



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO AP-BIB-FO-06 VERSIÓN 1 VIGENCIA 2014 PÁGINA 1 de 2

Neiva, 29 - Nov - 2023

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Juan Sebastian Colceto Garavito, con C.C. No. 1.075.281.317,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o Practica Profesional

titulado Práctica profesional en la empresa Carlos

Arturo Quiza Camacho

presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar al título de

Ingeniero Civil;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

Juan Sebastian Coketo

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS				   	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO					
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA 1 de 1

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: PRACTICA PROFESIONAL EN LA EMPRESA CARLOS ARTURO QUIZA CAMACHO

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Calceto Garavito	Juan Sebastian

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Izquierdo Bautista	Jaime

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Castillo Cerón	Hernán Javier
Castillo Salgado	Henry Mauricio

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL

FACULTAD: INGENIERÍA

PROGRAMA O POSGRADO: INGENIERÍA CIVIL

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2023

NÚMERO DE PÁGINAS: 114

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías_**X**_ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general_**X**_ Grabados___
 Láminas___ Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos_**X**_ Retratos___ Sin ilustraciones___
 Tablas o Cuadros___

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: Ninguno

MATERIAL ANEXO:

Anexo A: Cálculos de las 5 acometidas hidráulicas restantes de la Plaza de Mercado de Guadalupe, Huila

Anexo B: Memoria de Cálculo de Cantidades del capítulo de Instalaciones Hidráulicas e Instalaciones Sanitarias

Anexo C: Memoria de Cálculo de Cantidades de obra del diseño y comprobación de cada uno de los tramos de alcantarillado en el municipio de Tesalia.

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Diseño hidrosanitario	Plumbing desing	6. _____	_____
2. Aparatos sanitarios	Sanitary fixtures	7. _____	_____
3. Alcantarillado	Sewerage	8. _____	_____
4. Capacidad de carga tubería	Piping load capacity	9. _____	_____
5. _____	_____	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Este trabajo de grado expone las actividades desarrolladas en la ejecución de la modalidad de grado de prácticas profesionales realizadas en la empresa CARLOS ARTURO QUIZA CAMACHO, realizando el diseño hidrosanitario del proyecto de ampliación y remodelación de la plaza de mercado del municipio de Guadalupe y el análisis para el diseño y comprobación de carga de tubería de alcantarillado de 9 tramos en el municipio de Tesalia, cada proyecto con su respectivo presupuesto de obra. Para los diseños hidrosanitarios se realizó una búsqueda de los criterios técnicos a tener en cuenta en el decreto 0330 de 2017 o Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS- y en el código colombiano de fontanería NTC 1500, y luego una búsqueda bibliográfica de autores reconocidos en el área y de esta manera comenzar a trazar una metodología de trabajo. El método utilizado para los cálculos hidráulicos fue Hunter Modificado. En la ejecución de los cálculos se tiene que tener en cuenta la presión de trabajo de la red de

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS						
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 1

acueducto, pero para efectos de este diseño se trabajó con una presión de 15 m.c.a que es la mínima presión que debe garantizar el prestador del servicio. Para el diseño y comprobación de las tuberías de alcantarillado en el municipio de Tesalia, se utilizó la metodología propuesta por Ricardo Alfredo López Cualla en su libro “Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado” y en la fórmula propuesta por Empresas públicas de Medellín basadas en DARCY-WEISBACH Y COLEBROOK WHITE y la propuesta por PAVCO basada en MANNING.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

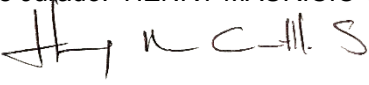
This degree work exposes the activities developed in the execution of the degree modality of professional practices carried out in the company CARLOS ARTURO QUIZA CAMACHO, performing the hydrosanitary design of the expansion and remodeling project of the market place of the municipality of Guadalupe and the analysis for the design and load testing of sewer pipe of 9 sections in the municipality of Tesalia, each project with its respective work budget. For the hydrosanitary designs, a search of the technical criteria to be taken into account in the Decree 0330 of 2017 or Drinking Water and Basic Sanitation Regulation-RAS- and in the Colombian plumbing code NTC 1500, and then a bibliographic search of recognized authors in the area and in this way begin to outline a work methodology. The method used for the hydraulic calculations was Hunter Modified. In the execution of the calculations, the working pressure of the aqueduct system network must be taken into account, but for the purposes of this design we worked with a pressure of 15 m.c.a., which is the minimum pressure that must be guaranteed by the service provider. For the design and verification of the sewer pipes in the municipality of Tesalia, the methodology proposed by Ricardo Alfredo López Cualla in his book entitled ;Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado; and the formula proposed by “Empresas públicas de Medellín” based on DARCY-WEISBACH and COLEBROOK WHITE and the one proposed by PAVCO based on MANNING was used.

APROBACION DE LA TESIS

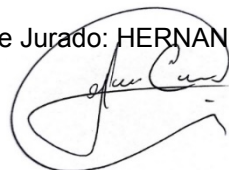
Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado: HENRY MAURICIO CASTILLO SALGADO

Firma: 

Nombre Jurado: HERNAN JAVIER CASTILLO CERÓN

Firma: 

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



Práctica Profesional en la empresa Carlos Arturo Quiza Camacho

Juan Sebastián Calceto Garavito

Universidad Surcolombiana
Facultad de ingeniería, programa de ingeniería civil
Neiva, Huila
2023

Práctica profesional en la empresa Carlos Arturo Quiza Camacho

Juan Sebastián Calceto Garavito

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar el título de
Ingeniero Civil

Director:

Ingeniero PhD. Jaime Izquierdo Bautista

Línea de investigación:

Hidráulica y presupuestos

Universidad Surcolombiana

Facultad de ingeniería, programa de ingeniería civil

Neiva, Huila

2023

DEDICATORIA

A Dios y a la Santísima Virgen María por darme la fortaleza en los momentos en que pensé rendirme y dejar todo atrás.

A mis Padres, Luis Fernando y Emma Patricia por ser incondicionales, por su apoyo y palabras de motivación. Son la razón de seguir en pie.

A mis hermanos, Cristian Fernando y Laura Natalia, porque son el motor de mi vida.

A mis amigos Daner y Darwin, por su compañía en este proceso.

A mí mismo, porque me demostré que tengo las capacidades para asumir cualquier reto que me ponga la vida.

AGRADECIMIENTOS

Jaime Izquierdo Bautista, Ingeniero Agrícola y Civil de la Universidad Surcolombiana, por su asesoría solícita en el desarrollo de este informe de prácticas.

Al Ingeniero y a la empresa que lleva su nombre, Carlos Arturo Quiza Camacho, por demostrar su amor por la ingeniería y por haberme dado la oportunidad de aprender de grandes profesionales que conforman su equipo de trabajo.

Al Ingeniero Julián David Moreno Segura, por su paciencia para explicar y las muchas correcciones que reforzaron mi conocimiento, por su pasión por la ingeniería.

A todas las personas que de alguna u otra manera, me dieron la mano en este proceso.

RESUMEN

Este trabajo de grado expone las actividades desarrolladas en la ejecución de la modalidad de grado de prácticas profesionales realizadas en la empresa CARLOS ARTURO QUIZA CAMACHO, realizando el diseño hidrosanitario del proyecto de ampliación y remodelación de la plaza de mercado del municipio de Guadalupe y el análisis para el diseño y comprobación de carga de tubería de alcantarillado de 9 tramos en el municipio de Tesalia, cada proyecto con su respectivo presupuesto de obra. Para los diseños hidrosanitarios se realizó una búsqueda de los criterios técnicos a tener en cuenta en el decreto 0330 de 2017 o Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS- y en el código colombiano de fontanería NTC 1500, y luego una búsqueda bibliográfica de autores reconocidos en el área y de esta manera comenzar a trazar una metodología de trabajo que permitiría empezar con un orden establecido cada uno de los cálculos. El método utilizado para los cálculos hidráulicos fue Hunter Modificado, que pretende evaluar el caudal máximo probable y se basa en que no todos los aparatos conectados al sistema trabajan simultáneamente. Luego se aplican diferentes fórmulas de la hidráulica para hallar caudales, velocidades, diámetros, pérdidas por fricción, perdidas menores o por accesorios, pérdidas totales, cota piezométrica, y finalmente la cota de cada uno de los aparatos. En la ejecución de los cálculos se tiene que tener en cuenta la presión de trabajo de la red del sistema de acueducto, pero para efectos de este diseño se trabajó con una presión de 15 m.c.a que es la mínima presión que debe garantizar el prestador del servicio. Para el diseño y comprobación de las tuberías de alcantarillado en el municipio de Tesalia, se utilizó la metodología propuesta por Ricardo Alfredo López Cualla en su libro titulado "Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado" y en la fórmula propuesta por Empresas públicas de Medellín basadas en DARCY-WEISBACH Y COLEBROOK WHITE y la propuesta por PAVCO basada en MANNING. Los resultados obtenidos arrojaron que se pueden conservar los diámetros existentes de 8 plg, y que de acuerdo al caudal que recibe la tubería a través de las domiciliarias de las viviendas no supera la capacidad de carga de dicho diámetro.

Palabras claves: ***diseño hidrosanitario, aparatos sanitarios, alcantarillado, capacidad de carga tubería***

ABSTRAC

This degree work exposes the activities developed in the execution of the degree modality of professional practices carried out in the company CARLOS ARTURO QUIZA CAMACHO, performing the hydrosanitary design of the expansion and remodeling project of the market place of the municipality of Guadalupe and the analysis for the design and load testing of sewer pipe of 9 sections in the municipality of Tesalia, each project with its respective work budget. For the hydrosanitary designs, a search of the technical criteria to be taken into account in the Decree 0330 of 2017 or Drinking Water and Basic Sanitation Regulation-RAS- and in the Colombian plumbing code NTC 1500, and then a bibliographic search of recognized authors in the area and in this way begin to outline a work methodology that would allow to start with an established order each of the calculations. The method used for the hydraulic calculations was Hunter Modified, which aims to evaluate the maximum probable flow and is based on the fact that not all the devices connected to the system work simultaneously. Then, different hydraulic formulas are applied to find flow rates, velocities, diameters, friction losses, minor or accessory losses, total losses, piezometric level, and finally the level of each of the devices. In the execution of the calculations, the working pressure of the aqueduct system network must be taken into account, but for the purposes of this design we worked with a pressure of 15 m.c.a., which is the minimum pressure that must be guaranteed by the service provider. For the design and verification of the sewer pipes in the municipality of Tesalia, the methodology proposed by Ricardo Alfredo López Cualla in his book entitled "Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado" and the formula proposed by "Empresas públicas de Medellín" based on DARCY-WEISBACH and COLEBROOK WHITE and the one proposed by PAVCO based on MANNING was used. The results obtained showed that the existing diameters of 8 in. can be maintained, and that according to the flow that the pipe receives through the house connections, it does not exceed the load capacity of that diameter.

