarrollo de la práctica profesional se dividió en diez fases (ver imagen 1), que a su vez sirvieron como indicadores de su ejecución.

Primero se hizo una revisión de cada proyecto abordado con la finalidad de conocerlo e identificar las zonas del trazado de las redes a diseñar; segundo se elaboró un cronograma de entregas en donde se detallaron los pasos que se requerían para finalizar el proyecto de manera satisfactoria y dentro de los plazos acordados con el contratante, para ello se asignaron responsables de cada tarea y se establecieron fechas claras de entrega, se definió el orden de las tareas

dependiendo la prioridad, luego se compartió el cronograma y se hizo seguimiento al mismo de manera constante.

El tercer paso consistió en comunicarle a la constructora los ajustes necesarios en planos arquitectónicos y de urbanismo, para el diseño de las redes, tales como: adecuación de buitrones, generación de nuevos espacios, entre otros; como cuarto paso fundamental en la metodología adoptada fue el de elaborar las memorias de cálculo, en donde se dimensionaron las redes hidrosanitarias, de gas y contra incendios, según los criterios definidos en la NTC 1500 Cuarta Actualización, el RAS 2017, Normas de EPM y la NFPA según correspondiera.

En el quinto paso, se pidió viabilidad de servicios de públicos a la empresa prestadora, en este caso a EPM, esto, para conocer las redes matrices de acueducto, alcantarillado y gas para las respectivas conexiones; De manera seguida, el sexto paso consistió en él apoyó a la modelación de redes de abastecimiento, desagües, gas y contra incendios en software como Epanet, Revit y AutoCAD.

Como séptimo proceso o paso, se asistió a comités para presentación de avances y de nuevas reformas, estos fueron programados por parte de la constructora en donde se reportaron los avances del proyecto y se conocieron las nuevas reformas propuestas por parte de ingenieros y arquitectos involucrados en cada uno de los proyectos; Con los diseños y ajustes aprobados, un octavo paso fue el de elaborar los presupuestos de obra, con la finalidad de conocer el precio de cada sistema de red y a su vez, total de las redes diseñadas, sus características constructivas y los elementos de costos que lo componen mediante el análisis de precios unitarios (APUs), para posteriormente entregar un reporte a los constructores.

La elaboración de las especificaciones técnicas fue el noveno procedimiento en el flujo de trabajo, en donde quedaron evidenciados los criterios utilizados para el diseño de las redes, además de las recomendaciones a tener en cuenta al momento de la instalación de las mismas, y por último (paso 10), se presentó el proyecto en un último comité como entrega oficial del diseño, además se resolvieron las dudas pertinentes a los constructores.

A continuación, en el gráfico 1 se presenta de manera resumida todo el proceso de ejecución de la práctica académica.

