



**Montaje e implementación de hoja de cálculo para el diseño de redes hidrosanitarias en viviendas o edificaciones con su respectivo manual de uso, para la empresa A.D.O.S ingeniería en la región de Urabá.**

Mauricio Salazar Rodríguez.

Informe de práctica académica para optar al título de Ingeniero Sanitario.

Asesor

Alejandro de Jesús Molina González. Especialista en gerencia de proyectos.

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, escuela ambiental  
Ingeniería Sanitaria.  
Apartado, Antioquia, Colombia.

2022

---

Cita

(Salazar Rodríguez, 2022)

---

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Salazar Rodríguez, M, (2022). *Montaje e implementación de hoja de cálculo para el diseño de redes hidrosanitarias en viviendas o edificaciones con su respectivo manual de uso, para la empresa A.D.O.S ingeniería en la región de Urabá*. [Práctica empresarial]. Universidad de Antioquia, Apartado, Colombia.

---



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

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

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Jesús Francisco Vargas Bonilla / Braulio Andrés Angulo Martínez.

**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**

Este trabajo se lo dedico primordialmente a mi familia, mi padre Cesar Salazar Hernández y mi madre Marleny Rodríguez Cortez, quienes me han apoyado totalmente desde mis inicios en la escuela hasta ahora en todo lo que he necesitado durante mi proceso de formación académica, de igual forma a mi hermano y a mis primos de quienes recibí asesorías en algunos temas durante los primeros semestres.

De igual forma quiero dedicarlo a todos mis compañeros y docentes con los que compartí espacios durante la carrera, especialmente a aquellos con lo que conforme grupos de estudio de quienes aprendí en gran medida tanto la parte académica como del ser persona.

## **Agradecimientos**

Primero que todo darle las gracias a Dios por permitirme cumplir esta meta de ser un profesional con la cual soñaba desde pequeño, Agradezco a mis padres por ser ese apoyo incondicional y motivo para salir adelante en este proceso.

Quiero agradecer al Alma mater (Universidad de Antioquia) por abrirme sus puertas, por formarme como persona y en lo que concierne a la parte académica llenarme de conocimiento a través de los docentes a quienes agradezco enormemente por su hermosa labor, por estar dispuestos a compartir el conocimiento que tienen de la mejor manera posible y despejar cualquier duda o inconveniente presentado en el proceso. Le agradezco al profesor Alejandro de Jesús Molina por ser parte y acompañarme en el proceso de la práctica académica, quien me guio y mantuvo al tanto de todo mi proceso manteniendo siempre la mejor disposición y empeño al momento de asesorarme sobre mis entregas parciales.

Finalmente le agradezco inmensamente a la empresa ADOS INGENIERIA por brindarme la posibilidad de realizar mi practica académica dentro de sus instalaciones y hacerme un miembro más de su equipo de trabajo, brindándome su apoyo en todo momento durante mi proceso especialmente al ingeniero Rafael Torres Montes. Por ultimo quiero agradecer a todos mis compañeros con quienes vi clases y compartí quienes parte importante de este bonito proceso.

## Tabla de contenido

<b>Resumen .....</b>	<b>10</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>11</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>12</b>
<b>1 Objetivos .....</b>	<b>14</b>
1.1 Objetivo general .....	14
1.2 Objetivos específicos.....	14
<b>2 Marco teórico.....</b>	<b>15</b>
<b>3 Metodología.....</b>	<b>18</b>
<b>4 Resultados .....</b>	<b>20</b>
4.1 Reconocimiento del área de diseño de la empresa. ....	20
4.2 información requerida para el diseño y montaje de la hoja de cálculo en Microsoft Excel. ....	22
4.2.1 Componente técnico.....	22
4.2.2 Método de diseño.....	24
4.2.3 Componente normativo.....	28
4.3 montaje de la hoja de cálculo .....	29
4.3.1 Coordenadas.....	30
4.3.2 Ruta critica .....	31
4.3.3 Acometida y medidor.....	32
4.3.4 Plano 1 .....	35
4.3.5 Cantidades de obra.....	36
4.3.6 Colectores internos.....	38
4.3.7 Aguas lluvias.....	39
4.3.8 Colectores lluvias.....	40
4.4 realización del manual de uso. ....	40

<b>5. proyectos realizados con la hoja de cálculo. ....</b>	<b>41</b>
5.1 Proyecto número uno: Edificio Confiar Apartado Antioquia. ....	41
5.1.1 Piso número 1 edificio confiar. ....	42
5.1.2 Piso número 2 edificio confiar. ....	42
5.1.3 Piso número 3 edificio confiar. ....	42
5.1.4 Pisos número 4 y 5 edificio confiar. ....	42
5.2 Proyecto número dos: Palacio de la cultura Apartado Antioquia. ....	43
5.2.1 piso número 1: Palacio de la cultura Apartado Antioquia. ....	44
5.2.2 piso número 2 y 3: Palacio de la cultura Apartado Antioquia. ....	44
5.3 planos generados para Edificio Confiar y Palacio de la Cultura. ....	44
<b>6 Conclusiones .....</b>	<b>45</b>
<b>7. Referencias .....</b>	<b>47</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>49</b>

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Características de diseño de redes hidrosanitarias. ....	<b>23</b>
<b>Tabla 2.</b> Metodos empiricos de diseño de redes hidrosanitarias. ....	<b>24</b>
<b>Tabla 3.</b> Metodos semi-empiricos de diseño de redes hidrosanitarias. ....	<b>25</b>
<b>Tabla 4.</b> Métodos probabilísticos de diseño de redes hidrosanitarias. ....	<b>27</b>

## Lista de ilustraciones

<b>Ilustración 1.</b> Organización Corporativa ADOS Ingeniería. ....	<b>20</b>
<b>Ilustración 2.</b> Estructura Organizacional del personal de la empresa. ....	<b>21</b>
<b>Ilustración 3.</b> Coordenadas de nodos establecidos. ....	<b>31</b>
<b>Ilustración 4.</b> Dimensionamiento de acometida.....	<b>33</b>
<b>Ilustración 5.</b> Dimensionamiento de medidor.....	<b>34</b>
<b>Ilustración 6.</b> Trazado en planta de la Red de abastos.....	<b>35</b>
<b>Ilustración 7.</b> Cantidades de obra.....	<b>37</b>
<b>Ilustración 8.</b> Ruta crítica red residual.....	<b>38</b>
<b>Ilustración 9.</b> Dimensionamiento bajantes de aguas lluvias.....	<b>39</b>
<b>Ilustración 10.</b> Dimensionamiento colectores de aguas lluvias.....	<b>40</b>
<b>Ilustración 11.</b> Render proyecto edificio Confiar.....	<b>41</b>
<b>Ilustración 12.</b> Render proyecto palacio de la cultura.....	<b>43</b>



## **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>ADOS</b>	Alternativa en diseño obras y servicios de ingeniería S.A.S.
<b>ING</b>	Ingeniero, ingeniera.
<b>S.A.S</b>	Sociedad por acciones simplificadas.
<b>NTC 1500</b>	Norma técnica colombiana 1500.
<b>RES 0330</b>	Resolución 0330.
<b>RAS</b>	Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico.
<b>IDEAM</b>	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

## **Resumen**

Una de las etapas más importantes, complejas y extensas de un proyecto es la etapa de diseño, pues en esta se debe garantizar el óptimo dimensionamiento y cumplimiento de todas las normatividades existentes para asegurar el excelente funcionamiento de todos los componentes que conforman la obra; estructural, eléctrico, hidráulico, entre otros. La empresa ALTERNATIVA EN DISEÑO OBRAS Y SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.S (A.D.O.S) constituida desde el 2017 se dedica a ofrecer servicios de asesoría, diseño, construcción e interventoría de proyectos de Ingeniería Sanitaria, Civil, hidráulica y Ambiental. El componente hidráulico es quizás uno de sus fuertes y de primera necesidad para las personas, dentro de este se encuentran las instalaciones hidráulicas y sanitarias. Conocidas popularmente como plomería o fontanería, son los sistemas compuestos por tuberías, accesorios y demás elementos que permiten el suministro de agua potable y el retiro las aguas servidas de las casas, edificios, locales comerciales, industrias, etcétera. (López & Lozano, 2022). Durante el semestre de industria se estuvo apoyando el área de diseño con el montaje de una hoja de cálculo para el dimensionamiento de instalaciones hidráulicas en la empresa A.D.O.S, lo cual corresponde a una de sus principales actividades comerciales, finalmente se desarrolló un manual que contiene la información necesaria para el adecuado uso de la hoja de cálculo.

*Palabras clave:* redes hidrosanitarias, tuberías, hoja de cálculo, abastos, desagües, instalaciones, hidráulica, manual de uso, obras civiles.

### **Abstract**

One of the most important, complex and extensive stages of a project is the design stage, since in this stage the optimal dimensioning and compliance with all existing regulations must be guaranteed to ensure the excellent functioning of all the components that make up the work; structural, electrical, hydraulic, among others. The company ALTERNATIVA EN DISEÑO OBRAS Y SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.S (A.D.O.S) established in 2017 is dedicated to offering consultancy, design, construction and inspection services for Sanitary, Civil, Hydraulic and Environmental Engineering projects. The hydraulic component is perhaps one of its strengths and of first necessity for people, within this are the hydraulic and sanitary installations. Popularly known as plumbing, they are the systems made up of pipes, accessories and other elements that allow the supply of drinking water and the removal of wastewater from houses, buildings, commercial premises, industries, etc. (López & Lozano, 2022). During the industry semester, the design area was supported with the assembly of a spreadsheet for the dimensioning of hydraulic installations in the A.D.O.S company, which corresponds to one of its main commercial activities, finally a manual was developed that contains the information necessary for the proper use of the spreadsheet.

*Keywords:* hydrosanitary networks, pipes, spreadsheet, supplies, drains, installations, hydraulics, user manual, civil works.