Key words: ***plumbing design, sanitary fixtures, sewerage, piping load capacity***

CONTENIDO

	Pag
RESUMEN	V
CAPITULO 1.....	10
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 ANTECEDENTES	12
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	14
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	17
CAPITULO 2.....	18
2.1 MARCO TEÓRICO	18
CAPITULO 3.....	21
3.1 MARCO METODOLÓGICO	21
3.1.1 DISEÑO HIDROSANITARIO	21
3.1.2 DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE TUBERÍA DE ALCANTARILLADO.....	31
CAPITULO 4.....	42
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	42
4.1.1 DISEÑO HIDROSANITARIO	42
4.1.2 DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE TUBERÍA DE ALCANTARILLADO.....	62
CAPITULO 5.....	67
5.1 CONCLUSIONES	67
5.2 RECOMENDACIONES	67
6. BIBLIOGRAFÍA	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Presiones Guadalupe	24
Tabla 2 Unidades de consumo por aparato sanitario de Hunter modificado	26
Tabla 3 Coeficiente de simultaneidad.....	27
Tabla 4 Unidades de desagüe de aparatos Sanitarios.....	29
Tabla 5 Dotación neta máxima Decr.0330 de 2017	37
Tabla 6 Aparatos sanitarios primer piso y segundo piso	42
Tabla 7 Unidades de consumo primer piso	42
Tabla 8 Unidades de consumo segundo piso	43
Tabla 9 Parte 1 Diseño hidráulico acometida 1	44
Tabla 10 Parte 2 Diseño hidráulico acometida 1	46
Tabla 11 Pérdidas accesorio 1	48
Tabla 12 Pérdidas accesorio 2	49
Tabla 13 Pérdidas accesorio 3	50
Tabla 14 Pérdidas accesorio 4	51
Tabla 15 Pérdidas accesorio 5	52
Tabla 16 Parte 3 Diseño hidráulico acometida 1	53
Tabla 17 Presiones de trabajo	54
Tabla 18 Unidades de desagüe de aparatos sanitarios	55
Tabla 19 Diámetro y pendiente desagües plaza de mercado.....	56
Tabla 20 Ejemplo de memoria de cantidades Instalaciones Hidráulicas	57
Tabla 21 Ejemplo de memoria de cantidades Instalaciones Sanitarias y de aguas lluvias.....	58
Tabla 22 Ejemplo 2 de memoria de cantidades Instalaciones Sanitarias y de aguas lluvias.....	58
Tabla 23 APU plaza de mercado	59
Tabla 24 Análisis tubería de alcantarillado Parte 1	62
Tabla 25 Análisis tubería de alcantarillado Parte 2	63
Tabla 26 Análisis tubería de alcantarillado Parte 3	63
Tabla 27 Análisis tubería de alcantarillado Parte 4	64
Tabla 28 Análisis tubería de alcantarillado Parte 5	64
Tabla 29 Comprobación capacidad de carga tubería	65
Tabla 30 Ejemplo memoria de cálculo Tesalia	65

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Ecuación general de Darcy - Weisbach	19
Figura 2 Pérdidas locales o por accesorios.....	19
Figura 3 Fachada principal plaza de mercado por carrera 6	21
Figura 4 Fachada lateral plaza de mercado por ClI 13	22
Figura 5 Metodología de trabajo	22
Figura 6 Metodología de diseño.....	28
Figura 7 Identificación de tramos en la red de tubería	30
Figura 8 Registro fotográfico Carrera 8 entre calle 7 y 8	31
Figura 9 Registro fotográfico Carrera 3ª entre calle 6 y 7	32
Figura 10 Calle 8 entre calle 3 y 4	32
Figura 11 Carrera 10 entre calle 1 y zanjón	33
Figura 12 Calle 1 entre carrera 10 y 12	33
Figura 13 Carrera 12 entre calle 1 y 1ª	33
Figura 14 Registro fotográfico El Cartucho (Centro Poblado Pacarní).....	34
Figura 15 Registro fotográfico San Martín (Centro Poblado Pacarní).....	34
Figura 16 La Floresta (Centro Poblado Pacarní)	35
Figura 17 Delimitación Área.	39

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil se ha caracterizado por atender dentro de su línea de acción temas hidráulicos y sanitarios como acueductos y alcantarillados que tiene un alcance urbano e impacta a miles de personas en el tratamiento de agua potable desde su captación, aducción, tratamiento, almacenamiento, conducción y entrega final a los usuarios, además de la conducción de las aguas residuales producto de las actividades humanas, desde su entrega por parte de un usuario (vivienda, empresa, industria, entre otros) hasta la conducción, tratamiento y disposición final. Por otro lado, a una escala más pequeña, la ingeniería civil es la encargada de realizar la distribución de agua potable al interior de las edificaciones garantizando la conducción y suministro de cada uno de los aparatos sanitarios (lavamanos, duchas, inodoros, llaves de jardín, entre otros), además de la evacuación de aguas servidas o residuales hasta los colectores finales del sistema de alcantarillado.

Para ello es necesario la aplicación de conocimientos técnicos para el cálculo de las redes hidráulicas y sanitarias en la obtención de caudales, velocidades, presiones, pérdidas de energía, cota piezométrica, diámetros, materiales de tubería, capacidad de tuberías, y algunos fenómenos físicos a los que está sometida la red y de esta manera establecer la ubicación de válvulas de limpieza o purga y válvulas ventosas y poder garantizar estabilidad y durabilidad en el sistema hidráulico y sanitario de poblaciones y al interior de las edificaciones. Para (López, 2003) el trabajo del ingeniero en la actualidad no se reduce solo a diseño y ampliación de redes en grandes ciudades, sino la creación de la infraestructura necesaria en poblaciones pequeñas, con miras a lograr soluciones adecuadas y acordes con una limitada inversión de capital.

En cuanto a las edificaciones, (Granados, 2002) menciona que a media que estas han evolucionado en sus diseños arquitectónicos y se han convertido en estructuras más complejas, el campo de acción del ingeniero civil se ha ampliado hasta ocupar temas como los desagües sanitarios, pluviales, ventilación de redes, suministro de agua fría, caliente, suministro de gas, de aire comprimido, red contraincendios y aplicaciones de energía solar en lo que tiene que ver con redes hidrosanitarias y de gas. Estos retos que tiene el campo de la ingeniería civil deben ser asumidos con la profundización del conocimiento en estas áreas y de esta manera lograr plantear

soluciones técnicas innovadoras que permitan la viabilidad económica de muchos proyectos y atender las necesidades de la población.

Según el estudio más reciente del Banco Mundial en temas de cobertura de los servicios de agua potable, saneamiento y aseo, citado por (Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental ACODAL, 2023), concluye que alrededor de 2.000 millones de personas en el mundo no tienen acceso a servicios de agua potable, 3.600 millones no disponen de un saneamiento seguro y 2.300 millones carecen de infraestructura básica para el lavado de manos. Es por lo anterior, que la ingeniería civil tiene la obligación moral de estar a la vanguardia de conocimientos técnicos dirigidos a resolver las necesidades de las poblaciones en aspectos como el suministro de agua potable, que implica el diseño de infraestructura adecuada para llegar a cada vivienda y el manejo seguro de las aguas servidas y evitar la afectación de la salud de las personas y la contaminación de los cuerpos de agua.

Para lograr que los proyectos en el país sean viables, no solo se debe tener en cuenta la eficiencia en los diseños, sino también como lo plantea (Consuegra, 1994), el problema en la deficiencia de las obras no se reduce solo a los diseños, sino también a la elaboración de los presupuestos, debido a que es un tema que no se toca a profundidad en la universidad y los estudiantes han tenido que aprender el tema directamente en su práctica profesional. Debido a que los temas de diseño y presupuesto van de la mano, esta práctica profesional tiene como objetivo el diseño hidrosanitario de algunos proyectos junto con la elaboración del presupuesto de obra.

1.1 ANTECEDENTES

Los diseños hidrosanitarios hacen parte integral de las edificaciones o estructuras en donde se requieran, ejemplo de ello son los proyectos en los que se realizan los estudios y diseños de plazas de mercado, las cuales necesitan suministro de agua potable mediante tuberías a presión y el manejo de aguas lluvias y residuales, cumpliendo con la Norma Técnica Colombiana 1500 y el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico a través del decreto 0330 de 2017, el cumplimiento de estos requisitos técnicos se puede observar en los diseños hidráulicos para el proyecto de la plaza de mercado del municipio de Córdoba en el departamento de Nariño, donde (RECALDE, 2015) utiliza la metodología de diseño encontrada en la NTC 1500 para identificar los diámetros y las presiones mínimas de cada aparato.

Este proyecto se caracterizó por tener tres niveles con un área total de 3067.9 m² y contar con sección de frutas, verduras, cárnicos y usos varios en el primer piso, sección de alimentos y plazoleta de comidas en el segundo piso y finalmente la sección de salud y venta de ropa en el último piso. El diseñador comienza haciendo un recuento de los aparatos sanitarios a los cuales se les ira a suministrar agua potable, además se calculan los tanques elevados de reserva y la red interna garantizando suficiente cantidad de agua, adecuada presión y sin desperdicios de agua.

Por otro lado, (RUBIO & DUARTE, 2013) realizan un análisis al diseño hidrosanitario del centro comercial agropecuario del municipio de Guamal, Meta; el cual se caracterizó por un tanque de agua de 34 m³ para consumo y 17 m³ para incendio, el material de la red interna es de PVC y acero galvanizado, para el cálculo del consumo o de los caudales de diseño, se toma la NTC 1500 en su página 48 y de esta manera se establece el volumen del tanque de almacenamiento y se realizan los cálculo de presión con una cabeza dinámica total C.D.T de 24 m.c.a. Para el cálculo del caudal de agua residual, el diseñador utilizo la tabla 12 denominada "Unidades de Desagüe de Aparatos Sanitarios" de la NTC 1500.

En la ciudad de Buenaventura, se realizan los diseños hidrosanitarios y sistema contraincendios de la plaza de mercado José Hilario López por parte de (Renteria, 2014), aprobados por los ingenieros de Hidropacífico S.A E.S.P y certificando que las memorias de cálculo, y los planos y las especificaciones cumplen con la norma técnica NTC 1500 y con el RAS. El ingeniero diseñador comienza definiendo algunos parámetros técnicos como velocidades de flujo, caudales, materiales y mantenimiento, seguido diseña los bajantes de aguas lluvias.