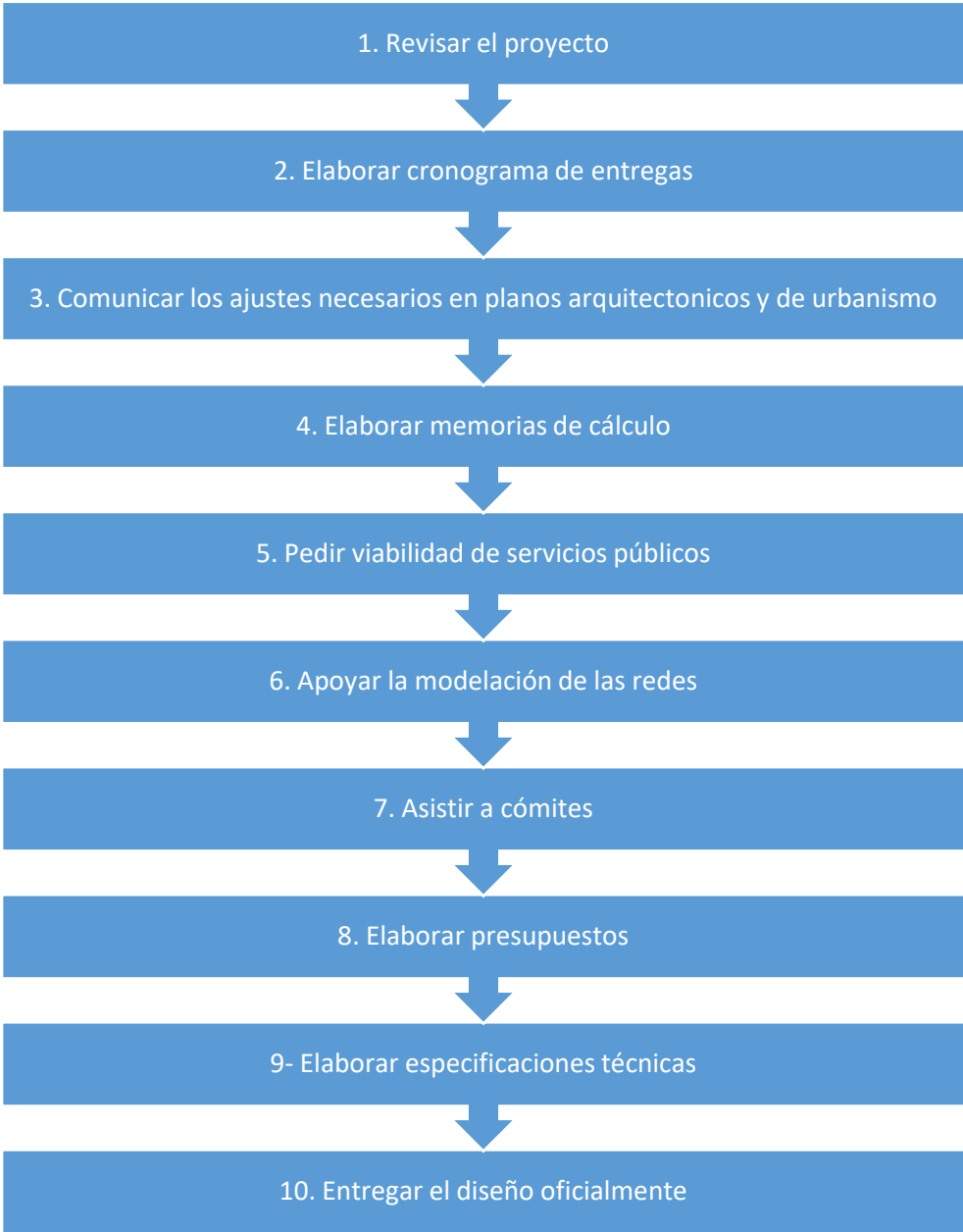


Figura 1 Pasos ejecutados durante la práctica profesional en la empresa Casa Sana S.A.S durante los meses de mayo y octubre de 2022

4. Resultados

Una vez presentados en las secciones previas los antecedentes teóricos y la metodología, en este apartado se muestran los resultados que se obtuvieron y permitieron el desarrollo de las actividades relacionadas con el diseño de redes hidrosanitarias dentro de la empresa Casa Sana S.A.S.

4.1. Diseño de redes hidrosanitarias

Al inicio de la práctica académica la empresa se encontraba con un cuello de botella identificado en el área de diseño, el represamiento de proyectos desbordaba su capacidad operativa, es por ello que, mediante esta práctica empresarial, se obtuvo como resultado la mejora en los procesos de diseño tales como: la entrega oportuna de proyectos y el alcance de las metas propuestas cumpliendo en los diseños con los nuevos lineamientos que por norma son requeridos en Colombia.

Los proyectos ejecutados fueron los siguientes:

Tabla 1 Proyectos ejecutados durante la práctica profesional en la compañía Casa Sana S.A.S durante los meses de mayo a octubre de 2022

Proyecto	Ubicación	Tipo
Institución Educativa Tomas Cadavid	Bello	Institucional
Bodegas Centro Aceros	Guarne	Comercial
Edificio Piamonte	Medellín	Residencial

Fuente: Elaboración propia

Durante el desarrollo de los proyectos se asistió a comités con grupos de otras disciplinas como arquitectura, diseño estructural, eléctrico, comunicaciones, y con los coordinadores encargados de los proyectos, lo cual se convirtió en la manera más efectiva para planear todos los detalles durante la realización de los diseños. Se llevaron a cabo dos tipos de comités, los cuales consistieron en:

1. **Recepción de la información:** consistieron en reuniones donde se estableció el procedimiento de trabajo y la manera en la que se iba a ejecutar los diseños.
2. **Comités Intermedios:** en los cuales se procedió a informar el estado en el que se encontraban los proyectos y la realización de preguntas que solucionaran dudas sobre la estructura o arquitectura respecto al diseño de las redes hidrosanitarias. En el caso en que surgieron problemas, se intervino junto con los demás participantes para sugerir ideas y explorar otras posibilidades a las problemáticas encontradas.

Otros elementos que aportaron al desarrollo de los proyectos ejecutados durante la práctica profesional fueron crear una buena relación con los modeladores de la empresa, para ello se reconoció el buen trabajo que desarrollaban mediante la exaltación de sus capacidades y profesionalismo. Se evidenció que entre mayor comunicación se tuvo con los partícipes del proyecto, se obtuvo mejores resultados.