## **Introducción**

La construcción de una obra civil puede dividirse en varias etapas, desde que se comienza a estudiar la funcionalidad y viabilidad de esta, hasta que entra en funcionamiento; dentro de este intervalo hay un sin número de actividades y procesos para que esto se pueda lograr. Una de las etapas más importantes, complejas y extensa es la etapa de diseño, en esta se debe planificar el proyecto, buscar estrategias y desarrollarlo garantizando el óptimo dimensionamiento y cumplimiento de todas las normatividades.

Uno de los componentes vitales para la construcción de proyectos de infraestructura y vivienda son las redes hidráulicas y sanitarias. El desarrollo técnico de estas líneas fue motivado por la necesidad de responder a problemas de salubridad producto del manejo de aguas servidas generadas en las actividades domésticas diarias. (Barrero J, 2020). El diseño de las redes hidrosanitarias debe garantizar el óptimo funcionamiento de los aparatos sanitarios de la edificación, este es el encargado de dotar de agua potable y evacuar las aguas residuales de la misma, por lo tanto, el alcance del diseño de instalaciones hidráulicas abarca la acometida (Conexión domiciliaria a la red principal), las redes, accesorios, equipos de bombeo y los diferentes aparatos hidrosanitarios, donde se controlan diversos parámetros de diseño como velocidad, caudal, presión, diámetro y material (Barrero J, 2020). En la zona de Urabá se presenta una alta demanda de diseño de redes hidrosanitarias, esto debido principalmente al crecimiento acelerado de población y proyectos de infraestructura, ADOS ingeniería es una empresa dedicada al diseño y construcciones de redes hidráulicas y sanitarias, cuenta con su sede en el municipio de Apartadó dispuesta para la realización de diferentes actividades relacionadas con la ingeniería sanitaria, sin embargo ha tenido que rechazar ofertas laborales por la saturación en su área de diseño que cuenta con poco personal para su amplia demanda. Con el objetivo de aportar significativamente en el área de proyectos en el componente de diseño, se creara una hoja de cálculo para el diseño redes hidrosanitarias con su respectivo manual de uso que contendrá la información necesaria para esta actividad, basándose en la normatividad que se aplique y la bibliografía relacionada, lo que garantiza el cumplimiento técnico y normativo. A su vez se realizara el acompañamiento en las

diferentes actividades que se requieran como modelaciones, elaboración de planos, elaboración de informes, entre otras garantizando una adecuada ejecución.

Con la hoja de cálculo diseñada se realizaron 2 importantes proyectos para los cuales a la fecha se encuentran uno en funcionamiento, estos corresponden al edificio de la cooperativa Confiar y el otro corresponde al palacio de la cultura del municipio de Apartado.

## **1 Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Diseñar una hoja de cálculo para el dimensionamiento de instalaciones hidrosanitarias con su respectivo manual de uso.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Acompañar el área en el diseño y construcción de redes hidrosanitarias.
- Realizar modelaciones del dimensionamiento de redes en los softwares de diseño Epanet, WaterCad, WaterGems.
- Garantizar el cumplimiento de la normatividad colombiana en los diseños de redes hidrosanitarias realizados por la empresa.
- Realizar el cálculo hidráulico de redes de abastos y desagüe en edificaciones.
- Realizar informes y planos para los proyectos de la empresa.
- Realizar diagnósticos de redes hidrosanitarias existentes.

## **2 Marco teórico**

Un proyecto de construcción de una obra civil se puede dividir en 3 etapas: Una etapa de concepción, diseño y planificación del proyecto donde se definen las características que tendrá el proyecto, una segunda etapa de ejecución donde se desarrolla completamente lo establecido en la primera etapa del proyecto, y finalmente una etapa de funcionamiento del proyecto, donde cumple con las funciones para las cuales se planeó inicialmente. El llevar a cabo estas etapas de una buena forma se traduce en el éxito o fracaso del proyecto realizado (Casas & Barona, 2019). Las redes hidrosanitarias son parte fundamental en el diseño y construcción de edificaciones, estas son las encargadas de suministrar el agua potable para el consumo humano y mantener la salubridad dentro de la edificación.

Actualmente en Colombia existen dos normas principales para el diseño y construcción de estas redes; El Código Colombiano de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias NTC 1500/2020 4ta actualización, y la resolución 0330 de 08 de junio de 2017, (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS) (Camargo V, 2019). Estas pueden ser diseñadas de dos formas principalmente, mediante programas de modelación hidráulica o por medio del uso de hojas de cálculo, las cuales son programadas con los conceptos teóricos y las ecuaciones matemáticas correspondientes para el dimensionamiento de dichas redes de acuerdo a su comportamiento hidráulico, sin embargo, muchas de estas hojas de cálculo pueden ser complejas o difíciles de entender para los que interactúan con estas, es por esto que es importante implementar manuales de uso de estas herramientas, pues estos recogen los aspectos básicos y esenciales. Así, los manuales nos permiten comprender mejor el funcionamiento de algo, o acceder, de manera ordenada y concisa, al conocimiento de diferentes temas (Softgrade, 2018).

El diseño y construcción de sistemas de distribución de agua potable y evacuación de agua residual en edificaciones que garanticen un servicio de calidad, resulta de gran importancia debido a que un error puede ocasionar problemas sociales y o estructurales. Existen diferentes métodos de diseño para redes hidrosanitarias, la elección del método a emplear depende de varios factores tales como: requerimiento normativo, la exigencia del contratante, la experiencia del

diseñador, entre otros. Sin embargo es de gran importancia realizar una buena elección del método y tener experiencia en el tema de diseño de estas redes, puesto que en ocasiones suele ser confundido con diseños de acueductos, que si bien ambas están gobernadas por los mismos principios físicos e hidráulicos, comparten el mismo objetivo de garantizar que las conducciones tengan las características apropiadas para que el suministro se realice en la cantidad y presión requerida por los consumidores; existen diferencias significativas entre estos; asociadas principalmente a los caudales y presiones. (Torrado J, 2012)

Los caudales y presiones en las redes hidrosanitarias buscan garantizar el óptimo funcionamiento de los aparatos sanitarios de las viviendas, por tanto estos dependen y se calculan principalmente de acuerdo al número de aparatos y sus características (sanitarios, lavamanos, conexiones de lavado, etc) .los cuales son abastecidos por cada uno de los tramos que conforman la red. Usualmente, las redes internas se diseñan para abastecer un caudal máximo probable al sistema que resulta del uso normal de los aparatos sanitarios y que cuantitativamente corresponde a la suma de los caudales mínimos requeridos para el funcionamiento de los aparatos en cada tramo, afectada por algún tipo de reducción establecida de acuerdo con alguno de los métodos que se han desarrollado para tal fin ya que es poco probable que en un momento dado todos los aparatos funcionen de forma simultánea. (Torrado J, 2012)

De igual manera las redes de desagües entendidas como el conjunto de tuberías horizontales (pendientes inferiores al 2%) que se encargan de recibir las descargas de aguas servidas desde los sifones y las distintas piezas sanitarias de la edificación, para conducir las hasta la tubería vertical o bajante y finalmente ser descargadas en la caja de inspección domiciliarias (Hidrasoftware, 2019), son dimensionadas a partir de los aparatos sanitarios, se debe garantizar que todos y cada uno de ellos cuente con una salida residual para la evacuación y adicionalmente eliminación de malos olores.

Por otro lado las redes de desagüe pluviales, contrario a las redes de abastos y desagües no dependen de los aparatos sanitarios de la edificación, estos dependen principalmente de la



precipitación o lluvia. Los desagües pluviales recogen y alejan las aguas provenientes de las precipitaciones que caen sobre las edificaciones y los espacios exteriores, porque el estancamiento del agua de lluvia puede perturbar las actividades cotidianas y el confort, afectar la infraestructura de las construcciones, generar inundaciones, entre otros. Cabe destacar que no es permitido de acuerdo a lo regido en la normatividad combinar las aguas residuales con las aguas lluvias en la edificación, estas se diseñan y construyen separadas hasta las cajas de inspección, estas pueden fluir a tubo lleno ya que no se requiere mantener presiones específicas y tampoco se requiere de ventilación (Carmona, R. 2010).

### **3 Metodología**

La metodología que se va a abordar para el desarrollo del presente trabajo consta de 4 etapas, las cuales siguen una secuencia lógica para el óptimo desarrollo de este. A continuación se describe cada una de estas etapas.

**Etapas 1:** Identificación de las principales necesidades del área de diseño de la empresa ADOS ingeniería, así mismo como las actividades realizadas en esta área.

Esta etapa inicia con el periodo inductivo, en donde se conocerá la empresa y las labores que desempeñan en la región de Urabá. Posterior a esto se identificarán las características, las necesidades y/o problemas que se presentan en el área de diseño de la empresa, estableciendo además, las oportunidades de mejora y posibles soluciones a las falencias observadas. Para esto se llevarán a cabo reuniones y diálogos constantes con los trabajadores del área de diseño, esto a su vez permite obtener información de proyectos anteriores y el método de trabajo de esta, además de los puntos de interés para el proyecto de prácticas y del que hacer laboral del área de diseño.

**Etapas 2:** Revisión bibliográfica y de normatividad necesaria para la estructuración y montaje de la hoja de cálculo en Microsoft Excel.

En esta etapa se indagará con el personal encargado del diseño de instalaciones hidrosanitarias sobre todos los proyectos y actividades realizadas y pendientes por desarrollar, una vez conocido esto se identificarán los conceptos teóricos, normatividades, consideraciones técnicas o detalles para tener en cuenta en estos proyectos, lo anterior con el objetivo de estructurar una hoja de cálculo que permita realizar diseños de redes de abastos y desagües para futuros proyectos en la empresa.