Luego de esto, realiza el diseño de la red sanitaria, estableciendo las normas de diseño y los diámetros mínimos apoyado en la NTC 1500. Por otro lado, para estimar el caudal de diseño utiliza el método de simultaneidad de uso, el cual establece que en un momento dado los aparatos estarán funcionando de manera simultánea, para ello se determina el factor de simultaneidad con el caudal máximo probable, este factor depende fundamentalmente del número de aparatos y si el uso es común o privado. Para el dimensionamiento de las tuberías, el diseñador utiliza el método de Hunter Modificado, el cual contempla que todos los aparatos no funcionan simultáneamente, y evalúa el caudal máximo probable.

Realizando una búsqueda en el departamento del Huila, se encuentra la revisión al diseño hidrosanitario del proyecto de la institución educativa Monserrate en el municipio de la Plata, donde (PUYO & VILLAQUIRA, 2020) realizan como primera medida la identificación de los aparatos sanitarios y definen el periodo de diseño en función del decreto 0330 de 2017 o RAS de 25 años. Luego realizan los cálculos de los caudales necesarios para cada uno de los módulos que conforman la estructura (Restaurante, Baños, Oficinas, Laboratorios) y con un inventario de puntos hidráulicos, definen las unidades de consumo de acuerdo a los parámetros de la NTC 1500. Debido a que no cuentan con datos de presión de la tubería principal para la acometida, asumen una presión disponible de 25 m.c.a y como factor de seguridad la definen en 20 m.c.a y de ahí en adelante realizan los cálculos de pérdidas por fricción y pérdidas menores por accesorios y por último se verifica la energía o cotas piezométricas de cada uno de los aparatos, garantizando de esta manera las presiones mínimas para el funcionamiento de los mismos.

Por último, se encuentra en el municipio de La Plata, el diseño hidrosanitario y de red contraincendios del hospital municipal elaborado por la empresa "*Diseños & Estructuras*" y dentro del diseño se tiene en cuenta una red existente en la red hidráulica de $\varnothing 2 \frac{1}{2}"$, las aguas servidas se plantean conducir las a través de cajas de inspección clasificándolas en aguas negras o rojas y conducir las hasta a PTAR del hospital. El primer paso utilizado por los diseñadores, es recurrir a la tabla B.1.2.3 (2) de la NTC 1500 para definir las unidades de consumo de cada uno de los aparatos sanitarios y calcular los caudales hidráulicos tomando como referencia las unidades de Hunter. Luego se realizan los cálculos de las pérdidas por fricción de la tubería teniendo en cuenta la ecuación de Hazen-Williams. Para el diseño de la red sanitaria se utiliza la tabla 8.9.1 de la NTC 1500 para la definición de los diámetros de la tubería y los sifones. Por último, se realiza el diseño de la red de aguas lluvias para la cubierta, teniendo en cuenta la intensidad de las lluvias, y áreas aferentes de la cubierta. Como valor agregado, la empresa realiza las cantidades de obra para cada uno de los diseños, contemplando material, diámetros y cantidad.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Un contrato de obra pública o privada para la construcción de viviendas, centros comerciales, plazas de mercado, polideportivos, hospitales, canalizaciones entre otros, o el diseño de acueductos y alcantarillados o la reposición de tubería, solicita dentro de los pliegos de condiciones la presentación de diseños hidráulicos y sanitarios en razón al suministro de agua potable, manejo de aguas residuales o aguas lluvias o las tres actividades dependiendo de las características del proyecto. Es por lo anterior, que dentro del personal solicitado por las entidades contratantes se especifica la participación de ingenieros civiles con especialización para la ejecución de los diseños que involucran cálculos hidráulicos, hidrológicos y sanitarios.

Sin embargo, la resolución 0330 de 2017 en su artículo 24 expone la idoneidad de los profesionales que sean destinados a este tipo de diseños, y menciona: *“La dirección en la elaboración de los diseños deberá ser ejecutada por ingenieros civiles, sanitarios, ambientales o ramas afines, con experiencia específica mínima de cinco (5) años en diseño de obras de acueducto, alcantarillado y/o aseo en poblaciones iguales o superiores a la que se está contratando, según el objeto del sistema a diseñar”*, pero tal experiencia se va adquiriendo desde que se comienza a trabajar junto a profesionales que tienen lo exigido por la norma y que tienen criterios técnicos para la participación en estos proyectos.

De ahí la importancia que los futuros ingenieros tengan una preparación en el área hidráulica en los centros de estudio y tengan las bases teóricas y prácticas para el cálculo de diámetros, caudales, velocidades, especificaciones de materiales, y demás aspectos técnicos, y la habilidad del manejo de softwares que permitan modelar ciertos escenarios bajo parámetros definidos por cada proyecto y comprobar los cálculos que se hacen de forma manual. De esta manera, el conocimiento toma pertinencia y se puede recibir la responsabilidad de asumir el cálculo matemático de ciertos parámetros, inicialmente bajo la supervisión de profesionales idóneos y contribuir a la buena ejecución de los contratos.

Debido a la transversalidad en los proyectos y a la necesidad de que más profesionales se dediquen a temas que involucren la hidráulica de tuberías, de canales, ríos, se desarrolla esta práctica en una empresa que tiene como misión la formulación de proyectos de ingeniería en temas relacionados con la consultoría de proyectos e interventoría de obras de saneamiento básico (acueductos y alcantarillados), además de proyectos que involucren permanentemente el tema expuesto. Pero la capacidad de los profesionales debe ir más allá de los diseños, y además debe

involucrar la presentación de presupuestos de obra que contemplen memoria de cantidades, construcción de APU's, y presupuesto general para la presentación de alguna propuesta en estos temas relacionados, esto implica el conocimiento actualizado en precios de tuberías, accesorios, maquinaria y equipos, y mano de obra de la región donde se ejecutaran las obras.

En razón de lo anterior, los profesionales recién egresados deben tener un conocimiento amplio para el desarrollo de cualquier tema de la ingeniería civil, y en orden a lo que se plantea, en temas de hidráulica, que permitan no solo optimizar los tiempos de análisis, sino que sean integrales en la presentación de diseños y presupuestos de obra y generar un valor agregado al sector privado o público bien como diseñadores o revisores de proyectos para su aprobación y seguimiento. La idea de optimizar procesos y cálculos no solo se refiere a la utilización de softwares especializados, sino también a la obtención de bibliografías de autores reconocidos a nivel nacional e internacional que permitan solucionar dudas que los sistemas no permiten y que a través de buenas fuentes bibliográficas se pueden construir y realizar, y ejecutar diseños con apoyo de profesionales con vasta experiencia en el sector a través de los libros.

El país necesita profesionales con conocimientos generales y específicos en temas de hidráulica, pues se caracteriza por tener una amplia fuente de recursos hídricos que se deben proteger, conservar y mantener en el tiempo para garantizar el suministro de agua potable a las futuras generaciones, además de dar manejo a las aguas residuales para que no retornen a los ríos, quebradas, lagunas, o aguas subterráneas a través del suelo, generando su contaminación y la afectación de sus características fisicoquímicas y biológicas. Además de evitar enfermedades relacionadas con la presencia de microorganismos en el agua como diarrea, colera, hepatitis o fiebre tifoidea.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar los diseños hidráulicos y sanitarios en los que tiene participación la empresa CARLOS ARTURO QUIZA CAMACHO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar los diseños hidrosanitarios para el contrato de consultoría de estudios y diseños para la remodelación y adecuación de la plaza de mercado del municipio de Guadalupe, departamento del Huila.
- Elaborar el presupuesto de obra del capítulo hidrosanitario (Memoria de cantidades y APU's) para el contrato de consultoría de estudios y diseños para la remodelación y adecuación de la plaza de mercado del municipio de Guadalupe, departamento del Huila.
- Diseñar y comprobar la capacidad de la tubería para la reposición de tramos específicos de alcantarillado en el municipio Tesalia, Huila con su respectivo presupuesto de obra.

1.4 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

El presente documento contiene 4 capítulos donde se expone el desarrollo de la práctica profesional en la empresa CARLOS ARTURO QUIZA CAMACHO y a continuación se realiza una breve descripción del contenido de cada capítulo:

Capítulo 1: En el presente capítulo se puede encontrar la introducción de las temáticas y actividades desarrolladas en el proyecto de prácticas, los antecedentes que soportan los diseños hidrosanitarios y su respectiva justificación; además de los objetivos que se plantearon para el desarrollo de la práctica profesional.

Capítulo 2: En este capítulo se encuentra el marco teórico que se divide en conceptos hidrosanitarios y de alcantarillado, además de algunas metodologías para el diseño (aparatos sanitarios, materiales y accesorios utilizados en el diseño, pérdidas por fricción en la tubería y pérdidas menores, presión, colector principal, acometida domiciliaria, cota clave, batea, rasante).

Capítulo 3: En este capítulo se define la metodología utilizada para la elaboración de los diseños hidrosanitarios y para el diseño y comprobación de la tubería de alcantarillado, razón por la cual se subdivide en dos partes, a través de las metodologías, normativa, revisión bibliográfica, análisis del catastro de redes, de planos arquitectónicos, estructurales, y la programación de los cálculos de caudales, velocidades, pérdidas, capacidad de tubería, cotas piezométricas, pendientes, entre otros elementos.

Capítulo 4: En el último capítulo del documento se analizan los resultados obtenidos en cada uno de los diseños propuestos como actividades durante el desarrollo de la práctica profesional, las conclusiones, recomendaciones y algunos anexos como planos y presupuestos detallados.

CAPITULO 2

2.1 MARCO TEÓRICO

En el diseño hidráulico y sanitario de las edificaciones se considera importante el abordaje de los elementos que componen dicho campo de acción, dentro de ellos se encuentra los aparatos sanitarios que según lo que expone el autor (Díaz, 2005) se pueden definir como instrumentos o dispositivos generalmente mecánicos, compuestos de diferentes piezas combinadas, que tiene como objetivo el aseo personal, la evacuación de las aguas servidas o aguas lluvias, limpieza de objetos, y otras funciones especiales. Por otra parte, cumplen una doble función: de terminales del suministro de agua y de origen del sistema de evacuación. Esto permite definir la cantidad de agua que debe abastecerse y, al mismo tiempo, el volumen de aguas servidas que se ha de evacuar; tales condiciones de funcionamiento son la base para definir las características de los dispositivos que hay que instalar y de sus sistemas auxiliares (Díaz, 2005).