Se aseguro que los diseños estuvieran ajustados a los requerimientos de ley, se actualizaron los procedimientos internos de la compañía de tal forma que estos pasaran de la tercera versión de la NTC 1500 a la cuarta versión de la misma, para ello se realizó un análisis comparativo en donde se observó por ejemplo, que en el sistema de abasto, las unidades de consumo por aparato disminuyó, lo que implicó que el dimensionamiento de todas las redes fuera menor, mientras que en el sistema de desagües las unidades de carga aumentaron, lo que implico que el dimensionamiento de todas las redes fuera mayor. De tal manera que dicha comparación permitió el ajuste de las memorias de cálculo con los nuevos valores y se utilizó una línea de tendencia que permitiera encontrar los valores de unidades de consumo que no se encontraban en la norma. Dentro de los ajustes ejecutados solo hubo cambio en relación con las unidades de consumo de los aparatos, más no de interpretación de la norma.

Para cada uno de los proyectos abordados en esta práctica empresarial, se elaboraron las respectivas memorias de cálculo de los diferentes componentes o redes, como lo fueron las redes de abasto, de desagües y de aguas lluvias (Ver Anexo 1). Cada proyecto contó con particularidades que aportaron al desarrollo profesional de la práctica académica.

A continuación, se presentan algunas consideraciones técnicas que se tuvieron en cuenta para el cumplimiento de los objetivos propuestos:

4.1.1 Sistema de abastecimiento de agua potable

Los sistemas de abastecimiento diseñados durante esta práctica empresarial, están compuestos por la acometida de agua potable, el tanque de almacenamiento, el sistema de bombeo y la red de distribución. Los cuales se presentan a continuación:

Acometida

En cada proyecto se definió el punto de conexión de la red pública de acueducto. Se evidenció que, para los proyectos ubicados en el área metropolitana, en jurisdicción de EPM se debía pedir la solicitud de factibilidad o viabilidad de servicios públicos, para ello fue indispensable presentar un plano de ubicación del predio con los requisitos exigidos, tales como el polígono de delimitación del lote, las vías aledañas y proyectadas con su nomenclatura y curvas de nivel, además se diligencio el formato de solicitud de factibilidad o certificación de viabilidad y disponibilidad inmediata de servicios de acueducto y alcantarillado, en donde se especifico la información del proyecto que se iba a construir y el consumo estimado en litros/segundo o m³/mes. La solicitud se hizo mediante la pagina web de EPM y se obtuvo respuesta mediante correo electrónico durante los 15 días hábiles siguientes.

Para los proyectos ubicados en jurisdicción de otras empresas de servicio público, se estableció el punto de conexión según lo dispusieron los constructores de los proyectos, para lo cual fue necesario una comunicación directa entre constructor y la ESP. El diámetro de la acometida y el medidor que se dimensionaron con base en las normas de diseño EPM (Ver anexo 2).

Tanque de almacenamiento

Para todos los diseños se optó por dejar un tanque de almacenamiento de reserva de agua para un día de servicio según lo dispuesto en la normatividad (NTC 1500, 2020), y así garantizar al menos una reserva temporal de agua tratada en los casos que haya interrupciones puntuales del suministro de la fuente o fallas en los equipos de bombeo y dependiendo el tipo de proyecto se evaluó el sistema a dejar. A continuación, en la tabla 2 se muestra el sistema de almacenamiento de agua para cada proyecto ejecutado.

La capacidad de cada tanque se calculó para garantizar la demanda de agua potable para un día de consumo de cada proyecto, como criterio de diseño se planteó para edificaciones mayores a 10 pisos dos tanques de almacenamiento, uno inferior con el 60% y otro superior con el 40%, mientras que para las edificaciones con un número de pisos menores se planteó un tanque de almacenamiento inferior con el 100% del consumo.

Tabla 2 Distribución del sistema de almacenamiento de agua potable para los proyectos ejecutados dentro de la empresa Casa Sana S.A.S.

Proyecto	Tipo de sistema	Distribución de almacenamiento
Institución Educativa Tomas Cadavid	Un tanque inferior	100%
Bodegas Centro Aceros	Un tanque inferior	100%
Edificio Piamonte	Un tanque inferior y uno superior	60% y 40% respectivamente

Fuente: Elaboración propia

Sistema de bombeo

En el caso de los proyectos en los cuales se dispuso en el diseño de un tanque de almacenamiento inferior, el bombeo se hizo directamente desde el tanque hasta los aparatos que requerían el suministro, mientras que para los que tenían tanque inferior y superior, el bombeo se hizo de tanque a tanque y luego de tanque superior a los aparatos ubicados en los últimos niveles.