**Etapas 3:** Montaje de la hoja de cálculo en Microsoft Excel y su manual de uso.

Una vez se tenga conocimiento sobre las actividades a realizar en el área de diseño, se realizará el montaje de una hoja de cálculo en Microsoft Excel en donde se puedan realizar los cálculos, dimensionamiento de redes y que a su vez permita obtener las cantidades de obra para

facilitar los procesos de cotizaciones. Además se realizara un manual de uso con el cual el personal de diseño estará en capacidad de usar la hoja de cálculo y realizar los diseños, pues este contendrá la información necesaria para esta actividad.

**Etapas 4:** Entrega de la hoja de cálculo y manual de uso al área de diseño de la empresa para su uso y puesta en funcionamiento.

Con la hoja de cálculo diseñada, el paso siguiente será proceder a presentarla al jefe del área técnica, con todas las funciones debidamente detalladas para su eficiente uso, este será el encargado de verificar la información y validez de la hoja de cálculo y así validar que el producto que se entregara cumpla con los lineamientos técnicos de la normativa y de la empresa.

## 4 Resultados

### 4.1 Reconocimiento del área de diseño de la empresa.

Durante el transcurso del primer mes de prácticas, se llevó a cabo un proceso introductorio y de acople en la empresa, en este tiempo se conoció al personal administrado por parte de la empresa y sus funciones designadas por gerencia, para el posterior enfoque en el área de diseño, dependencia de la cual hacen partes las actividades a realizadas durante los 6 meses del semestre de industria, a continuación se presenta la estructura organizacional de la empresa.

*Ilustración 1. Organización Corporativa ADOS Ingeniería.*



Nota. Fuente: elaboración propia.

Como se puede ver en la siguiente imagen donde se observa la estructura corporativa de la empresa ADOS INGENIERIA, el área de diseño la cual hace parte del área técnica de la empresa está comprendida por los diseñadores, dibujantes y auxiliares de ingeniería, quienes se encuentran bajo la responsabilidad del coordinador de proyectos, encargado de velar porque los procesos de dicha área funcionen de la mejor manera.

*Ilustración 2. Estructura Organizacional del personal de la empresa.*



Nota. Fuente: elaboración propia.

Durante la práctica se logró conocer la envergadura de diferentes proyectos que ha realizado la empresa desde su surgimiento, esto con el objetivo de reconocer y tener una idea del contenido de las entregas que se deben hacer, así mismo como los manejos administrativos para cada tipo de proyectos. En general el área de diseño de la empresa funciona de manera adecuada, pues el personal que lo conforma es un personal capacitado e idóneo para realizar estas tareas ingenieriles,

sin dejar de lado que se pueden presentar inconvenientes en ocasiones principalmente por la falta de comunicación, más que todo en momentos donde se encuentran contra el tiempo para cumplir con la entrega de algún proyecto.

#### **4.2 información requerida para el diseño y montaje de la hoja de cálculo en Microsoft Excel.**

Una vez superada la etapa inductiva y teniendo clara cada una de las funciones designadas se procedió a enfocarnos en el proyecto de prácticas y valor agregado para la empresa, para esto se realizó una reunión con el gerente de la empresa con el objetivo de dialogar acerca de la necesidad inminente que tuviera la empresa en cuanto a diseño, donde se llegó al acuerdo de realizar una hoja de cálculo para el diseño de instalaciones hidrosanitarias por el método de diseño de la norma francesa o factor de simultaneidad.

Una vez definido esto se procedió a buscar la información necesaria para diseñar la hoja de cálculo, desde el componente técnico, hasta el normativo.

##### ***4.2.1 Componente técnico.***

El componente técnico para la realización de la hoja de cálculo corresponde a principios hidráulicos y de mecánica de fluidos. El tema principal del cual depende el diseño es el flujo en tuberías que es la forma por la cual se abastece una edificación y a su vez se evacuan sus aguas residuales, de este modo del caudal que se tenga depende el comportamiento hidráulico y características del flujo al interior de las tuberías, estas características son indispensables para la elección de diámetros de diseño. A continuación se presentan las principales características requeridas para el diseño.

Tabla 1. Características de diseño de redes hidrosanitarias.

Característica de diseño	Definición
<b>Caudal de diseño</b>	caudal máximo probable al sistema que resulta del uso normal de los aparatos sanitarios y que cuantitativamente corresponde a la suma de los caudales mínimos requeridos para el funcionamiento de los aparatos en cada tramo, afectada por algún tipo de reducción establecida de acuerdo con alguno de los métodos que se han desarrollado para tal fin ya que es poco probable que en un momento dado todos los aparatos funcionen de forma simultánea (Torrado J, 2012).
<b>Velocidad de flujo</b>	Es la rapidez con la que se desplaza un fluido por una tubería o conducto, esta depende de las características del fluido y se ve afectada directamente por las pérdidas por fricción al interior del elemento
<b>Pérdidas de energía.</b>	La pérdida de carga en una tubería o canalización es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce. Las pérdidas pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares, o accidentales o localizadas, debido a circunstancias particulares, como un estrechamiento, un cambio de dirección, la presencia de una válvula, etc.
<b>Relación de caudales.</b>	Se conoce como relación de caudales al cociente entre el caudal a tubo parcialmente lleno y el caudal a tubo lleno, este nos permite obtener el porcentaje del diámetro que está ocupando la lámina de agua
<b>Fuerza tractiva.</b>	La fuerza tractiva, fuerza de corte o fuerza de arrastre, en hidráulica, es la fuerza que produce un flujo de agua ya sea en un canal o en una tubería, en el fondo del canal o en la generatriz inferior de un tubo. Esta fuerza tentará a arrastrar materiales que se encuentren eventualmente depositados en el fondo. (Chow V, 1994)

#### **4.2.2 Método de diseño.**

Existen diferentes métodos para el diseño de redes hidrosanitarias: métodos empíricos, métodos semi-empíricos y métodos probabilísticos; sin embargo en este caso la hoja de cálculo se desarrolló con el método semi-empírico pero asertivo de la norma francesa.

#### **Métodos empíricos.**

Los métodos empíricos son aquellos en los cuales el caudal establecido depende de la cantidad de aparatos instalados, de la demanda de cada uno de estos y se toma una decisión subjetiva basada en la experiencia previa de los profesionales o de las instituciones, en relación al número de aparatos que pueden funcionar simultáneamente.

Los métodos empíricos más conocidos para el diseño de redes hidrosanitarias son principalmente:

*Tabla 2. Métodos empíricos de diseño de redes hidrosanitarias.*

<b>Método de diseño.</b>	<b>Definición.</b>
<b>Método británico</b>	Este método, basado en el criterio de especialistas en el diseño de instalaciones Hidráulicas, se fundamenta en tablas elaboradas de "probables demandas simultáneas", correspondientes a diversas situaciones posibles. En una tabla se indican los caudales de los distintos aparatos sanitarios, expresados en l/m y una vez sumados los servidos por el ramal que se estudia. Una segunda tabla correlaciona estos caudales calculados con la probable demanda simultánea, lo cual permite ajustar el diámetro de la tubería que conducirá este flujo. (Vargas C, 2016).
<b>Método de Dawson y Bowman.</b>	Se trata de unas tablas con el número total de aparatos sanitarios existentes en varias tipologías distintas de viviendas: unifamiliar pequeña, unifamiliar grande, casas de apartamentos (desde dos hasta seis unidades de vivienda), etc. en las que se especifica el número y la clase de aparatos sanitarios de que pueden disponer, su gasto total y el número de los que podrían estar en uso simultáneo para así obtener los caudales de cálculo. (Pancorbo, 2011)



**Métodos semi-empíricos.**

Son aquellos que se basan principalmente en la experiencia y no cuentan con un fundamento teórico que los soporte, sin embargo estos métodos a diferencia de los empíricos pueden ser descritos a partir de ecuaciones matemáticas.

Los métodos semi-empíricos más conocidos para el diseño de redes hidrosanitarias son principalmente:

*Tabla 3. Métodos semi-empíricos de diseño de redes hidrosanitarias.*

<b>Método de diseño</b>	<b>Definición.</b>
<b>Método de la raíz cuadrada.</b>	<p>Fue desarrollado por R.J Kessler en 1940. Según este método, el cálculo de caudal máximo probable total de la red está definido por la expresión: <math>Q = q_1 * \sqrt{f_1 * n_1 + f_2 * n_2 + f_n * n_n}</math> donde, Q= Caudal máximo probable total. <math>q_1</math>= Caudal mínimo instantáneo de una llave de 3/8” que corresponde a 0.25 L/s. <math>f_n</math>= Factor de carga del tramo n. <math>n_n</math>= Número de aparatos instalados en el tramo n.</p> <p>Para este método se define como tramo a cualquier conducción que abastezca uno o varios aparatos iguales. El factor de carga se define como el cuadrado de la relación entre el caudal mínimo instantáneo del tipo de aparato conectado al tramo y el caudal mínimo instantáneo de una llave de 3/8”. La aplicación del factor de carga y la raíz cuadrada permite considerar de manera arbitraria que no todos los aparatos se encuentran en uso de forma simultánea (Cortés, 2008)</p>
<b>Método de la norma francesa.</b>	<p>El procedimiento para evaluar el caudal de cálculo consiste en multiplicar la suma de los Caudales instantáneos mínimos especificados en la propia norma SQmín por un coeficiente K inferior a la unidad, denominado coeficiente de simultaneidad: <math>QC = K * Qmin</math></p>