En apoyo a lo mencionado anteriormente, el mismo autor clasifica estos elementos en aparatos sanitarios de evacuación en los que se encuentran sifón de piso, inodoros (sanitarios, W.C., retretes), orinales y vertederos. Por otro lado, están los aparatos sanitarios para la limpieza de objetos como los lavaplatos, lavaderos y lavadoras. Así mismo, los aparatos sanitarios para la higiene personal se componen de los lavamanos, tinas (bañeras), duchas y bebederos. Por último, se consideran otros aparatos sanitarios en los que están el calentador (eléctrico y de gas), las llaves de jardín y cajas de inspección.

Actualmente el material más utilizado para la instalación de redes hidrosanitarias debido a sus facilidades de construcción, ventajas y propiedades en su uso y mantenimiento se encuentran el PVC (cloruro de polivinilo) en las redes de tubería de agua fría y el CPVC (cloruro de polivinilo clorado) en las redes de tubería de agua caliente (Díaz, 2005).

La norma aplicada para la fabricación de tubería de agua fría está regida por la NTC-382 de 1970, y de los accesorios por la NTC- 1339. En el caso de la tubería de agua caliente se fabrica de acuerdo con la norma ASTM D2846-82. Dentro de los fabricantes de este tipo de tuberías se encuentra Pavco, en donde para la instalación de agua potable fría se identifican las tuberías en el mercado con el RDE (relación diámetro- espesor), es decir, corresponde a la relación entre el diámetro del tubo y el espesor de la pared del mismo (Díaz, 2005).

En el diseño de instalaciones hidráulicas y sanitarias se utilizan sistemas a presión en donde se pueden generar pérdidas de energía; esto se puede dar en el rozamiento del fluido con las paredes de la tubería en donde se presenta una pérdida continua en la dirección del flujo, a este tipo se le conoce como pérdidas por fricción.

Para su determinación Darcy – Weisbach expresa una ecuación general para su cálculo, la cual precisa que la pérdida de energía es directamente proporcional a la longitud de la tubería y a la altura de velocidad, e inversamente proporcional al diámetro de la tubería (Díaz, 2005).

Figura 1 Ecuación general de Darcy - Weisbach

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Fuente (Díaz, 2005) pág. 55

En donde h_f son las pérdidas por fricción (m), f es el coeficiente de fricción del tramo, L es la longitud del tramo (m), D el diámetro efectivo de la tubería (m), V velocidad media (m/s) y g la aceleración de la gravedad.

Dicho lo anterior Díaz, H. (2005) expone que existen también las pérdidas locales o por accesorios las cuales son producidas en una pequeña región cercana al sitio donde se presenta cambio en la geometría del conducto o cambio en la dirección del flujo, esto quiere decir alteraciones de las condiciones de flujo. Las pérdidas localizadas más comunes en el diseño de instalaciones son: pérdidas por ampliación de sección, pérdidas por cambio de dirección, pérdidas por reducción de sección, pérdidas por entrada o por salida, pérdidas por válvulas o sistemas de control pérdidas por bifurcación y pérdidas por dispositivos de control de flujo.

Figura 2 Pérdidas locales o por accesorios

Accesorios	Pérdida media de energía
1. ENTRADA (de tanque de almacenamiento a tubería)	$0.5 \frac{V^2}{2g}$
* conexión a ras de pared	$1.00 \frac{V^2}{2g}$
* tubería entrante	$1.00 \frac{V^2}{2g}$
2. SALIDA (de tubería a depósito) (Entrada al tanque del inodoro)	$1.00 \frac{V^2}{2g}$
3. AMPLIACIÓN GRADUAL	$K \cdot \frac{(V_{ENTRADA} - V_{SALIDA})^2}{2g}$ K se encuentra en la tabla 3.3B.2
4. CONTRACCIÓN BRUSCA	$K \cdot \frac{V^2}{2g}$ K se encuentra en la tabla 3.3B.1
5. CAMBIOS DE DIRECCIÓN (estándar) * Codo	$K \cdot \frac{V^2}{2g}$ K = 0.9
7. BIFURCACIONES * Tee * Tee (salida lateral) * Tee (salida bilateral) * Tee (paso directo)	$K \cdot \frac{V^2}{2g}$ 1.5 < K < 2.0 K = 0.9 K = 2.0 K = 0.15
9. VÁLVULAS * de compuerta (abierta) * de cierre rápido * de check	$K \cdot \frac{V^2}{2g}$ K aprox. = 0.25 K aprox. = 7.7 K aprox. = 2.5

Fuente (Díaz, 2005) pág. 55

Díaz, H. (2005) afirma que las pérdidas por accesorios se expresan como un coeficiente multiplicado por la altura de velocidad, de acuerdo a esto se presentan valores característicos para estos coeficientes de pérdida.

Para realizar la red interior de una edificación desde una red municipal se debe construir una instalación que va desde la tubería de abastecimiento público hasta el medidor de consumo o contador (Díaz, 2005). Para Granados Robayo, J. (2002) el diseño apropiado para un sistema de distribución de agua comienza con un estimativo acertado del consumo. De acuerdo al servicio a prestar se deja un volumen de reserva para uno, dos o más días de consumo. Por otra parte, los medidores tienen la función de facturar los consumos de agua con base en el registro de una lectura periódica.

Es preciso tener en cuenta que una red hidráulica y sanitaria requieren de un sistema de desagüe, por ende, se debe disponer de una red de alcantarillado la cual consiste en una serie de tuberías y obras necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales. Existen dos tipos de sistemas de alcantarillados, los convencionales y no convencionales; en donde los primeros son tuberías de grandes diámetros con una flexibilidad necesaria para atender la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad de población y su estimación futura, un sistema con poco mantenimiento lo que implica mayores costos (López, 2003).

Acorde con lo que expone (López, 2003) los sistemas de alcantarillados convencionales se clasifican de acuerdo al tipo de agua que conduzcan. Se encuentra el alcantarillado separado, aquí se genera una evacuación separada de las aguas residuales y de las aguas lluvias, en donde se presentan alcantarillado sanitario y pluvial. El alcantarillado combinado es un sistema que conduce simultáneamente las aguas residuales y las aguas lluvias.

Existen diferentes tipos de tuberías, encontramos las laterales que reciben desagues provenientes de domicilios, las secundarias que recibe el caudal de dos o más tuberías laterales, colector secundario aquel utilizado para recibir el desague de dos o más tuberías secundarias, el colector principal el cual capta el caudal de dos o más colectores secundarios, el emisario final conduce todo el caudal de aguas residuales o lluvias a su disposición final y se encuentra el interceptor que se encarga de coleccionar paralelamente de un río o canal (López, 2003).

El trazado de dichas tuberías se debe generar teniendo en cuenta las condiciones topográficas de las calles del municipio. También se le debe dar prioridad a la protección del sistema de acueducto en razón de evitar la contaminación con el agua residual, su ubicación se dispone en costados opuestos de la calzada. La cota clave de cualquier sistema de alcantarillado debe estar por debajo de la cota batea de la tubería de acueducto para cumplir las distancias verticales y horizontales mínimas. Todavía cabe señalar que la profundidad de las tuberías debe permitir el desague por gravedad de las conexiones domiciliarias (López, 2003).

CAPITULO 3

3.1 MARCO METODOLÓGICO

Para dar respuesta a los objetivos que se han planteado en el desarrollo de esta práctica profesional, se da a conocer paso a paso los métodos, normativa, ecuaciones, y cálculos a través de los cuales se realizaron los diseños hidráulicos, sanitarios y de alcantarillado. Para ello se expone a continuación el esquema utilizado:

3.1.1 DISEÑO HIDROSANITARIO La metodología que se describe en este capítulo aborda el diseño de la red hidráulica y sanitaria del proyecto denominado: "Estudios y Diseños para la remodelación y adecuación de la plaza de mercado del municipio de Guadalupe", el cual tiene las siguientes características.

- Área: El área de construcción nueva es de 1966.72 m²
- Niveles: 2
- Locales cárnicos: 22
- Locales abarrotes: 4
- Locales hierbas: 2
- Locales verduras: 8
- Locales frutas: 6
- Locales comerciales: 15
- Unidades de baño: 2
- Cafeterías: 2
- Restaurante: 10

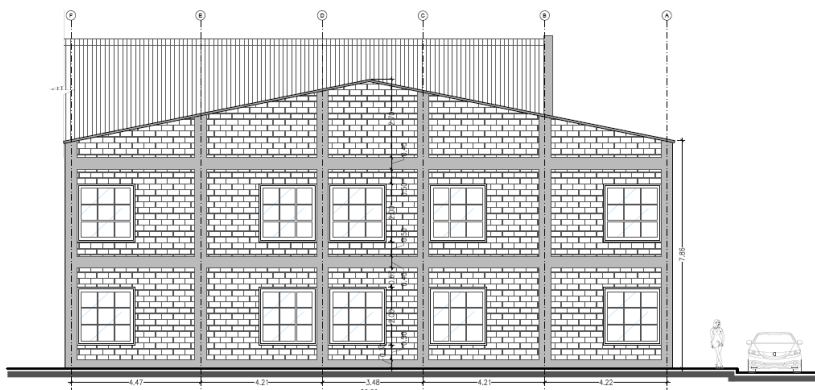
Descripción: La nueva plaza de mercado reemplazará la existente, la cual cuenta con una estructura independiente para la plaza y para el centro comercial, y se ubican de tal manera que se comparte la vista de una estructura hacia otra en una integridad, pues además los accesos son compartidos, de tal manera que las personas se puedan desplazar de forma rápida de un lugar a otro.