Para el diseño de la red de impulsión, que corresponde a la red que llena los tanques superiores desde el tanque inferior, se verificó que la cabeza que requiere la bomba inferior fuese la adecuada para dar abastecimiento a los tanques superiores.

Para el diseño de la red presurizada, la cual corresponde a la red que distribuye el agua a los aparatos a través de un sistema de bombeo que se surte con los tanques superiores, se diseñó de tal manera que se encontró un diámetro variable en función de los requerimientos de cada nivel, es decir se halló el caudal por unidades de consumo y se proyectaron las redes.

Mediante la simulación en el software Epanet se obtuvieron las presiones y las velocidades del sistema y se verificó que estuvieran en el rango de la norma, es decir la velocidad de diseño máxima debe ser de 2 m/s para tuberías de diámetro inferior a 76,2 mm; para diámetros de 76,2 mm o mayores, la velocidad máxima debe ser de 2,50 m/s; la presión de trabajo de las redes debe estar entre el requerimiento mínimo de cada aparato (ver tabla 3) y no debe exceder los 550 kPa, en los puntos en que la presión excediera el valor permitido, se estableció poner válvulas reguladoras de presión para evitar problemas de sobrepresión y proteger los aparatos para garantizar un adecuado servicio.

Tabla 3 Presiones mínimas de aparatos sanitarios

Aparato Sanitario	Presión mínima
Duchas	10
Sanitario Tanque	7
Sanitario fluxómetro	15
Orinal	5
Orinal fluxómetro	15
Lavamanos	5
Vertederos o lavaplatos	5
Lavadoras	5
Llaves de manguera	5

Fuente: NTC 1500

Red de distribución

Mediante el uso de la NTC 1500 cuarta versión se obtuvo el caudal por aparatos, lo que permitió determinar el diámetro de las redes de distribución. Para los montantes se usó tubería PVC-P y para la distribución de apartamentos y zonas comunes tubería Hep2O. Así, por ejemplo, en aquellos tramos donde se abasteciera un único aparato el diámetro escogido fue de ½” y en el resto de tramos según la acumulación de las unidades de consumo.

4.1.2 Red de aguas residuales

Las redes de aguas residuales se plantearon para recolectar los desagües de sanitarios, lavamanos, duchas, lavaplatos, lava-escobas, rejillas de piso y demás aparatos que lo requirieran. Normalmente, las redes se conectaron a los bajantes que van por los buitrones hasta el nivel de desvíos, el cual es en el primer piso en el punto de acceso, y posteriormente hacia los andenes del proyecto. Las salidas de desagües de los aparatos fueron diseñadas en PVC Sanitaria de $\phi 2$ ” para lavamanos, duchas, orinales, lavaplatos, rejillas de piso y lava-escobas y de $\phi 4$ ” para sanitarios; Todos los lavaplatos de uso industrial o comercial que se diseñaron en los proyectos se les implementó una trampa de grasas prefabricada debajo del mesón para evitar obstrucciones en la tubería.

4.1.3 Red de aguas lluvias

El cálculo de los caudales de agua lluvia se realizó por medio del Método Racional, el cual permite hacer estimaciones de los caudales máximos de escorrentía usando las intensidades máximas de precipitación; la aplicación de este método fue factible en los diseños de redes de desagüe de cubiertas y urbanismo porque se ajusta a áreas de influencia de cuencas pequeñas, por lo que es el adecuado para este tipo de proyectos (Álvarez, Parrales et al, 2018). A partir de los parámetros descritos en cada estación pluviográfica como el tiempo de concentración de diseño y el periodo de retorno, se usó la curva de Intensidad Duración de EPM para determinar el caudal. Las redes de aguas lluvias se diseñaron para recolectar el agua procedente de las cubiertas de los

proyectos que se diseñaron y por medio de bajantes y colectores se llevaron hasta el nivel de desvíos y se condujeron hacia cajas de inspección ubicadas en zonas verdes y andenes.

Las estaciones pluviográficas de las que se cuenta con información por parte de EPM son: Caldas, Palmas, Rionegro La Macarena, Medellín (Miguel de Aguinaga), Alto San Andrés, Ayurá, La Fe, Chorrillos, San Antonio de Prado, Mazo, Planta Villa Hermosa, San Cristóbal, Vasconia y Fabricato. Para proyectos ubicados por fuera de estas estaciones se usó información por parte del IDEAM.

4.1.4. Pozos eyectores

Para los proyectos que contaran con sótanos o espacios enterrados, se propuso el diseño de filtros hacía un pozo eyector de agua lluvia que recibieran las aguas freáticas, los reboses y los lavados de los diferentes tanques de almacenamiento, de manera similar para los desagües por debajo del nivel de acceso se propuso un pozo eyector de aguas residuales. Estos pozos eyectores contaron con un sistema de bombeo encargado de enviar las aguas recolectadas por un sistema de presurización a las cajas de inspección ubicadas en partes aledañas al proyecto.