	<p>Inicialmente, la expresión para el cálculo de K era: <math>=1/(\sqrt{X}-1)</math>, Posteriormente se sustituyó por la fórmula: <math>=0.8/(\sqrt{X}-1)</math>, Siendo X el número de grifos existentes en la instalación y K un coeficiente cuyo valor no debe ser inferior a 0,20: <math>0,20 = K &lt; 1</math>. (Vargas C, 2016).</p>
<b>Método racional.</b>	<p>Es un complemento del método de la norma francesa para el caso de instalaciones edificaciones en las que se alimenta varias edificaciones con una cantidad similar de aparatos a través de una misma tubería. El método consiste en sumar el caudal máximo probable de todas las edificaciones y afectarlo mediante un coeficiente K2 que se calcula mediante la expresión: <math>k2=N+19/(10*(N+1))</math>. donde N= Número de edificaciones con cantidad similar de aparatos sanitarios. (Torrado J, 2012)</p>
<b>Método del factor de simultaneidad.</b>	<p>Es una variación del método de la norma francesa en el que el factor de simultaneidad es calculado de acuerdo con el tipo de instalación, de la siguiente manera:</p> <p>Instalación clase 1 es aquella en la que predominan los aparatos comunes; K se calcula como: <math>x\text{Log}K101</math></p> <p>Instalación clase 2 es aquella en la que predominan los aparatos de fluxómetro; K se calcula como: <math>07.011Xk</math></p> <p>Instalación clase 3 es de tipo residencial, K se calcula de acuerdo con la Ecuación de clase 1. (Rodríguez, 2005).</p>

### **Métodos probabilísticos.**

Los métodos probabilísticos son quizás los más modernos para el dimensionamiento de redes hidrosanitarias, estos por tener su razón de ser en las probabilidades, parten de la suposición de que la operación de cualquier de los aparatos sanitarios que conforman la red corresponde a un evento aleatorio, ya basado en este criterio se definen funciones de probabilidad de la ocurrencia de estos

eventos, finalmente a partir de estos eventos se calcula el caudal máximo probable de cada tramo y a su vez de la red en general.

Los métodos probabilísticos más conocidos para el diseño de redes hidrosanitarias son principalmente:

*Tabla 4. Métodos probabilísticos de diseño de redes hidrosanitarias.*

<b>Método de diseño</b>	<b>Definición.</b>
<b>Método Hunter.</b>	<p>Se trata de la primera aplicación de la teoría de la probabilidad, en la determinación de los caudales probables en sistemas hidráulicos y sanitarios, y aunque desde entonces se han producido importantes cambios en el diseño de los aparatos sanitarios utilizados y en las griferías que los alimentan, orientados a reducir drásticamente los consumos de agua, la metodología utilizada es precisa y válida y, en consecuencia, es la más aceptada no sólo por los diseñadores norteamericanos sino también, aunque con modificaciones, por diseñadores de otros países, incluyendo Colombia. (Torrado J, 2012)</p> <p>El método pretende evaluar el caudal máximo probable y se basa en el concepto de que únicamente unos pocos aparatos, de todos los que están conectados al sistema, entrarán en operación simultánea en un instante dado. El efecto de cada aparato que forma parte de un grupo numeroso de elementos similares, depende de: Caudal del aparato, o sea la rata de Flujo que deja pasar el servicio (q). Frecuencia de uso: tiempo entre usos sucesivos (T). Duración de uso: tiempo que el agua fluye para atender la demanda del aparato (t).</p> <p>el método de Hunter, se sintetiza en una curva en la que para los valores de t, T y q especificados en el trabajo original, con esta gráfica se puede obtener el valor de la</p>

	demanda en función del número de unidades de consumo presentes en una red. (Torrado J, 2012) Ver tabla en anexos.
<b>Método Hunter modificado.</b>	<p>Es el más empleado tanto en Estados Unidos como en los países de América Latina. Consiste en ajustar los valores de las variables <math>t</math>, <math>T</math> y <math>q</math> del método Hunter original a los aparatos sanitarios que se manejan en la actualidad. Lo anterior teniendo en cuenta, que los valores originales empleados se ajustaban a los aparatos predominantes en la década de los 40 que difieren de los que predominan actualmente (Cortés, 2008).</p> <p>Los cambios en las citadas variables han suscitado la formulación de nuevas gráficas de estimación de la demanda que son diferentes entre todos los países en los que su uso está regido a través de normas técnicas o legales. Para el caso de Colombia, la aplicación del método está normalizada según la norma NTC 1500 Análogamente, para cada país se han establecido Tablas en las que se consigna el valor de las unidades de consumo para cada uno de los aparatos que compone la red.</p>

#### **4.2.3 Componente normativo.**

El componente normativo bajo el cual se debe regir la hoja de cálculo corresponde principalmente a las normatividades colombianas.

##### **4.2.3.1 Código colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias NTC 1500 4ta actualización.**

Esta norma de plomería establece la normativa y requisitos mínimos para el correcto funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable en Colombia y sirve para identificar, orientar, estudiar el correcto diseño de una red hidrosanitaria y las normativas que se

deben tener en cuenta al momento de manipular cada elemento, accesorio, aparato y equipo que hacen parte de la red. (López & Lozano, 2020)

Todos los parámetros e indicaciones de buenas prácticas de plomería, redactados en tal norma han sido consolidados y ampliamente revisados por expertos, esto con el fin de garantizar la calidad, durabilidad, hermeticidad, conductividad, resistencia, seguridad e innovación en cada elemento que hace posible la conducción, el almacenamiento, el bombeo y equipos de uso tanto en redes de agua potable como en redes de agua residual.

#### **4.2.3.2 Resolución 0330. Reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico.**

La Resolución 0330 de 2017 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009”. Reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de diseño construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.

El Reglamento técnico de Agua y Saneamiento está compuesto por una parte obligatoria, principalmente la Resolución 0330 de 2017 , y otra parte complementaria, de manuales de prácticas de buena ingeniería, conocidos como los títulos del RAS, en donde se realizan recomendaciones mínimas para formulación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, de forma que se logre con esta infraestructura prestar un servicio con una calidad determinada.

### **4.3 montaje de la hoja de cálculo**

Una vez obtenida la información necesaria tanto técnica como normativa se procedió al montaje de la hoja de cálculo, para esto se buscó que esta fuera lo más automática y didáctica posible con

el objetivo que cualquier persona del área de diseño tuviera la posibilidad de interactuar con ella sin problema alguno.

A continuación se describe cada una de las hojas de Excel que conforman la hoja de cálculo

#### ***4.3.1 Coordenadas.***

La siguiente imagen corresponde al inicio de la hoja de cálculo, esta se desarrolló con el objetivo de poder graficar y automatizar al máximo el diseño, queriendo que una vez se realizara el dimensionamiento se obtuviera automáticamente las cantidades de obra para agilizar el avance en la entrega de los proyectos y minimizar los tiempos de entrega de los proyectos, para con esto evitar incumplimientos contractuales.

En esta hoja se deben introducir las coordenadas de los nodos establecidos en la ruta crítica planteada, “X” corresponde a la coordenada “Este” del nodo, mientras que “Y” corresponde a la coordenada “Norte” del mismo.

Ilustración 3. Coordenadas de nodos establecidos.

COORDENADAS DE LOS NODOS			
PUNTO	X	Y	Z
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Nota. Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.2 Ruta crítica

Esta hoja es quizás una de las más importantes de la hoja de cálculo, debido a que en esta se obtiene el dimensionamiento de la red de abastos trazada, por lo tanto se debe ser muy riguroso al momento de realizar el diseño para garantizar un excelente funcionamiento de los aparatos sanitarios alimentados por la red.

Esta hoja esta automatizada alrededor de en un 80%, solo deben modificarse las celdas que se encuentran de color verde claro. Inicialmente se deben ingresar los tramos planteados en la ruta crítica, una vez definidos los tramos se debe ingresar los aparatos sanitarios que abastece cada tramo, para obtener el caudal requerido en este, una vez obtenido el caudal se selecciona el diámetro y se corrobora el cumplimiento de la norma finalmente se introducen los accesorios que están comprendidos en cada tramo así mismo como la altura estática entre ellos y la hoja de cálculo

automáticamente realiza los cálculos hidráulicos restantes. Cabe destacar que el diseño de la red de abastos se realiza partiendo desde la acometida hacia el interior de la edificación sobre de la ruta crítica hasta el aparato sanitario más alejado de la acometida.

*Nota: ver la imagen en el archivo de Excel (Anexo 2, hoja de cálculo, pag 2) debido a que su tamaño es muy grande.*

#### **4.3.3 Acometida y medidor**

Luego de haber dimensionado la red y haber obtenido el caudal del proyecto en la hoja de ruta crítica, la hoja de cálculo dimensiona la acometida y medidor de la edificación, esta hoja esta 100% automatizada por lo tanto no requiere de manipulación alguna.

Para la elección del diámetro de la acometida se hace uso del caudal del proyecto y la velocidad máxima exigida por la norma, mientras que para la elección del medidor se realizan iteraciones de acuerdo a los volúmenes máximos que puede contar el medidor según su diámetro y caudal del proyecto para obtener el más adecuado.



Ilustración 4. Dimensionamiento de acometida.

CALCULO ACOMETIDA Y MEDIDOR				
				m <sup>3</sup> /h
CAUDAL DE DISEÑO (l/s)	#i DIV/0!			#i DIV/0!
Acometida	#i DIV/0!	#i DIV/0!		
Diámetro (mm)	Diámetro (pulg)	Velocidad máx (m/s)	Caudal máx (l/s)	Acometida (mm)
18,80	1/2 "	2,00	0,555182254	#i DIV/0!
23,63	3/4 "	2,00	0,877096383	#i DIV/0!
30,20	1 "	2,00	1,432629082	#i DIV/0!
38,14	1 1/2 "	2,00	2,284973956	#i DIV/0!
43,68	2 "	2,00	2,996988914	#i DIV/0!
54,58	2 1/2 "	2,00	4,679365187	#i DIV/0!
66,07	3 "	2,00	6,856910654	#i DIV/0!
80,42	4 "	2,50	12,698666387	#i DIV/0!
103,42	6 "	2,50	21,00095077	#i DIV/0!
152,22	8 "	2,50	45,49601152	#i DIV/0!
			Mínima	#i DIV/0!

Nota. Fuente: elaboración propia.