Figura 3 Fachada principal plaza de mercado por carrera 6



Fuente: Diseño arquitectónico

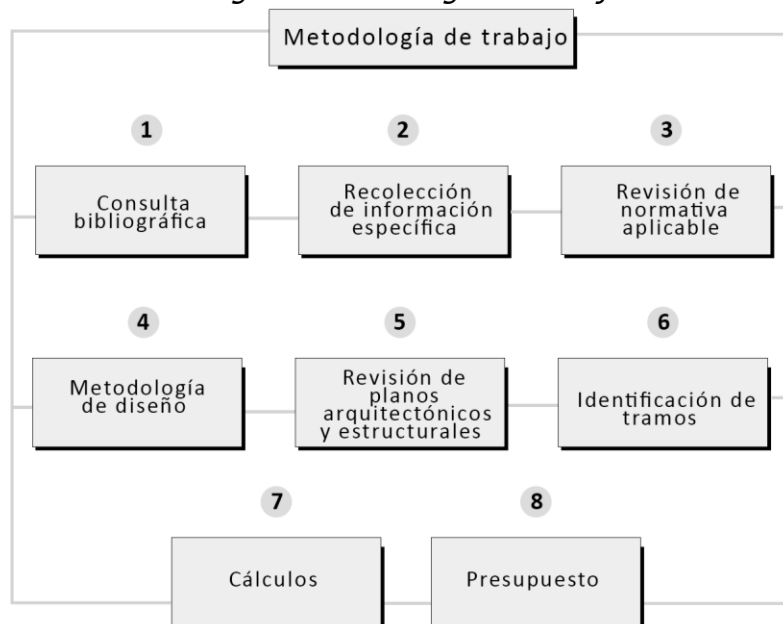
Figura 4 Fachada lateral plaza de mercado por CII 13



Fuente: Diseño arquitectónico

A continuación, se presenta la metodología de trabajo propuesta para el desarrollo del diseño hidrosanitario, para luego describir cada actividad:

Figura 5 Metodología de trabajo



Consulta bibliográfica: a través de esta actividad se recolecto información principal como apoyo a la elaboración de los diseños hidrosanitarios, para ello se consultaron libros y trabajos realizados referentes al tema, dando como resultado la selección de los siguientes autores:

- Héctor Alfonso Rodríguez Díaz, con su libro titulado: “DISEÑOS HIDRAULICOS, SANITARIOS Y DE GAS EN EDIFICACIONES” de la Escuela Colombiana de Ingeniería y quien describe de manera detallada los parámetros que se deben tener en cuenta para la elaboración de los diseños hidrosanitarios en una edificación, entre los cuales se encuentran el trazado en planta, cálculo de caudales, definición de las unidades de consumo, predimensionamiento de la red, unidades de descarga, condiciones de flujo y metodologías recomendadas.
- Carlos Bonilla en su presentación de clase titulada: “Diseño Red Interna de agua potable de Vivienda Unifamiliar” de la universidad Francisco de Paula Santander, quien a través de un ejemplo describe los parámetros y requisitos técnicos para realizar un diseño hidrosanitario, entre los cuales se encuentran: las condiciones óptimas de caudal, presión y velocidad, condiciones para un trazado óptimo de la tubería, especificaciones de aparatos hidráulicos, normativa, análisis del plano arquitectónico y la organización de los cálculos.
- Norman Rentería Ramos, con su trabajo titulado: “Diseños hidrosanitarios y sistema contraincendios de la plaza de mercado José Hilario López de Buenaventura” quien como consultor de la fundación Carvajal realizo los cálculos y los procedimientos para el trazado de la red de tuberías y las recomendaciones técnicas de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 o código de fontanería y al decreto 0330 de 2017 o Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

Recolección de información específica: Para determinar la presión del sistema de acueducto municipal, se acudió a funcionarios de la empresa de acueducto, alcantarillado y aseo de Guadalupe, los cuales ofrecieron la siguiente información:

Tabla 1 Presiones Guadalupe

Hora	Presión (PSI)	Presión (m.c.a)
8:00 am	80	56.32
12:00 pm	10 – 15	7.04 – 10.56
8:00 pm	20	14.08

Fuente: Empresas Públicas de Guadalupe

Sin embargo, y de acuerdo al decreto 0330 de 2017 o Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) en el artículo 61, la presión mínima de acuerdo a la población de Guadalupe de más de 12.500 habitantes deberá ser de 15 m.c.a y con este valor se procede a realizar los cálculos.

Normativa aplicable: Dando cumplimiento a los requisitos técnicos legales que son aplicables a los diseños hidrosanitarios, se menciona a continuación las normativas de trabajo:

- Decreto 0330 de 2017 o Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS): Define los parámetros que deben cumplir los sistemas de acueducto y alcantarillado, en las etapas de planeación, diseño, construcción y rehabilitación y es aplicable a todos los prestadores de servicios públicos y a las entidades formuladoras de proyectos.
- NTC 1500 o Código Colombiano de Fontanería: Establece los requisitos mínimos para garantizar el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable; sistemas de desagüe de aguas negras y lluvias. Proporciona, además, las directrices y los requisitos mínimos que deben cumplir las instalaciones hidráulicas para garantizar la protección a la salud, seguridad y bienestar públicos.

Metodología de diseño: Para llevar a cabo el análisis hidráulico y sanitario se seleccionan los métodos establecidos por la NTC 1500 o código de fontanería y los cuales se describen a continuación:

- **Hunter modificado:** Este método proviene del método de Hunter original el cual se fundamenta en las unidades de abastecimiento, de descarga o de consumo. Hunter modificado es la metodología que presenta la NTC 1500 y es relativamente económico desde el punto de vista de la estimación de los caudales o gastos de los aparatos, y la cual establece que para el

dimensionamiento de las tuberías se tiene en cuenta que todos los aparatos instalados no funcionan simultáneamente; por esta razón se deben distinguir varios tipos de caudal. 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 (Díaz, 2005).

Para entender esta metodología se debe partir de la definición de unidad de gasto o consumo, la cual es el gasto normal o promedio demandado por un lavamanos (de dos grifos, de tipo privado) en condiciones de funcionamiento normal. El gasto normal de un lavamanos, que se toma como unidad, es entonces el valor medio entre el gasto mínimo y el gasto máximo estimado por el método de Hunter original. Así de esta manera para un lavamanos:

- Gasto mínimo: 0.19 l/s
- Gasto máximo: 0.47 l/s

El gasto promedio es de 0.33 l/s, ósea, la unidad de abasto para este método modificado. Por tanto:

- 1UC= 0.33 l/s. o También,
- 1 UC= 20 litros/minuto

Para el caso del proyecto de la plaza de mercado, y de acuerdo a las unidades de consumo presentadas en la NTC, se define la ecuación correspondiente:

- Para unidades de consumo entre $3 < UC < 240$ (Caudal máximo posible)

$$Q = 0.1163 (UC)^{0.6875} \text{ para aparatos comunes}$$

$$Q = 0.7243 (UC)^{0.384} \text{ para aparatos con fluxometro}$$

A continuación, se presenta la tabla que describe las unidades de consumo por aparato sanitario y que se puede encontrar en la NTC 1500:

Tabla 2 Unidades de consumo por aparato sanitario de Hunter modificado

Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de consumo
Inodoro	Público	Flujómetro	10
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5
Orinal	Público	Flujómetro de $\Phi = 2,5$ cm	10
Orinal	Público	Flujómetro de $\Phi = 2,0$ cm	5
Orinal	Público	Llave	2
Lavamanos	Público	Llave	4
Tina	Público	Válvula mezcladora	4
Ducha	Público	Válvula mezcladora	4
Fregadero de servicio	Público	Llave	2
Fregadero de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4
Inodoro	Privado	Flujómetro	6
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3
Lavamanos	Privado	Llave	1
Bidé	Privado	Válvula mezcladora	2
Tina	Privado	Válvula mezcladora	2
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3
Lavadora	Privado	Llave	2
Lavaplatos eléctricos	Pública	Llave	4
	Privado	Llave	3
	Público	Llave	6

1) Los valores de unidades relacionados representan la carga total para el sistema de abastecimiento de agua. Los valores individuales tanto para agua fría como para agua caliente en aparatos que incluyan las dos conexiones se debe tomar como $\frac{3}{4}$ del valor total relacionado para el aparato.

Fuente: NTC 1500

- Factor de simultaneidad: Este método se basa en la aplicación de un factor que evalúa la simultaneidad de funcionamiento de los aparatos sanitarios. Para aplicarlo se supone que se conocen los valores del caudal de cada aparato sanitario. Para un tramo de la red que alimenta cierto número de aparatos sanitarios, el caudal máximo posible será la suma de los caudales demandados por los aparatos al suponer que estos funcionan simultáneamente (Díaz, 2005).

$$F.S. = \frac{\text{caudal máximo probable}}{\text{caudal máximo posible}}$$

Sin embargo, esta ecuación se puede plantear en función del número de salida K1 de los aparatos conectados en el sistema y la probabilidad de que estos funcionen de forma simultánea, utilizando la siguiente ecuación:

$$K1 = \frac{1}{(S - 1)^{1/2}}$$

O utilizando la siguiente tabla para obtener el coeficiente de simultaneidad de forma directa y su respectiva probabilidad:

Tabla 3 Coeficiente de simultaneidad

▼ Coeficiente de simultaneidad					
S	K ₁	S	K ₁	S	K ₁
1	1,00	9	0,35	17	0,25
2	1,00	10	0,33	18	0,24
3	0,71	11	0,32	19	0,24
4	0,58	12	0,30	20	0,23
5	0,50	13	0,29	21	0,22
6	0,45	14	0,28	22	0,22
7	0,40	15	0,27	23	0,21
8	0,38	16	0,26	24	0,21

Fuente: (Bonilla, 2020)

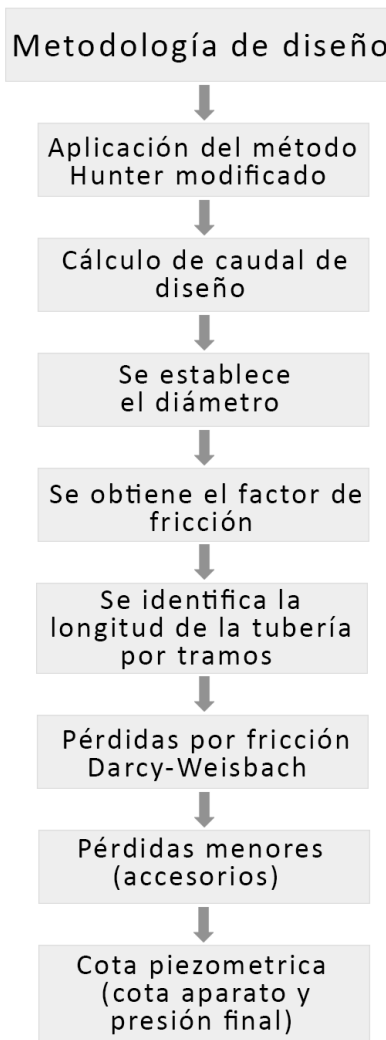
Con este factor de simultaneidad se calcula el caudal máximo probable y la ecuación queda de la siguiente manera:

$$Q_{max\ probable} = Q_{max\ Posibe} * K_1$$

Con los datos de caudal que se han mencionado, se asume un diámetro para la red, utilizando la siguiente ecuación empírica citada por (Bonilla, 2020):

$$(Pulgada)\phi = \sqrt{Q} \left(\frac{\text{Litros}}{\text{segundo}} \right)$$

A partir del cálculo del diámetro se proceden a la aplicación de ecuaciones hidráulicas que serán descritas en el desarrollo del análisis de los resultados. Para la aplicación de la metodología de Hunter Modificado se utilizó el siguiente diagrama para definir la secuencia de cada uno de los datos hasta llegar a la cota piezométrica de cada uno de los aparatos sanitarios:

Figura 6 Metodología de diseño

Para el diseño de la tubería sanitaria se tuvo en cuenta los siguientes requerimientos técnicos:

- La tubería de desagüe debe ser de materiales aprobados con diámetro interno liso y uniforme, fabricadas para tal fin y que cumplan con las especificaciones establecidas en las normas técnicas para cada material.
- La instalación de la tubería de desagüe, cualquiera que sea el material, debe ser conforme con las especificaciones y recomendaciones del fabricante y del diseñador, y de acuerdo con el tipo de descarga.