A continuación, se presenta imágenes que hacen referencia a algunos de los componentes de las redes hidrosanitarias.

Figura 2 Acometida de un sistema de suministro de agua potable



Nota. por EPM, 2017

Figura 3 Sistema de almacenamiento y bombeo de agua potable



Nota. Autor, 2022

Figura 4 Gabinetes de medidores de agua potable



Nota. Casa Sana S.A.S, 2017

Figura 5 Red de distribución de agua potable en una edificación



Nota. Pavco, 2018

Figura 6 Red de desagües en una edificación



Nota. Casa Sana S.A.S, 2019

5. Análisis

El apoyo en el diseño de los proyectos ejecutados dentro de la empresa Casa Sana S.A.S sirvió como base en la reducción del cuello de botella que se presentaba, fue fundamental identificar que actividades ralentizaban los procesos para así poder implementar soluciones a los problemas. Actualmente para el área de diseño es indispensable generar condiciones favorables de trabajo, tales como nuevos equipos de cómputo, programas y capacitación a personal que haga que los procesos avancen de manera conjunta, además es de gran importancia que la gerencia de la empresa este informada de los procesos de diseño y de los posibles problemas que se pueden generar para que se eviten o se solucionen de manera oportuna.

La actualización de los procesos de diseño conforme a la norma NTC 1500 fue esencial como orientación para el correcto diseño y trazado de las redes hidrosanitarias, dado que permitió mantener los estándares óptimos en la calidad y seguridad de los diseños en relación a lo esperado. En el área de diseño fue muy importante haber diseñado las edificaciones apegadas a las especificaciones de la norma para evitar problemas en las tuberías tales como fugas de agua, malos olores, taponamientos o bajo flujo de agua, además de evitar futuros problemas con los clientes y poner en riesgo la reputación de la empresa.

Respecto a las actividades que permitieron controlar la ejecución de los proyectos, tales como la asignación de tareas y la programación de entregas, se considera que fue un cambio fundamental ya que fueron indispensables para la finalización de los proyectos, es por ello que para el éxito de cualquier proyecto es fundamental generar estrategias que fortalezcan la coordinación de actividades actuales y futuras de la compañía. El apoyo a la coordinación del trabajo requirió una comunicación asertiva con los dibujantes y todos los miembros del equipo de trabajo día a día, esto incluyó coordinar reuniones y ser el punto de contacto entre Casa Sana S.A.S y los clientes.

Para empezar con un proceso de diseño se debe estudiar el proyecto, para ello se debe conocer la ubicación de los aparatos, los requerimientos de los clientes, identificar posibles inexactitudes en planos, hacer un trazado de redes y posteriormente definir el caudal y presión de diseño en la que pueda operar el sistema sin importar los tiempos críticos. Es fundamental que las

decisiones que se tomen por parte del diseñador estén sustentadas bajo lineamientos técnicos como la NTC 1500 o el RAS, para tener como soporte ante posibles escenarios adversos una justificación clara y contundente que respalde la decisión tomada.

Haciendo una breve comparación entre el diseño de las redes de abasto y desagües, se identificó que en el dibujo o la modelación de las redes de abasto el trazado se realiza de manera más rápida dado que no tiene tantos condicionantes como las redes de desagües, en esta última se tienen que tener en cuenta factores como la pendiente y los desvíos en una dirección de 45°. Es indispensable presentar los planos con suficientes detalles que permitan el entendimiento de cómo van las redes al momento de su instalación.

No solo es suficiente con entender aspectos hidráulicos y sanitarios para el diseño de las redes, también es necesario tener conocimientos técnicos en fontanería que permitan tener claridad sobre el tipo de tubería que se debe emplear y accesorios existentes en el mercado que se puedan adaptar al diseño, pues puede ocurrir que en los planos aparezcan accesorios que no existan en el mercado como por ejemplo reducciones de codos de diámetro de 6" a 2", sin tener en cuenta los bujes necesarios para la respectiva reducción.

6. Conclusiones

Durante el desarrollo de la práctica profesional se comprendió la norma y procedimientos necesarios para realizar el diseño de las redes hidrosanitarias en el contexto colombiano, lo cual es muy importante en el área de la construcción dado que garantiza unos diseños adecuados que no presenten problemas funcionales luego de su instalación, tales como: fugas, baja presión, malos olores, inundaciones o falta de agua; un buen diseño no solo garantiza el confort de las personas que habitarán o harán uso del inmueble si no la continuidad de la empresa en el tiempo.