Ilustración 5. Dimensionamiento de medidor.

MEDIDOR (mm)	#i DIV/Ø!
--------------	-----------

Medidores según norma ISO 4064 / NTC 1063

Diam (mm)	QN m <sup>3</sup> /h	Qw cont m <sup>3</sup> /h	Qmax m <sup>3</sup> /h
15	1,5	2,25	3
20	2,5	3,75	5
25	3,5	5,25	7
30	5	7,5	10
40	10	15	20
50	15	22,5	30
65	25	37,5	50
80	40	60	80

No es comercial, no se acepta

No es comercial, no se acepta

QN: Caudal nominal  
 QW: Caudal continuo  
 Qmáx: Caudal máximo

Interacción de Medidor	
#i DIV/Ø!	#i DIV/Ø!
#i DIV/Ø!	#i DIV/Ø!
#i DIV/Ø!	#i DIV/Ø!
#i DIV/Ø!	#i DIV/Ø!
#i DIV/Ø!	#i DIV/Ø!
#i DIV/Ø!	#i DIV/Ø!
#i DIV/Ø!	#i DIV/Ø!
#i DIV/Ø!	#i DIV/Ø!
#i DIV/Ø!	#i DIV/Ø!

	Calculado
Medidor	#i DIV/Ø!
Acometida	#i DIV/Ø!

perdidas en el medidor	
#i DIV/Ø!	m

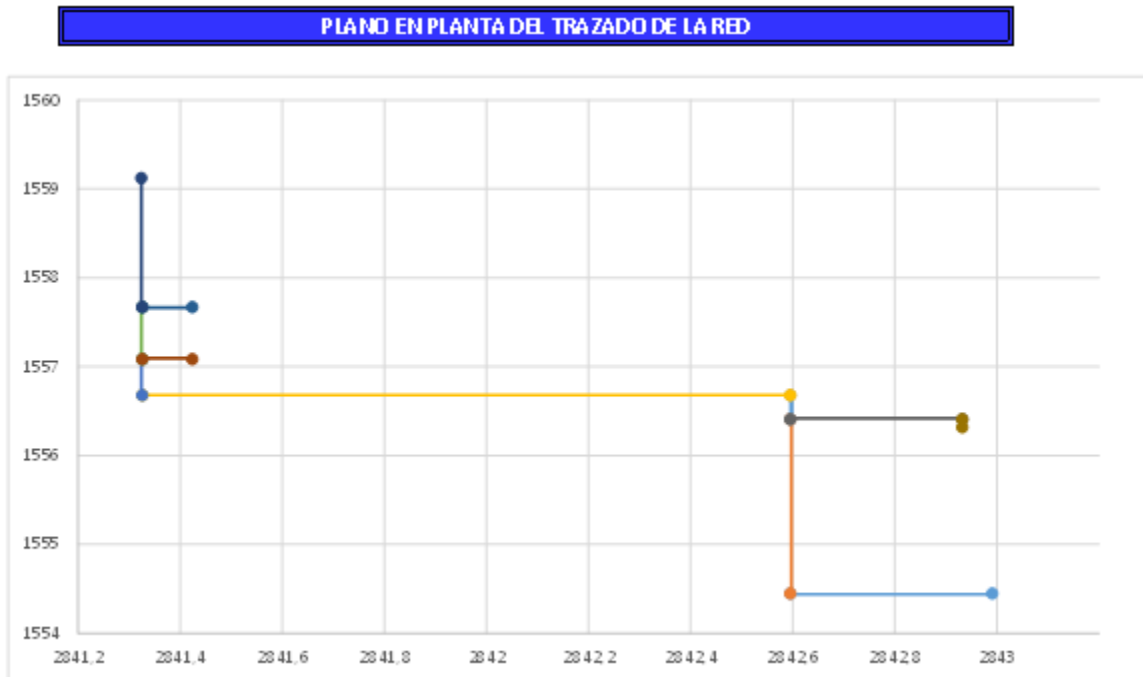
Nota. Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.4 Plano 1

Esta hoja es netamente ilustrativa pero de gran importancia, en esta se obtiene gráficamente el trazado en planta de la red diseñada.

En esta no es necesario realizar modificaciones, esta se genera una vez completamos la hoja de ruta crítica, es indispensable para corroborar que el trazado planteado coincida con los trazado en el AutoCAD.

Ilustración 6. Ejemplo de trazado en planta de Red de abastos.



Nota. Fuente: elaboración propia.

#### ***4.3.5 Cantidades de obra***

En esta hoja se obtienen de manera automática las cantidades de obra de la red diseñada, estas cantidades son obtenidas a partir de lo calculado en la hoja de ruta crítica.

En esta hoja debe tenerse en cuenta que si hay instalaciones del mismo tipo, es decir, son dos apartamentos idénticos debe señalarse en la casilla que hay 2 instalaciones del mismo tipo para duplicar las cantidades, además deben ingresarse manualmente las salidas de  $\frac{3}{4}$  y  $\frac{1}{2}$  pulgada que son las más comunes en los diseños así como también deben ingresarse las transiciones o reducciones de diámetro particularmente.

*Nota: Esta hoja se diseñó particularmente con el objetivo de mejorar el rendimiento en el proceso de presupuestos que es uno de los más dispendiosos a la hora de entregar un proyecto.*

Ilustración 7. Cantidades de obra.

CANTIDADES DE OBRA				
FECHA:		12/12/2022		
INSTALACIÓN DEL MISMO TIPO		1		
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TOTA PROYECTO
1	PVC-P Ø 1/2" RDE 13.5	ML	0,000	0,00
2	PVC-P Ø 3/4" RDE 21	ML	0,000	0,00
3	PVC-P Ø 1" RDE 21	ML	0,000	0,00
4	PVC-P Ø 1 1/4" RDE 21	ML	0,000	0,00
5	PVC-P Ø 1 1/2" RDE 21	ML	0,000	0,00
6	PVC-P Ø 2" RDE 21	ML	0,000	0,00
3	SALIDA DE ABASTO 1/2"	UN	1,0	1
4	SALIDA DE ABASTO 3/4"	UN		0
5	#¡DIV/0!	UN	1	1
6	CODO 1/2"	UN	0	0
7	CODO 3/4"	UN	0	0
8	CODO 1"	UN	0	0
9	CODO 1-1/4"	UN	0	0
10	CODO 1-1/2"	UN	0	0
11	CODO 2"	UN	0	0
8	TEE 1/2"	UN	0	0
9	TEE 3/4"	UN	0	0
10	TEE 1"	UN	0	0
11	TEE 1-1/4"	UN	0	0
9	TEE 1-1/2"	UN	0	0
10	TEE 2"	UN	0	0
10	REDUCCIÓN 3/4" X 1/2"	UN	0	0
11	REDUCCIÓN 1" X 3/4"	UN		0
12	REDUCCIÓN 1-1/4" X 1"	UN		0
13	REDUCCIÓN 1-1/2" X 1-1/4"	UN		0
14	REDUCCIÓN 2" X 1-1/2"	UN		0

Nota. Fuente: elaboración propia.

**4.3.6 Colectores internos.**

Como se puede ver en la siguiente imagen, en esta hoja se dimensiona el trazado de la red residual planteada para el proyecto en el cual se esté trabajando, al igual que cuando se calculó la red de abastos se trazó una ruta crítica, para la red residual también es necesario plantear una ruta crítica y se deben identificar claramente los aparatos sanitarios y el tramo al cual realizan su descarga, pues en este caso el diseño se realiza desde el ultimo aparato sanitario de la ruta crítica planteada hasta la acometida, contrario al diseño de abastos.

Una vez cargados los tramos y los aparatos que descargan en cada tramo se procede a elegir el diámetro y la pendiente de cada uno de estos, finalmente se chequea el cumplimiento normativo de las propiedades hidráulicas arrojadas por la hoja de cálculo tales como, velocidad real, fuerza tractiva, relación de llenado, entre otras, con esto se procede a decidir si ese diámetro y pendiente elegidos son correctos o se debe modificar alguna de las dos.

*Ilustración 8. Ruta crítica red residual.*

RUTA CRITICA RED RESIDUAL																									
TRAMO	SANITARIO	LAVAMANOS	SIFON	LAVAPLATOS	ORINAL	DUCHA	LAVADERO	LAVADORA	POCETA ASEO	# APARATOS	CAUDAL INSTANTANEO (L/s)	K1	APARATOS FUNCIONANDO	Q DISEÑO (L/s)	DIAMETRO (In)	S TUBERIA (%)	Q0 TUBO LLENO (L/s)	R. Qd/Q0 <0,85	Velocidad a tubo lleno (m/s)	Velocidad real (m/s)	Fuerza tractiva (kg/m2)	Y <sub>n</sub> /Ø (Adm)	Angulo (Adm)	Rh/D (m)	Radio Hco (m)
										0	0	1,0	0,0	0,00	4	###	9,1	0,0%	1,00	0,00	#####	#####	#####	#####	#####
										0	0	1,0	0,0	0,00	4	###	9,1	0,0%	1,00	0,00	#####	#####	#####	#####	#####
										0	0	1,0	0,0	0,00	4	###	9,1	0,0%	1,00	0,00	#####	#####	#####	#####	#####
										0	0	1,0	0,0	0,00	4	###	9,1	0,0%	1,00	0,00	#####	#####	#####	#####	#####
										0	0	1,0	0,0	0,00	2	###	1,9	0,0%	0,80	0,00	#####	#####	#####	#####	#####
										0	0	1,0	0,0	0,00	4	###	9,1	0,0%	1,00	0,00	#####	#####	#####	#####	#####
										0	0	1,0	0,0	0,00	2	###	1,9	0%	0,80	0,00	#####	#####	#####	#####	#####
										0	0	1,0	0,0	0,00	2	###	1,8	0%	0,78	0,00	#####	#####	#####	#####	#####
										0	0	1,0	0,0	0,00	2	###	1,8	0%	0,78	0,00	#####	#####	#####	#####	#####
										0	0	1,0	0,0	0,00	4	###	9,1	0%	1,00	0,00	#####	#####	#####	#####	#####

Nota. Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.7 Aguas Lluvias.