- Todos los accesorios deben ser de materiales aprobados, con diámetro interno liso y uniforme, del mismo diámetro de la tubería; deben ser compatibles con el tipo de tubería utilizado y mantener la misma pendiente de la tubería.

Los diámetros para la tubería de desagüe tendrán el criterio de la NTC 1500 para cada uno de los aparatos que serán instaladas en la plaza de mercado, de la siguiente manera:

Tabla 4 Unidades de desagüe de aparatos Sanitarios

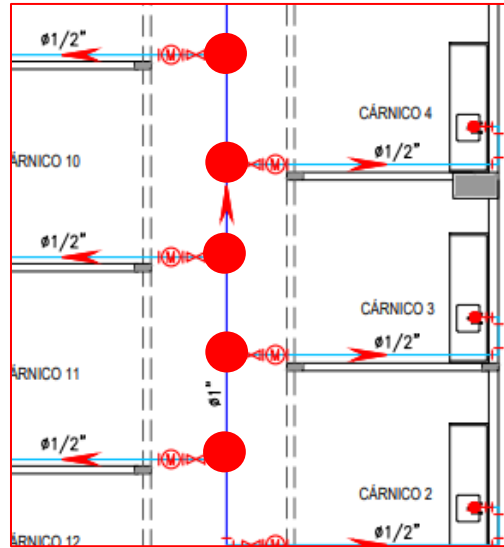
Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de descarga	Diámetro de la tubería de desagüe, mm (pulgadas)
Inodoro	Público	Flujómetro	10	102 (4)
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5	102 (4)
Orinal	Público	Flujómetro de $\Phi = 25,4$ mm (1 pulgada)	10	51 (2)
Orinal	Público	Flujómetro de $\Phi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

Fuente NTC 1500

Revisión de planos arquitectónicos y estructurales: Una vez definida la metodología a utilizar, se solicitan los diseños arquitectónicos y estructurales para definir el trazado la red de tuberías y no cruzar elementos estructurales. Para ello se llega a un consenso con la arquitecta para reubicar ciertos locales o hacer las modificaciones necesarias y con el diseñador estructural para considerar el peso de los tanques elevados.

Identificación de tramos: Una vez se traza la red de tubería en planta, se definen cada uno de los tramos para ser analizados aplicando las fórmulas de la hidráulica. Para el caso de este diseño se considera un tramo como el trazado que tiene un inicio y que tiene su final en un cambio de dirección del flujo, con el propósito de determinar pérdidas por fricción y perdidas menores con mayor detalle. Ejemplo de ellos se observa en la siguiente ilustración:

Figura 7 Identificación de tramos en la red de tubería



Cálculos: Una vez trazada la red de tubería en planta y teniendo identificado los tramos, se comienza a organizar mediante la ayuda de la herramienta ofimática Excel, los cálculos, hasta conseguir la cota piezométrica mínima para cada uno de los aparatos sanitarios.

Elaboración de presupuesto: Una vez terminado el diseño hidrosanitario, se procede a elaborar la memoria de cantidades de acuerdo a planos a través de AutoCAD y teniendo en cuenta cada uno de los ítems del presupuesto general para luego terminar con los Análisis de Precios Unitarios- APU's -donde se especifica los materiales, las herramientas y equipos, la mano de obra necesaria y el transporte según aplique.

Para llevar a cabo el presupuesto, se realiza un estudio de mercado con los proveedores de los materiales relacionados al tema tratado, como por ejemplo PAVCO y HOMECENTER, que son empresas que mantiene precios actualizados de manera diaria.

3.1.2 DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE TUBERÍA DE ALCANTARILLADO

La metodología que se describe en este subcapítulo aborda la reposición de tubería sanitaria del alcantarillado del municipio de Tesalia y su centro poblado de Pacarní, aprovechando el proyecto de pavimentación que está en curso. Actualmente el sistema de alcantarillado es de tipo combinado y no cuenta con un catastro de redes actualizado, este proyecto que se denomina: "DISEÑO DE REPOSICIÓN DE VARIOS TRAMOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN DE VÍAS DEL CENTRO POBADO PACARNÍ Y DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE TESALIA, DEPARTAMENTO DEL HUILA", busca realizar un diagnóstico que permita evaluar el sistema para ayudar a la EMTESALIA S.A E.S.P (Empresas públicas de Tesalia S.A E.S.P.) a continuar con los planes de saneamiento de aguas residuales, con el fin de reducir al máximo los riesgos que se puedan presentar a causa del mal manejo de vertimientos.

El sector urbano del municipio de Tesalia cuenta con un sistema alcantarillado combinado. Este sistema está construido en tubería de gres y pvc de 8", 10", 12" y 14", hay dos colectores principales que reciben el agua de los conductores secundarios. Los tramos que se revisaron para determinar la reposición son los siguientes:

1. Carrera 8 entre calle 7 y 8: Este tramo tiene una longitud de 93.83 metros y cuenta con tubería de 8" en material PVC, tiene una profundidad promedio de 1.73 metros.

Figura 8 Registro fotográfico Carrera 8 entre calle 7 y 8



2. Carrera 3ª entre calle 6 y 7: Este tramo tiene una longitud de 65.12 metros y cuenta con tubería de 8" en material gres, con una profundidad promedio de 1.26 metros.

Figura 9 Registro fotográfico Carrera 3ª entre calle 6 y 7



3. Calle 8 entre calle 3 y 4: Este tramo tiene una longitud de 56.55 metros, con una profundidad promedio de 1.73 metros.

Figura 10 Calle 8 entre calle 3 y 4



4. Carrera 10 entre calle 1 y zanjón: Este tramo tiene una longitud de 93.83 metros, con una profundidad promedio de 1.73 metros

Figura 11 Carrera 10 entre calle 1 y zanjón



5. Calle 1 entre carrera 10 y 12: Este tramo tiene una longitud de 93.83 metros, con una profundidad promedio de 1.73 metros.

Figura 12 Calle 1 entre carrera 10 y 12



6. Carrera 12 entre calle 1 y 1ª: Este tramo tiene una longitud de 93.83 metros, con una profundidad promedio de 1.73 metros.

Figura 13 Carrera 12 entre calle 1 y 1ª



7. El Cartucho (Centro Poblado Pacarní): Este tramo tiene una longitud total de 158.20 metros y cuenta con tubería de 8" en material de gres, fraccionada en tres tramos con 4 pozos; uno de ellos de difícil acceso por la presencia de una roca de gran tamaño.

Figura 14 Registro fotográfico El Cartucho (Centro Poblado Pacarní)



8. San Martín (Centro Poblado Pacarní): Este tramo tiene una longitud total de 69.58 metros y cuenta con tubería de 8" en material de gres.

Figura 15 Registro fotográfico San Martín (Centro Poblado Pacarní)



9. La Floresta (Centro Poblado Pacarní): Este tramo tiene una longitud total de 68.3 metros y cuenta con tubería de 8" en material de gres y forma una L con tres pozos.

Figura 16 La Floresta (Centro Poblado Pacarní)



A continuación, se presenta la metodología de trabajo propuesta para el desarrollo de la comprobación y diseño de la red de tubería de alcantarillado, para luego describir cada actividad:

Consulta bibliográfica: a través de esta actividad se recolecto información principal como apoyo a la elaboración de los diseños hidrosanitarios, para ello se consultaron libros y trabajos realizados referentes al tema, dando como resultado la selección de los siguientes autores:

- Ricardo Alfredo López Cualla, con su libro titulado: "ELEMENTOS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS" de la Escuela Colombiana de Ingeniería y quien en su capítulo 14 y 15 menciona las características de los sistemas de alcantarillado, los parámetros y consideraciones de diseño, y presenta un ejemplo a través de una tabla de cálculos, que posteriormente explica columna por columna el origen de los datos y la utilización de las fórmulas correspondientes.
- Apuntes de los cursos "Acueductos y Alcantarillados" e "Hidráulica" del programa de ingeniería civil de la Universidad Surcolombiana, dictadas por los profesores Ingeniero PhD. Jaime Izquierdo Bautista e Ingeniera M.Sc. Nadia Brigitte Sanabria Méndez respectivamente, pues dan los insumos y las fórmulas adecuadas para la aplicación de diseños de alcantarillado y comprobación de tuberías.

Recolección de información específica: Se solicita al municipio de Tesalia, el catastro de redes para determinar el trazado, la dirección del flujo, la ubicación de los pozos, el material y los diámetros de la tubería. Además, se realiza una visita en compañía de la comisión topográfica para realizar el levantamiento de los tramos de

estudio e indicar los detalles que se necesitan para la comprobación de los diseños, además de la profundidad de los pozos para determinar cotas y calcular pendientes.

Normativa aplicable: Dando cumplimiento a los requisitos técnicos legales que son aplicables a los sistemas de alcantarillado, se menciona a continuación la normativa de trabajo:

- Decreto 0330 de 2017 o Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS): Define los parámetros que deben cumplir los sistemas de acueducto y alcantarillado, en las etapas de planeación, diseño, construcción y rehabilitación y es aplicable a todos los prestadores de servicios públicos y a las entidades formuladoras de proyectos.

Este decreto fue la base para determinar los parámetros de diseño como: caudales de diseño, velocidad mínima, pendientes mínimas, materiales, profundidad de la tubería, capacidad de la tubería entre otros.

Metodología de diseño: Para llevar a cabo el análisis hidráulico y sanitario se selecciona el método establecido por el autor Ricardo Alfredo López Cualla cumplimiento los requerimientos técnicos de la resolución 0330 de 2017, de la siguiente manera:

- **Periodo de diseño:** Según el artículo 40 de la resolución 330 de 2017, todos los componentes del sistema de acueducto a diseñar tienen un periodo de **25 años**.
- **Coefficiente de retorno:** El coeficiente de retorno es la fracción de agua de uso domestica servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. De acuerdo con el artículo 134 de resolución 330 de 2017, el coeficiente máximo de retorno es de 0,85 (85%), cuando no se cuente con datos de campo.

Para el caso de análisis, se toma como coeficiente de retorno el valor de 0.85.