Se logró dar cumplimiento a los objetivos planteados gracias al acompañamiento del asesor interno y externo de la práctica académica, los cuales proporcionaron las condiciones óptimas para el adecuado desempeño en los procesos ejecutados dentro de la empresa, además se logró fortalecer

los conocimientos adquiridos durante la realización de la carrera profesional mediante la ejecución de los diseños de las redes hidrosanitarias.

Tener un dominio sobre aspectos técnicos de diseño es fundamental no solo para situaciones internas en la empresa, si no para los diferentes escenarios como comités o reuniones, en donde es necesario evidenciar un adecuado manejo de los temas relacionados, para brindar a los clientes seguridad y respuestas oportunas a aspectos técnicos y de carácter ingenieril ante posibles dudas o inquietudes que se generen durante el desarrollo de los proyectos.

Desarrollar habilidades en el dibujo de redes mediante el uso de software como Autocad y Revit, son fundamentales para aprender y entender los elementos que componen los planos arquitectónicos y estructurales, dado que son la base de los criterios que se deben tener en cuenta al momento de definir el diseño de las redes hidrosanitarias.

La coordinación entre los miembros del equipo de trabajo es esencial para entregar los diseños en los tiempos establecidos y así no generar retrasos en obra que puedan poner en riesgo la ejecución que se tenía planeada del proyecto, durante la realización de la práctica académica se evidencio la dedicación y empeño que pone la empresa Casa Sana S.A.S para entregar un producto que cumpla con las condiciones óptimas de diseño empleando los menores tiempos de diseño.

7. Recomendaciones

- Se recomienda instalar un aplicativo o herramienta que permita un mayor control y manejo en la asignación de las actividades de diseño dentro de la empresa Casa Sana S.A.S. El uso de la plataforma Jira, es comúnmente empleado para proyectos de desarrollo de software, por lo que sería una buena herramienta que se puede ajustar para el diseño de redes dado que las metodologías que utiliza estas dirigidas a agilizar los procesos mediante la coordinación del trabajo en equipo.
- Es importante que la empresa tenga en cuenta que los dibujantes que contrate no solo se limiten a dibujar, si no que tengan un sentido lógico en el trazado de las redes.

- Las interacciones sociales son muy importantes dentro de cualquier organización dado que genera un ambiente propicio para los trabajadores de la empresa.
- Los conocimientos que se adquirieron en la asignatura de instalaciones hidráulicas y sanitarias, permitieron desarrollar una correcta ejecución de los proyectos realizados durante la práctica.
- Las habilidades blandas son un factor indispensable e importante para la adecuada interacción con diferentes escenarios, por lo que es necesario que durante el desarrollo de la carrera se fortalezca este componente.

Referencias

- Álvarez, M., Parrales, E., Plúa. A., Gutiérrez, L., Parrales, C., Marcillo, G., Guillen, F., & Merchán, W. (2018). *Hidráulica Aplicada para Ingenieros Civiles*.3Ciencias.
- Cifuentes, D., (2020). *Diseño de Una Red Contra Incendios para las Instalaciones de la Empresa Textil Ritchie S.A.S.*
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7903/1/4142857-2020-1-IM.pdf>
- Cuesta, Y., (2018). *Guía Técnica para el Diseño de una Red de Gas Natural para Uso Industrial, Aplicando la Norma Técnica Colombiana.*
<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2018/173845.pdf>
- Icontec., (2020). Norma Técnica Colombiana 1500, (2020)
- López de Ponce, A., (2022). *Instalaciones Eficientes de Suministro de Agua y Saneamiento en Edificios* (1.ª ed.). Ediciones de la U.
- Melo, Y. M. (2012). *Apuntes de Instalaciones Hidrosanitarias*. Alianza Editorial.
- Núñez, L., (2015). *Instalaciones Eficientes de Suministro de agua y saneamiento en Edificios*.
- Pérez, R., (2010). *Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones*. Ecoe Ediciones.
- Sarmiento, J., González, J & Hernández, C., (2020). *Análisis del impacto del sector de la construcción en la economía colombiana.* <https://www-redalyc-org.udea.lookproxy.com/journal/2570/257066152010/>