En esta hoja, como se puede ver en la siguiente imagen se dimensionan los bajantes de aguas lluvias del proyecto. Para esto se hace uso del método racional debido a que generalmente los proyectos son de una extensión menor a 80 hectáreas, que es el principal requisito para poder usar este método.

Inicialmente se debe definir la intensidad de lluvia y el coeficiente de escorrentía, la intensidad de lluvia depende de la ubicación del proyecto y puede ser tomada de datos del IDEAM o de pluviómetros cercanos en caso de contar con disponibilidad, mientras que el coeficiente de escorrentía depende de la superficie o material de cual este elaborada la cubierta del proyecto, una vez definidas estas dos variables se procede a introducir cada bajante y el área aferente de cada uno, con esta área automáticamente se obtiene el caudal y el diámetro requerido por el bajante.

*Ilustración 9. Dimensionamiento bajantes de aguas lluvias.*

CALCULO DE BAJANTES DE AGUAS LLUVIAS.				
INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h)	150			
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	0,9			
BAJANTE AGUAS LLUVIAS No.	AREA DRENADA (m2)	Q CAUDAL (lts/seg)	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO DE DISEÑO (pulg)
1		0,00	0	3
2		0,00	0	3
3		0,00	0	3
4		0,00	0	3
<b>TOTAL</b>	0	0,00	0	
$Q = C \times I \times A$	0,00			
Q= CAUDAL POR BAJANTE:	$(C \times A \times I) / 3600$	(lts/seg)		
C=COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD:	0,9 Para Cubiertas			
I=INTENSIDAD DE LA LLUVIA:	150	(mm/hora)		
A=AREA TRIBUTARIA:	0	(m2)		

Nota. Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.8 Colectores lluvias.

En esta hoja se dimensiona la red que recoge los bajantes de aguas lluvias y la conduce a la acometida o descarga pluvial de la edificación.

Como se puede ver en la imagen siguiente, inicialmente se deben definir los tramos de la red e introducirlos en la hoja de cálculo, una vez introducidos los tramos se procede a cargarles el área tributaria a cada tramo, cabe destacar que se deben ir acumulando las áreas, es decir, si en un tramo se conduce el agua descargada por dos bajantes, a este tramo se le debe cargar la suma de las 2 áreas y así sucesivamente.

Una vez cargada el área correspondiente al tramo y conociendo el caudal calculado por la hoja se procede a definir el diámetro y la pendiente del tramo para chequear las propiedades hidráulicas, finalmente se introduce manualmente la longitud de cada tramo.

*Ilustración 10. Dimensionamiento colectores de aguas lluvias..*

COLECTORES INTERNOS DE AGUAS LLUVIAS.									
TRAMO		AREA DRENADA M2	CAUDAL (Lts/seg)	DIAMETRO (pulg)	PENDIENTE (%)	Q. TUBO LLENO (lts/seg)	V. TUBO LLENO (m/seg)	Q/qp	LONGITUD (m)
DE	A								
B3	1		0,00	4	1	7,78	0,96	0	
B2	1		0,00	4	1	7,78	0,96	0	
1	2		0,00	4	1	7,78	0,96	0	
BJ1	CJ		0,00	4	1	7,78	0,96	0	
BJ4	2		0,00	4	1	7,78	0,96	0	
2	CJ		0,00	4	1	7,78	0,96	0	
C	D		0,00	4	1	7,78	0,96	0	

Nota. Fuente: elaboración propia.

#### 4.4 realización del manual de uso.

Para la elaboración del manual de uso se realizó un estudio detallado a la hoja de cálculo con el objetivo de ser lo más claros e informativos posibles en las indicaciones de su uso, para que pueda ser usada sin problema alguno por cualquier persona del área de diseño.



*Nota: en los anexos se presenta el manual de uso desarrollado para la hoja de cálculo.*

## **5. proyectos realizados con la hoja de cálculo.**

Una vez finalizada la hoja de cálculo y el manual de uso, se procedió a usarlos en dos proyectos a los cuales se les debía diseñar las redes hidrosanitarias por parte de la empresa ADOS ingeniera, a continuación se describe un poco a cerca de la envergadura de cada proyecto.

### **5.1 Proyecto número uno: Edificio Confiar Apartado Antioquia.**

El edificio se encuentra localizado en el municipio de Apartado en el departamento de Antioquia. Está compuesto por cinco pisos, y una cubierta. La estructura del edificio es en concreto reforzado y conceptualmente el edificio se divide en: zona de parqueo, locales, oficinas, baños, cuarto técnico, planta de contingencia, cuarto de comunicaciones eléctricas, ascensor para vehículos, ascensor, escaleras, cafetín, sala de reuniones, portería, cajeros automáticos, papelería, cuarto útil, cubierta, tanque enterrado y zonas de acceso.

*Ilustración 11. Render proyecto edificio Confiar.*



*Nota. Fuente: elaboración propia.*

### **5.1.1 Piso número 1 edificio confiar.**

Esta comprendido por la zona de acceso principal, cajeros automáticos, sala de espera, puestos de trabajo, oficina del director, cajas, un cuarto de papelería, cuarto útil, portería y baño para el portero, acceso a los 2 ascensores, una escalera que comunica con el tanque enterrado y 2 accesos a escaleras para subir al 2do piso. Este piso tiene un área útil 179,6 m<sup>2</sup> aproximadamente y una altura libre desde el piso hasta el cielorraso de 3,47 m.

### **5.1.2 Piso número 2 edificio confiar.**

En el piso 2 encontramos los puestos de trabajo de asesores internos, y colaboradores fomentados, además se encuentra una sala de reuniones, un cafetín, un baño para hombres y un baño para mujeres, acceso al ascensor, una planta de contingencia, acceso a escaleras hacia el tercer piso y un cuarto técnico y cuarto de comunicaciones eléctricas. Este nivel tiene un área útil 147,1 m<sup>2</sup> aproximadamente y una altura libre desde el piso hasta el cielorraso de 3,47 m.

### **5.1.3 Piso número 3 edificio confiar.**

En el piso 3 se encuentran 2 locales cada uno con acceso a un baño de hombres y un baño de mujeres para un total de 4 baños, acceso al ascensor, una terraza, 2 balcones, además de acceso a escaleras para acceso al 4 piso. Este piso tiene un área útil de 154,2 m<sup>2</sup> aproximadamente y una altura libre desde el piso hasta el cielorraso de 3,57 m.

### **5.1.4 Pisos número 4 y 5 edificio confiar.**

En el piso cuatro y cinco se encuentran 4 locales en cada uno, cada piso cuenta con 4 baños para hombres y 4 baños para mujeres, poseen acceso para escaleras, acceso para ascensor y 2 balcones. El piso 4 y 5 al ser iguales es decir tener la misma distribución, tiene un área útil de 252,7 m<sup>2</sup> aproximadamente y una altura libre desde el piso hasta el cielorraso de 3,57 m.

## **5.2 Proyecto número dos: Palacio de la cultura Apartado Antioquia.**

Desde el planteamiento arquitectónico, se hace referencia a una edificación de 3 niveles más la terraza y un Teatro/auditorio; el teatro contara con una capacidad de aforo de 300 personas y una zona destinada al público. La edificación de 3 niveles se encuentra ubicada al costado del teatro, y estará destinada para reuniones por lo que está constituido principalmente por zonas sociales.

El acceso al teatro/auditorio se establece sobre la Calle 92 mientras que el acceso a la edificación de 3 niveles y terraza se establece sobre la Calle 93, ambos accesos son peatonales y la zona donde se encuentran es de fácil tránsito vehicular.

*Ilustración 12. Render proyecto palacio de la cultura.*



*Nota. Fuente: elaboración propia.*

### **5.2.1 piso número 1: Palacio de la cultura Apartado Antioquia.**

El nivel 1 de la edificación está constituido por zonas de acceso principal, cafetería, batería de baño para hombres, batería de baño para mujeres, Vestier para hombres, Vestier para mujeres, oficinas, escaleras de acceso al segundo nivel y acceso al ascensor público. Este piso tiene un área aproximada de 315,63 m<sup>2</sup> aproximadamente y una altura libre desde el piso hasta el cielorraso de 3,2 m.

### **5.2.2 piso número 2 y 3: Palacio de la cultura Apartado Antioquia.**

En el nivel 2 y 3 de la edificación se encuentran 3 auditorios, con capacidad para 36 personas, 40 personas y 60 personas, escaleras de acceso a la terraza además de acceso al ascensor público. Estos niveles tienen un área aproximada de 354,81 m<sup>2</sup> cada uno aproximadamente y una altura libre desde el piso hasta el cielorraso de 2,6 m.

### **5.3 planos generados para Edificio Confiar y Palacio de la Cultura.**

Los planos generados para los dos proyectos se adjuntan en la sesión de anexos.

## **6 Conclusiones**

- Las redes hidrosanitarias son de gran importancia y a su vez son de mucha demanda, por lo que se debe ser muy precisos y confiables a la hora de prestar un servicio relacionado con diseño o construcción de estas redes.
- Gracias a la hoja de cálculo se mejoró el rendimiento y eficiencia del área de diseño de la empresa debido a que esta ahorra procesos que demandan de un tiempo considerable como lo es obtener las cantidades de obra del diseño para poder realizar el presupuesto y costo de ejecución en caso de ser solicitado.
- Se pudo evidenciar durante el desarrollo de la práctica que el personal del área de diseño interactuó de manera fácil y acertada con la hoja de cálculo gracias al manual de uso y a la baja complejidad que esta posee, por tanto pueden realizar de forma asertiva el diseño de las redes, garantizando un adecuado dimensionamiento.
- Se puede garantizar que los diseños realizados con la hoja de cálculo cumplen con los requerimientos técnicos y normativos exigidos a nivel nacional, debido a que el montaje y diseño de la hoja de cálculo se realizó cumpliendo a cabalidad con las exigencias que garantizan el óptimo comportamiento hidráulico en las redes evitando deterioros y garantizando durabilidad.
- Durante los procesos de diseño se afianzaron los conocimientos adquiridos en los semestres inmediatamente anteriores, a su vez se amplió significativamente el conocimiento y obtuvieron habilidades para un óptimo trazado y dibujo de planos en los diferentes softwares de diseño que pueden ser usados para estos procesos relacionados con redes hidrosanitarias.