- **Dotación:** Se determina una dotación para la población a servir, bajo el principio de que el acueducto del sector, está diseñado para el consumo y uso humano, con unos parámetros racionales; para esta dotación se tienen en cuenta los diferentes usos del agua, consumo doméstico, uso residencial etc., con estos parámetros y características de la zona se determina la dotación neta.

Dotación neta máxima: Es la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto que lo abastece. Siempre que existan datos

de consumo histórico confiables para el municipio o distrito, la dotación neta máxima a utilizar en el diseño de un nuevo sistema de acueducto o la ampliación del sistema existente debe basarse en dichos datos.

La dotación neta máxima calculada no deberá superar los valores establecidos en la tabla número 1, del artículo 43 de la resolución 330 de 20017 RAS, dependiendo de la altura sobre el nivel del mar.

Tabla 5 Dotación neta máxima Decr.0330 de 2017

Altura promedio del nivel del mar de la zona atendida	Dotación neta máxima (L/hab*día)
>2000 m.s.n.m	120
de 1000 a 2000 m.s.n.m.	130
<1000 m.s.n.m.	140

Fuente: Decreto 0330 de 2017

- **Calculo medio de aguas residuales:** el caudal medio de aguas negras se obtiene encontrando el caudal de aguas domésticas, industriales, aguas comerciales, aguas institucionales respecto a la densidad del área aferente al colector.

$$QD = \frac{CR * C * D}{86400}, \text{ según art. 134 de la resolución 0330 de 2017}$$

Donde:

D= Densidad de la población

C= Consumo neto de agua potable

CR= Coeficiente de retorno = 85% (artículo 134 de resolución 330 de 2017 RAS)

Cálculo de población futura: En consideración al presente diseño, se tiene en cuenta la densidad poblacional de acuerdo a la siguiente fórmula establecida por Ricardo Alfredo López Cualla, en su libro “*Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*” 2da edición.

$$D = \frac{P}{A}$$

Donde:

P= Número de habitantes (Se toma el número de habitantes proyectados a 2037)
A= Área del sector (Para este caso se toma el área del casco urbano del municipio)

Para realizar el cálculo, se toma el área aferente al colector y se multiplica por la densidad para determinar el número de usuarios, de la siguiente manera.

$$N^{\circ} \text{ usuarios} = Af * D$$

Af= Área aferente al colector

D= Densidad de la población

Método geométrico para el cálculo de población futura: El presente método de proyección, se fundamenta en las características sociales de la zona del proyecto y en concordancia con el modelo de zona residencial y su población beneficiada.

$$P_f = P_o \times (1 + r)^n$$

Donde:

P_f = Población Futura

P_o = Población 2012= 5666 hab.

r = Rata de crecimiento (2.1%)

n = Periodo de diseño = 25 años.

Área tributaria: la determinación de las áreas de drenaje a cada colector se realizó utilizando las diagonales o bisectrices sobre las manzanas de la población.

Figura 17 Delimitación Área.



Basado en el libro de Elementos de diseño para Acueductos y alcantarillado de López Cualla, 2003

- **Caudal de infiltración:** Se calcula el coeficiente y caudal de infiltración, para el caso de estudio se toma un coeficiente de 0.3 y este valor por el aporte del área total drenada se obtiene el caudal.
- **Caudal de conexiones erradas:** Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejados y patios. En este caso por no tener un sistema pluvial se adopta un valor de 2 L/s.Ha, según el artículo 134 de la resolución 330 de 2017 RAS que indica que, ante ausencia de datos confiables, el valor máximo de este caudal será de 0.2 L/s*ha

QCE = 2 L/s.Ha, donde ha, es el valor en hectáreas, de las áreas aferentes de cada tramo de colector diseñado, el valor correspondiente se realiza por tramos en el cuadro de cálculo.

Caudal de diseño: El caudal de diseño es la sumatoria del caudal máximo horario más el caudal por infiltración, más el caudal por conexiones errada.

Se realiza por tramos en el cuadro de cálculo de la siguiente manera:

$$QD = Q_{max} + Qi + QC.E$$

$$QD = Q_{max} + 0.3 \times Area + 2.0 \times Area$$

- **Parámetros hidráulicos:** Aquí comienza el diseño y comprobación de la capacidad de la tubería, el objetivo principal del estudio fue mantener los diámetros existentes y solo aumentarlos en caso de que el caudal superara la capacidad de transporte de las aguas residuales. Entre los parámetros obtenidos se tiene: Longitud, Caudal de diseño, Pendiente del colector, Diámetro teórico de la tubería, Diámetro nominal de la tubería, Diámetro interior real de la tubería y Caudal a tubo lleno.
- **Relaciones hidráulicas:** Aquí se obtiene las relaciones hidráulicas con el objetivo de verificar si la fuerza tractiva o esfuerzo cortante medio cumple con el requerimiento del decreto 0330 de 2017.
- **Línea de energía:** Teniendo en cuenta las cotas clave y batea de la tubería se determina la energía de cada uno de los tramos de pozo a pozo.
- **Capacidad de carga de la tubería:** Con los datos que se han calculado hasta ahora, se procede a calcular la relación entre el caudal de diseño y el diámetro de la tubería, con el propósito de determinar si el diámetro seleccionado para la reposición del tramo de tubería es suficiente para el caudal aferente.

Esta comprobación se realiza teniendo en cuenta las ecuaciones de DARCY-WEISBACH Y COLEBROOK WHITE y MANNING, las cuales se presentan a continuación:

$$Q = -2A\sqrt{8gRS} \times \log_{10}\left(\frac{k_s}{14.8R} + \frac{2.5lv}{4R\sqrt{8gRS}}\right)$$

La anterior ecuación es utilizada por Empresas Públicas de Medellín para determinar la capacidad de la tubería trabajando parcialmente llena y relaciona el caudal que pasa por la tubería (EPM, 2009).

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

La anterior ecuación pertenece a Manning, y es utilizada en los catálogos de PAVCO para comprobación de cargas en las tuberías.

Revisión de planos topográficos: Una vez realizado el levantamiento topográfico se comienza a realizar los cálculos teniendo en cuenta las cotas entregadas, la profundidad de los pozos, las longitudes entre pozos, y la pendiente

entre pozos. Sin embargo, se realiza una comprobación lógica de los datos entregados por la comisión topográfica para verificar que el levantamiento coincide con lo real en campo.

Cálculos: En este paso se aplica la metodología anteriormente descrita, para finalmente llegar a comprobar si los diámetros existentes de la tubería cumplen con la capacidad de conducir las aguas residuales domesticas de cada uno de los tramos. *Es importante aclarar que la mayoría de los pozos, son de inicio, por lo tanto, no se calculan caudales tributarios, en los casos donde al tramo analizado le llegara un caudal tributario, se realizaba el análisis hasta encontrar pozo de inicio.*

Elaboración de presupuesto: Una vez terminado el análisis de comprobación, se procede a elaborar la memoria de cantidades de acuerdo a planos, a través de AutoCAD y teniendo en cuenta cada uno de los ítems del presupuesto general para luego terminar con los Análisis de Precios Unitarios- APU's -donde se especifica los materiales, las herramientas y equipos, la mano de obra necesaria y el transporte según aplique.

Para llevar a cabo el presupuesto, se realiza un estudio de mercado con los proveedores de los materiales relacionados al tema tratado, como por ejemplo PAVCO y HOMECENTER, que son empresas que mantiene precios actualizados de manera diaria.

CAPITULO 4

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al igual que la metodología, los resultados y análisis se dividirán de acuerdo a los dos diseños que se han descrito a lo largo de este documento.

4.1.1 DISEÑO HIDROSANITARIO

A continuación, se presenta el diseño hidráulico del proyecto “Estudios y Diseños para la remodelación y adecuación de la plaza de mercado del municipio de Guadalupe”. De acuerdo al diseño arquitectónico se obtiene el número de aparatos sanitarios en el primer y segundo piso de la estructura como se muestra a continuación en la Tabla 6:

Tabla 6 Aparatos sanitarios primer piso y segundo piso

PISO 1		PISO 2	
Sanitarios	10	Sanitarios	3
Orinales	2	Lavamanos	3
Lavamanos	14	Lavaplatos	2
Lavaplatos	23	TOTAL	6
Lavado aseo	2		
TOTAL	39		

Luego de tener el inventario de los aparatos sanitarios, se procede a aplicar la metodología de Hunter modificado e identificar las unidades de consumo o de gasto de acuerdo a la NTC 1500, como se presenta a continuación:

Tabla 7 Unidades de consumo primer piso

PISO 1			
Unidad de Gasto	Aparato	N° aparato	UG
5	Inodoro (Tanq)	10	50
10	Orinal (Flux)	2	20
4	Lavamanos	14	56
4	Lavaplatos	23	92
2	Poceta de aseo	2	4
Total			222

Tabla 8 Unidades de consumo segundo piso

PISO 2			
Unidad de Gasto	Aparato	N° aparato	UG
5	Inodoro (Tanq)	3	15
4	Lavamanos	3	12
4	Lavaplatos	2	8
2	Poceta de aseo	1	2
Total			37

En total las unidades de consumo o de gasto de la plaza de mercado da como resultado 259. Con los datos de las unidades de consumo y el caudal máximo posible, se procede a realizar el cálculo de la red interna de agua potable para la plaza de mercado, la cual cuenta con 6 acometidas para la distribución de agua a cada uno de los aparatos encontrados.

La información de cada uno de los cálculos se consolida en una tabla que contiene las ecuaciones programadas para la determinación de caudales, diámetros, velocidad, numero de Reynolds, factor de fricción, perdidas por fricción, pérdidas por accesorios, pérdidas totales, cota piezométrica, cota de cada aparato, presión final y un condicional que se formuló para comprobar si cumple con la presión mínima.