Anexos

Anexo 1. Memorias de cálculo red de abasto, desagües y ALL

TOMAS CADAVID																				
REDES DE ABASTO																				
ZONA	ST	SF	O	LV	DUCHA EMERGENCIA	DUCHA	LV PLATOS	LAVADEROS	LAVADORAS	LAVAESCOBAS	BAÑERA	HIDROMASAJE	LLAVES DE RIEGO	WSFU	CAUDA L	Ø PISO	WSFU ACUMULADA	CAUDAL SUMATORIA	Ø MONTE	
	2	10	3	1,4	30	4	1,4	1,4	1,4	3	1,4	1,4	1	CARGA	L/S	pu/g	CARGA	L/S	pu/g	
MONTANTE 1																				
PISO 3	3	1	4			1								1	16	0,74	1	16	0,74	1
PISO 2	4	2	6											23	1,00	1	39	1,51	1,1/4	
PROPIAS PISO 1	5	1	6											22	0,96	1	61	2,11	1,1/2	
PROPIAS PISO 1 + PISO 2 + PISO 3	12	0	4	16										55	2,08	1,1/2	120	3,06	2	
MONTANTE 2																				
PISO 3	4	2	6		2		4							88	2,56	2	88	2,56	2	
PISO 2	4	0	4				9							14	0,66	1	102	2,78	2	
PROPIAS PISO 1	4	1	16										1	47	1,77	1,1/2	149	3,45	2	
MONTANTE 3																				
PISO 3	3	1	4											1	16	0,74	1	16	0,74	1
PISO 2	4	2	6											23	1,00	1	39	1,51	1,1/4	
PROPIAS PISO 1	5	1	6											22	0,96	1	61	2,11	1,1/2	
PROPIAS PISO 1 + PISO 2 + PISO 3	12	0	4	16										55	2,08	1,1/2	120	3,06	2	

TOMAS CADAVID																
REDES DE DESAGÜE AGUAS RESIDUALES																
ZONA	ST	SF	O	LV	DUCHA	LV PLATOS	LAVADEROS	LAVADORAS	LAVAESCOBAS	BAÑERA	HIDROMASAJE	DESAGÜE DE PISO	UN DESAGÜE	UN DESAGÜE ACUMULADO	DIÁMETRO BAJANTE	
	3	4	2	1	5	2	2	2	2	2	6	2	CARGA	CARGA	Pulgadas	
BAIANTE #1																
PISO 3	4	2	6										26	26	4	
PISO 2	4	2	6										26	52	4	
PISO 1	5	1	6										28	80	4	
BAIANTE #2																
PISO 3	4	2	6		2	4							44	44	4	
PISO 2	4	0	4										20	64	4	
PROPIAS PISO 1	3	1	1	16		9							49	49	4	
PISO 3 DESVÍO	67	25											113	113	4	
PISO 1																
PISO 1 - 3				5									5	5	3	
PISO 1 - 4		1	1	2									8	8	4	
PISO 1 - 5		1	1	2									8	8	4	
PISO 1 - 6		1		2									5	5	4	
3+4	0	1	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	4	
3+4+5	0	2	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	21	21	4	
3+4+5+6	1	2	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	26	26	4	

IE TÓMAS CADAVID

MEMORIAS CALCULO AGUAS LLUVIAS

1. Cálculo del diámetro mínimo por bajante

ESTACIÓN	FABRICATO
PERIODO DE RETORNO	20
C	2093,2
H	11
M	-0,8352
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	10
INTENSIDAD DE DISEÑO	165 mm/hr

# BAJANTE	INTENSIDAD lts/m2-seg	AREA m2	RELACION AIRE D/d	COEFICIENTE C	CAUDAL lts/seg	Ø DISEÑO Pulgadas	Ø MÍNIMO Pulgadas	ESTADO
1	0,046	125,00	7/24	1	5,72	4	3,36	OK
2	0,046	125,00	7/24	1	5,72	4	3,36	OK
3	0,046	37,00	7/24	1	1,69	4	2,13	OK
4	0,046	168,00	7/24	1	7,68	4	3,76	OK
5	0,046	156,00	7/24	1	7,13	4	3,66	OK
6	0,046	117,00	7/24	1	5,35	4	3,28	OK
7	0,046	117,00	7/24	1	5,35	4	3,28	OK
8	0,046	156,00	7/24	1	7,13	4	3,66	OK
9	0,046	173,00	7/24	1	7,91	4	3,80	OK
10	0,046	163,00	7/24	1	7,45	4	3,72	OK
11	0,046	156,00	7/24	1	7,13	4	3,66	OK
12	0,046	78,00	7/24	1	3,57	4	2,82	OK
13	0,046	78,00	7/24	1	3,57	4	2,82	OK
14	0,046	156,00	7/24	1	7,13	4	3,66	OK
15	0,046	173,00	7/24	1	7,91	4	3,80	OK