- Se trabajó en equipo de manera eficiente, como resultado de la practica académica se presenta una hoja de cálculo y un manual de uso con los cuales se podrán realizar diseños de redes hidrosanitarias, estos serán usados por el área de diseño de la empresa ADOS ingeniería de forma correcta cumpliendo con los objetivos establecidos al momento de programarla, principalmente toda la normatividad vigente para la actividad realizada.

---

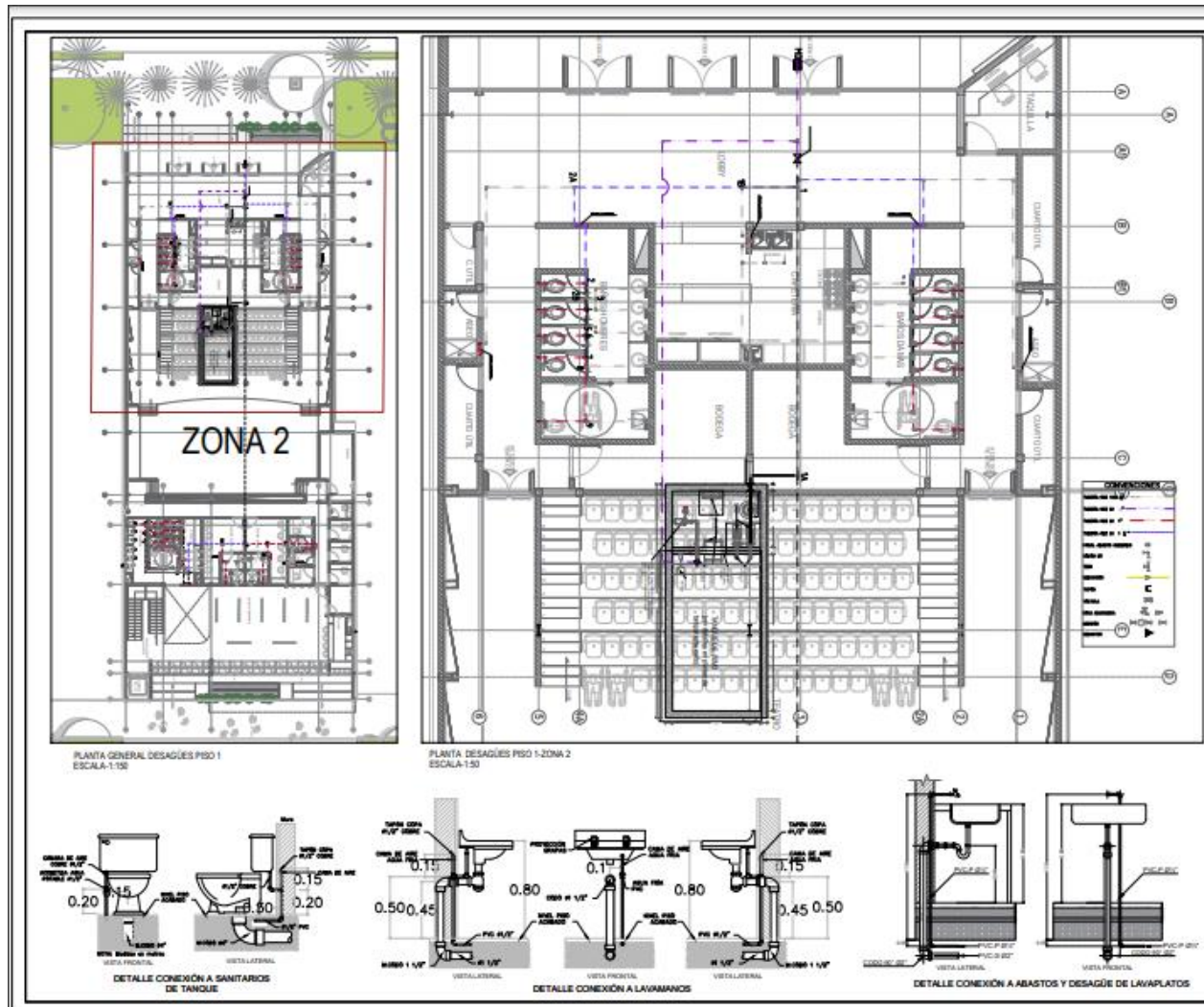
## 7. Referencias

- Barrero J. (s.f). Diseño de redes hidrosanitarias en Colombia. Profesional hidráulico consultoría e ingeniería del agua. <https://cutt.ly/696kBtA>
- Camargo, 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. Universidad de Santander. <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/f172e05c-5b78-4ad5-8f77-e03867ec0fba>
- Carmona, R. P. (2010). Instalaciones hidrosanitarias y de gas para instalaciones. Ecoe Ediciones. [https://www.academia.edu/41685015/Instalaciones\\_Hidrosanitarias\\_y\\_de\\_Gas\\_para\\_Instalaciones\\_Rafael\\_Perez\\_Carmona\\_6ta\\_ed](https://www.academia.edu/41685015/Instalaciones_Hidrosanitarias_y_de_Gas_para_Instalaciones_Rafael_Perez_Carmona_6ta_ed)
- Casas, L. y Barona, J. (2019). El funcionamiento de las edificaciones (1.ª ed.). Programa Editorial Universidad del Valle. <https://programaeditorial.univalle.edu.co/gpd-el-funcionamiento-de-las-edificaciones-9789587659603-6332454a6cebf.html>
- Cortes, M. (2008). Análisis del método de Hunter y actualización del método de cálculo para instalaciones hidráulicas en Edificios. Tesis. Instituto Politécnico Nacional, México D.F. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3637/ANALISISDELMETODO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chow, V. T. (1994). Hidráulica de canales abiertos. McGraw-Hill. [https://www.academia.edu/43519012/Ven\\_Te\\_Chow\\_HIDRAULICA\\_DE\\_CANALES\\_ABIERTOS](https://www.academia.edu/43519012/Ven_Te_Chow_HIDRAULICA_DE_CANALES_ABIERTOS)

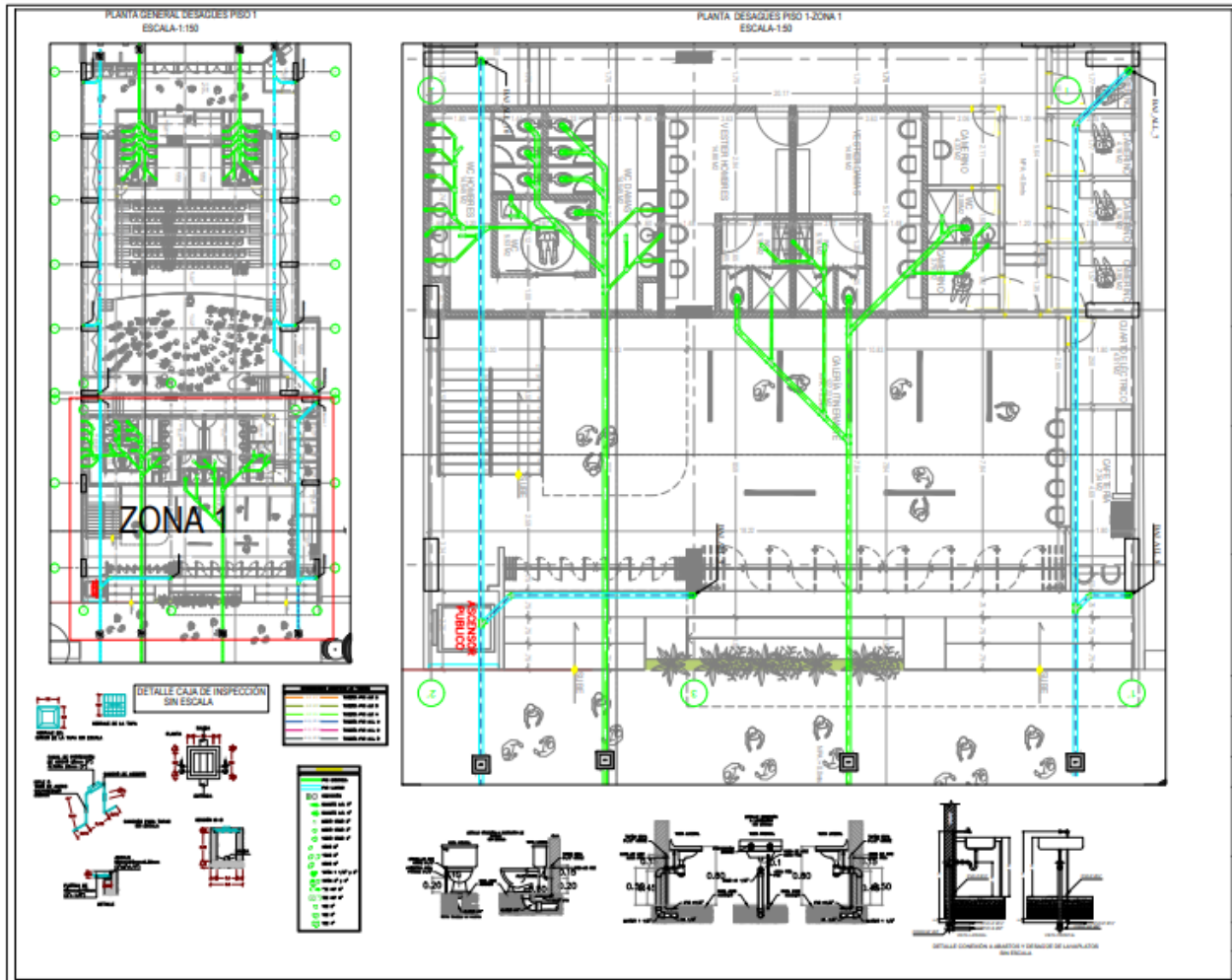
- 
- Hidrasoftware. (2019). Diseño de desagües sanitarios en edificaciones – Parte I – La red de desagüe. <https://www.hidrasoftware.com/disenio-de-desagues-sanitarios-en-edificaciones-parte-i-la-red-de-desague/#>
  - López & Lozano. (9 de julio de 2020). Instalaciones hidráulicas y sanitarias: ¿Qué son y en qué se diferencian?. López y lozano construcciones. <https://cutt.ly/b96jLRq>
  - López & Lozano. (9 de julio) Qué es la NTC 1500 y qué aspectos tener en cuenta al aplicar esta normativa?. López y lozano construcciones. <http://lopezylozano.com/que-es-la-ntc-1500/>
  - Pancorbo, F. J. (2011). La Simultaneidad en los Consumos de Agua en las Instalaciones. Cataluña, España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3866161>
  - Rodríguez, H. (2005). Diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. 1 ed. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 233 p. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1723>
  - Softgrade. (2018). Manual de procedimientos. Softgrade Consultoría de negocios y TI. <https://softgrade.mx/manual-de-procedimientos/>
  - Torrado, D. (2012), Comparación de metodologías de diseño de redes externas de distribución de agua potable vs. Metodologías de diseño de redes internas para el caso de campamentos y ciudadelas temporales. Universidad de los Andes. <https://pavcowavin.com.co/comparacion-de-metodologias-de-diseno>
  - Vargas, C. (2016). Consideraciones de diseño y cálculo de las instalaciones hidráulicas en una red de distribución de agua potable. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Colombia. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/443>