2. Calculo de ruta critica red de aguas lluvias

VELOCIDAD MINIMA	0,75	m/seg	FUERZA TRACTIVA MINIMA	0,15	kg/m2
VELOCIDAD MAXIMA	10	m/seg	Q/q0 MAXIMO	0,84	

max 6 pulg

RUTA CRITICA RED DE AGUA LLUVIA										
TRAMO	AREA	DIAMETRO	GASTO	MATERIAL	PENDIENTE	Q/q0	VELOCIDAD	F. TRACTIVA	ESTADO	
Inicial	Final	m2	Pulgadas	litros/seg	%		metros/seg	kg/m2		
BALL 1		325,00	4	5,72	PVC-S	1	0,73	0,93	7,94	OK
BALL 2		325,00	4	5,72	PVC-S	1	0,73	0,93	7,94	OK
BALL 2 + BALL 6		342,00	6	11,07	PVC-S	1	0,48	1,08	15,37	OK
BALL 2 + BALL 6 + BALL 5		398,00	6	18,20	PVC-S	1	0,79	1,25	25,27	OK
BALL 2 + BALL 6 + BALL 5 + BALL 3		435,00	8	19,89	PVC-S	1	0,40	1,23	27,62	OK
BALL 1 + BALL 2 + BALL 6 + BALL 5 + BALL 3		560,00	8	25,61	PVC-S	1	0,52	1,33	35,56	OK
BALL 1 + BALL 2 + BALL 6 + BALL 5 + BALL 3 + BALL 4		728,00	8	33,29	PVC-S	1	0,67	1,44	46,23	OK
BALL 1 + BALL 2 + BALL 6 + BALL 5 + BALL 3 + BALL 4 + BALL 10		891,00	8	40,74	PVC-S	1	0,82	1,52	56,58	OK
BALL 1 + BALL 2 + BALL 6 + BALL 5 + BALL 3 + BALL 4 + BALL 10 + BALL 11		1047,00	10	47,88	PVC-S	1	0,53	1,55	68,49	OK
BALL 7		337,00	4	5,35	PVC-S	1	0,69	0,91	7,43	OK
BALL 7 + BALL 8		373,00	6	12,48	PVC-S	1	0,54	1,11	17,34	OK
BALL 7 + BALL 8 + BALL 9		446,00	8	20,40	PVC-S	1	0,41	1,24	28,32	OK
BALL 7 + BALL 8 + BALL 9 + BALL 15		619,00	8	28,31	PVC-S	1	0,57	1,37	39,31	OK
BALL 7 + BALL 8 + BALL 9 + BALL 15 + BALL 14		775,00	8	35,44	PVC-S	1	0,72	1,47	49,21	OK
BALL 7 + BALL 8 + BALL 9 + BALL 15 + BALL 14 + BALL 13		853,00	8	39,01	PVC-S	1	0,79	1,51	54,17	OK
BALL 7 + BALL 8 + BALL 9 + BALL 15 + BALL 14 + BALL 13 + BALL 12		931,00	10	42,57	PVC-S	1	0,48	1,52	59,12	OK
BALL 1 + BALL 2 + BALL 6 + BALL 5 + BALL 3 + BALL 4 + BALL 10 + BALL 11 + BALL 7 + BALL 8 + BALL 15 + BALL 14		1978,00	10	90,45	PVC-S	1,5	0,82	2,17	188,40	OK

Anexo 2. Dimensionamiento de acometida y medidor

Empresas Públicas de Medellín E.S.P.		
Aplicativo para el calculo del dimensionamiento de acometida y medidor para suministro con sistema de bombeo		
Nota: Para el manejo de este aplicativo solo será necesario que el diseñador diligencie las celdas sombreadas en gris.		
1. Datos del proyecto y diseñador		
Nombre del diseñador:		
Nombre del proyecto:		
Fecha de elaboración:		
2. Determinación del Volumen del tanque		
Tipo de proyecto:	No residencial o mixto	
Volumen del tanque a llenar estimado:	45,00 m ³	
Volumen del tanque a llenar escogido:	45,00 m ³	
Consumo mensual estimado:	1350,00 m ³ /mes	
3. Calculo de caudal que pasará por la acometida y medidor		
Tiempo de llenado de tanque:	10 horas	
Caudal:	4,50 m ³ /h	
4. Medidor mecánico calculado		
Diámetro mínimo del medidor:	25 mm	
Relación R mínima (Q3/Q1):	160	
Velocidad en el medidor:	2,55 m/s	
5. Medidor ultrasónico calculado		
Diámetro mínimo del medidor:	25 mm	
Relación R mínima (Q3/Q1):	500	
Velocidad en el medidor:	2,55 m/s	
6. Acometida a instalar calculada		
Diámetro de la acometida:	40 mm PE100 PN16	
Velocidad en la acometida:	1,50 m/s	

Anexo 3. Plano redes