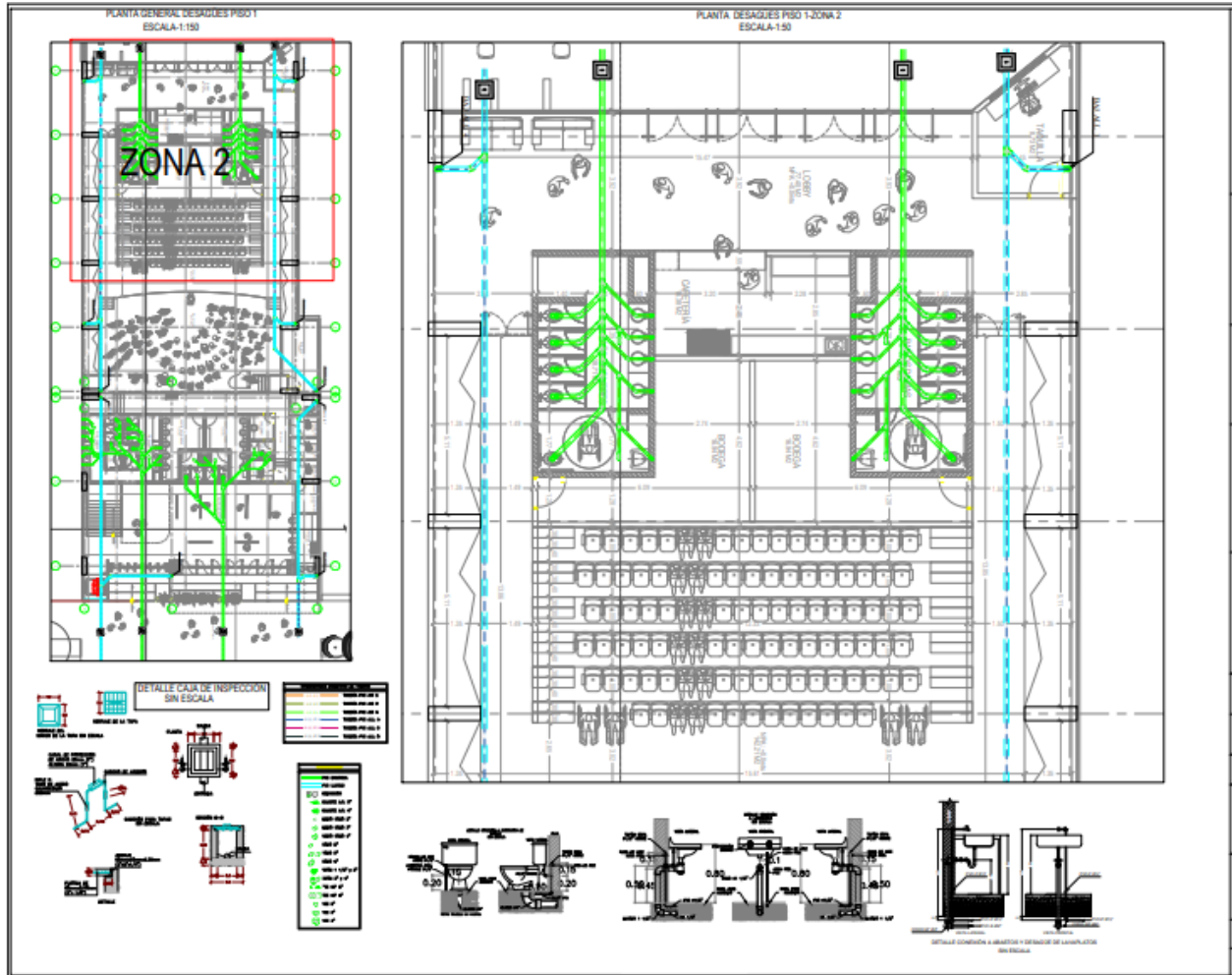






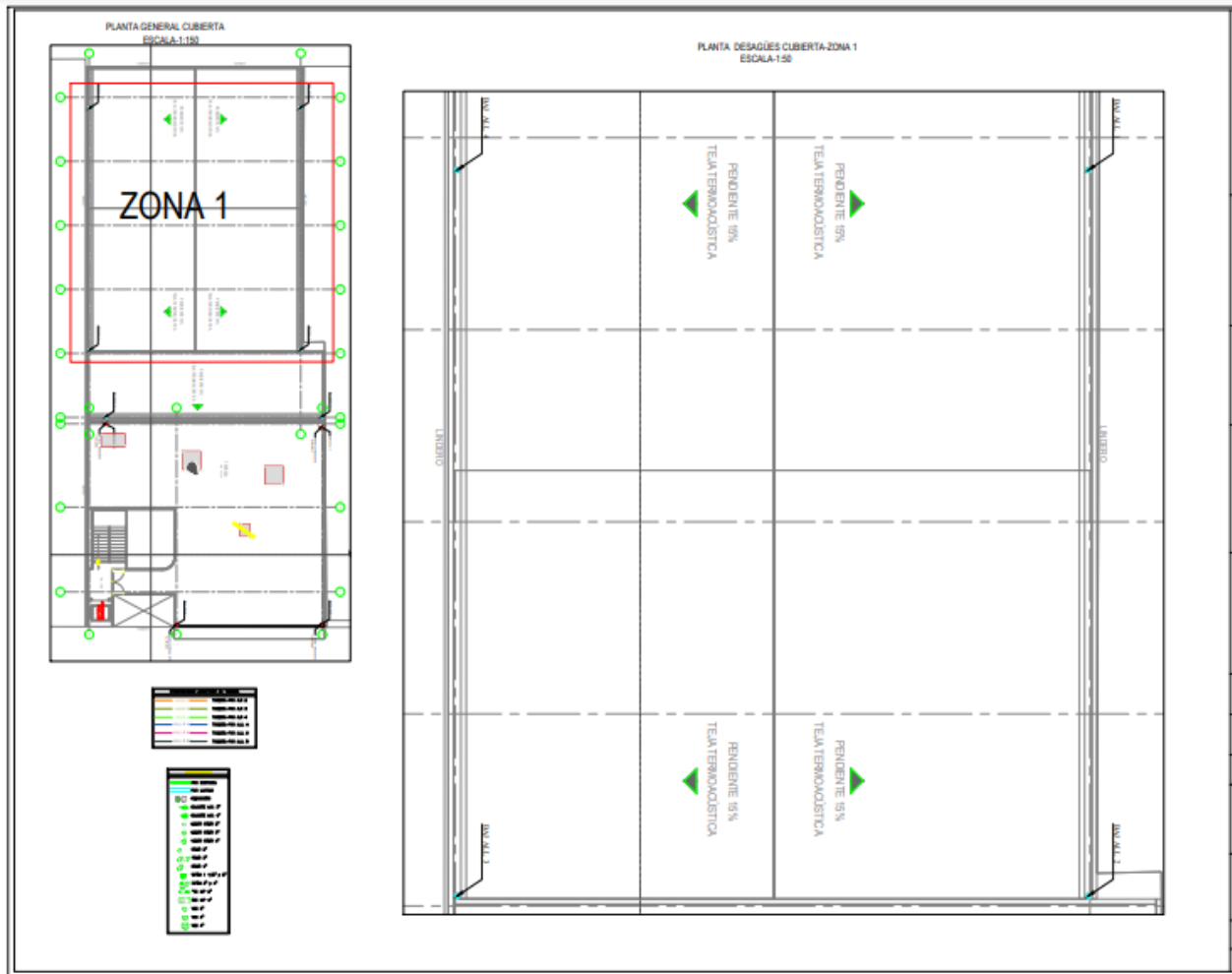
- Desagües y aguas lluvias.













Planos de diseño generados proyecto edificio confiar.

- Abastos