En esta parte del informe, se mostrarán los resultados obtenidos para la primera acometida, con el análisis correspondiente en las siguientes tablas que se muestran a continuación:

Tabla 9 Parte 1 Diseño hidráulico acometida 1

TRAMO		UNIDAD HUNTER M	N° DE SALIDAS	K	Q (Caudal)	Ø (plg)	Ø (plg)
DE	A	[**]		[**]	[LPS]	[in]	[in-comercial]
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
RED PRINCIPAL	MEDIDOR PRIN	58	15	0.267	0.51	0.71	1
MEDIDOR PRIN	APARATO DESF	58	15	0.267	0.51	0.71	1
MEDIDOR PRIN	1	58	15	0.267	0.51	0.71	1
1	POCETA	2	1	1.000	0.19	0.43	1/2
1	2	56	14	0.277	0.51	0.72	1
2	LAVAPLATOS 1	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
2	3	52	13	0.289	0.51	0.71	1
3	LAVAPLATOS 2	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
3	4	48	12	0.302	0.50	0.71	1
4	LAVAPLATOS 3	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
4	5	44	11	0.316	0.50	0.70	1
5	LAVAPLATOS 4	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
5	6	40	10	0.333	0.49	0.70	1
6	LAVAPLATOS 5	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
6	7	36	9	0.354	0.48	0.70	1
7	LAVAPLATOS 6	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
7	8	32	8	0.378	0.48	0.69	1
8	LAVAPLATOS 7	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
8	9	28	7	0.408	0.47	0.69	1
9	LAVAPLATOS 8	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
9	10	24	6	0.447	0.46	0.68	1
10	LAVAPLATOS 9	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
10	11	20	5	0.500	0.46	0.68	1
11	LAVAPLATOS 10	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
11	12	16	4	0.577	0.45	0.67	1
12	LAVAPLATOS 11	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
12	13	12	3	0.707	0.45	0.67	1
13	LAVAPLATOS 12	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
13	14	8	2	1.000	0.49	0.70	1
14	LAVAPLATOS 13	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
14	15	4	1	1.000	0.30	0.55	1
15	LAVAPLATOS 14	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2

Col [1] De: Identifica el inicio del tramo

Col [2] A: Identifica donde termina el tramo

Col [3]: Unidades de consumo de aparato de acuerdo a Hunter modificado. Las recomendaciones, indican que se vaya sumando las unidades desde el ultimo aparato hasta el inicio de la acometida para que se pueda calcular el caudal de gasto de la acometida.

Col [4]: Numero de salidas o puntos hidráulicos encontrados. Es importante mencionar, que al igual que la columna [3], las salidas de los aparatos se van sumando desde el ultimo aparato hasta el primero de ellos.

Col [5]: Determinación de K o factor de simultaneidad, se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$K_1 = \frac{1}{(S - 1)^{1/2}}$$

Donde S= Numero de salidas o Col [4]

Col [6]: Determinación del caudal, a través de la siguiente fórmula:

$$\frac{Q_{\text{máximo}}}{\text{Probable}} = \frac{Q_{\text{máximo}}}{\text{Posible}} * K_1$$

Col [7]: Se calcula el diámetro a través de la siguiente fórmula:

$$(\text{Pulgadas})\emptyset = \sqrt{Q(L/s)}$$

Col [8]: De acuerdo al dato de diámetro obtenido en Col [7] se determina un diámetro comercial Ø ½", ¾", 1", 1 ½" o 2" entre otros, para ello se acude al catálogo de PAVCO (PAVCO, 2023), que detalla las características de cada uno de los diámetros con su correspondiente RDE y presión soportada.

SEGUNDA PARTE TABLA DE DISEÑO

En la segunda parte de la tabla de diseño, se muestran las presiones de acuerdo al diámetro de la tubería, además de la velocidad que debe estar entre 0.5 – 2.5 m/s según el decreto 0330 de 2017 y las longitudes de la tubería, horizontal y vertical.

Tabla 10 Parte 2 Diseño hidráulico acometida 1

Ø (m)	RDE	V	Re	f	LONGITUD DE LA TUBERÍA			
					Horizontal	Vertical	Lt	Hf
[m]	[m]	[m/s]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m.c.a]
[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]
0.0254	21	1.00	2.23E+04	0.0259	1.8	0	1.8	0.094
0.0254	22	1.00	2.23E+04	0.0259	40.86	0	40.86	2.127
0.0254	21	1.00	2.23E+04	0.0259	11.11	0	11.11	0.58
0.0127	13.5	1.48	1.65E+04	0.0276	4.74	1.1	5.84	1.42
0.0254	21	1.01	2.26E+04	0.0259	5.44	1.1	6.54	0.35
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	6.05	0.9	6.95	3.95
0.0254	21	1.00	2.23E+04	0.0259	8.45	0	8.45	0.44
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.9	0.9	6.8	3.87
0.0254	21	0.99	2.21E+04	0.0260	6.5	0	6.5	0.33
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	6.35	0.9	7.25	4.12
0.0254	21	0.98	2.18E+04	0.0260	4.4	0	4.4	0.22
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	6.68	0.9	7.58	4.31
0.0254	21	0.97	2.15E+04	0.0261	3.2	0	3.2	0.16
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	6.35	0.9	7.25	4.12
0.0254	21	0.95	2.12E+04	0.0262	3.1	0	3.1	0.15
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	6.68	0.9	7.58	4.31
0.0254	21	0.94	2.09E+04	0.0263	2.85	0	2.85	0.13
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	6.35	0.9	7.25	4.12
0.0254	21	0.93	2.06E+04	0.0264	3.1	0	3.1	0.14
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	6.68	0.9	7.58	4.31
0.0254	21	0.91	2.03E+04	0.0264	3.15	0	3.15	0.14
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	6.35	0.9	7.25	4.12
0.0254	21	0.90	2.01E+04	0.0265	3.15	0	3.15	0.14
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	6.68	0.9	7.58	4.31
0.0254	21	0.89	1.99E+04	0.0266	2.9	0	2.9	0.12
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	6.35	0.9	7.25	4.12
0.0254	21	0.90	2.00E+04	0.0265	3.05	0	3.05	0.13
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	6.68	0.9	7.58	4.31
0.0254	21	0.96	2.14E+04	0.0262	3.2	0	3.2	0.15
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	6.35	0.9	7.25	4.12
0.0254	21	0.60	1.33E+04	0.0289	4.25	0	4.25	0.09
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	6.35	0.9	7.25	4.12

Col [9]: Se obtiene de la conversión de pulgadas a metros de la tubería

Col [10]: Relación Diámetro Espesor, permite determinar la presión de trabajo de la tubería. Como se puede observar, el diámetro de la tubería principal queda de 1 plg mientras que el diámetro de las tuberías que llegan a los lavaplatos queda de ½ plg.

Col [11]: Velocidad del agua, se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$Q = A * V$$

$$V = Q/A$$

La velocidad mínima según el decreto 0330 de 2017 no debe ser inferior a 0.5 m/s, y se recomienda que la velocidad máxima no exceda los 2.5 m/s o sobrepasar los límites de velocidad para cada uno de los materiales.

Col [12]: Numero de Reynolds que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{v * D}{Viscosidad}$$

Para este caso se toma la viscosidad del agua.

Col [13]: Factor de fricción, se obtiene por la ecuación propuesta por Héctor Alfonso Rodríguez Díaz en su libro denominado “Diseños hidráulicos y de Gas en Edificaciones” y es la siguiente:

$$f = 0.2131(NR^{-0.2104})$$

De esta manera el factor de fricción se obtiene de una manera más sencilla y rápida para la continuación de los cálculos.

Col [14 y 15]: Longitudes de tubería en horizontal como en vertical, para las longitudes verticales, esto a partir de los planos del diseño.

Col [16]: Longitud total de la tubería, se suma la longitud de la tubería horizontal y vertical.

Col [17]: Pérdidas por fricción: Las pérdidas en el sistema de distribución de agua potable se determinaron utilizando la expresión de Darcy – Weisbach:

$$hf = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g}$$

Aquí se puede observar que las pérdidas se hacen más grandes a medida que el tramo tiene una alta velocidad y una mayor longitud.

TERCERA PARTE TABLA DE DISEÑO

La otra parte del cuadro hace referencia al cálculo de pérdidas por accesorios, es por lo anterior que se expone las pérdidas individuales y contabilizadas de cada accesorio por tramo.

Tabla 11 Pérdidas accesorio 1

TRAMO		ACCESORIO 1			Km parcial
		Descripción	Cantidad	Km	
DE	A				
RED PRINCIPAL	MEDIDOR PRIN	Te de paso de lado de 6"	1	0.9	0.9
MEDIDOR PRIN	APARATO DESF	Codo 90 1"	3	0.9	2.7
MEDIDOR PRIN	1	Codo 90 1"	3	0.9	2.7
1	POSETA	Codo 90 1"	2	0.9	1.8
1	2	Codo 90 1"	0	0.9	0
2	LAVAPLATOS 1	Codo 90 1"	2	0.9	1.8
2	3	Codo 90 1"	0	0.9	0
3	LAVAPLATOS 2	Codo 90 1"	0	0.9	0
3	4	Codo 90 1"	0	0.9	0
4	LAVAPLATOS 3	Codo 90 1"	2	0.9	1.8
4	5	Codo 90 1"	0	0.9	0
5	LAVAPLATOS 4	Codo 90 1"	2	0.9	1.8
5	6	Codo 90 1"	0	0.9	0
6	LAVAPLATOS 5	Codo 90 1"	2	0.9	1.8
6	7	Codo 90 1"	0	0.9	0
7	LAVAPLATOS 6	Codo 90 1"	2	0.9	1.8
7	8	Codo 90 1"	0	0.9	0
8	LAVAPLATOS 7	Codo 90 1"	2	0.9	1.8
8	9	Codo 90 1"	0	0.9	0
9	LAVAPLATOS 8	Codo 90 1"	2	0.9	1.8
9	10	Codo 90 1"	0	0.9	0
10	LAVAPLATOS 9	Codo 90 1"	2	0.9	1.8
10	11	Codo 90 1"	0	0.9	0
11	LAVAPLATOS 10	Codo 90 1"	2	0.9	1.8
11	12	Codo 90 1"	0	0.9	0
12	LAVAPLATOS 11	Codo 90 1"	2	0.9	1.8
12	13	Codo 90 1"	0	0.9	0
13	LAVAPLATOS 12	Codo 90 1"	2	0.9	1.8
13	14	Codo 90 1"	0	0.9	0
14	LAVAPLATOS 13	Codo 90 1"	2	0.9	1.8
14	15	Codo 90 1"	0	0.9	0
15	LAVAPLATOS 14	Codo 90 1"	3	0.9	2.7

Tabla 12 Pérdidas accesorio 2

TRAMO		ACCESORIO 2			
		Descripción	Cantidad	Km	Km parcial
DE	A				
RED PRINCIPAL	MEDIDOR PRIN	Reducción de 6" a 1"	1	0.138	0.138
MEDIDOR PRIN	APARATO DESF	Te de paso directo TPD	15	0.15	2.25
MEDIDOR PRIN	1	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
1	POSETA	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
1	2	Te de paso directo TPD	1	0.15	0.15
2	LAVAPLATOS 1	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
2	3	Te de paso directo TPD	1	0.15	0.15
3	LAVAPLATOS 2	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
3	4	Te de paso directo TPD	1	0.15	0.15
4	LAVAPLATOS 3	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
4	5	Te de paso directo TPD	1	0.15	0.15
5	LAVAPLATOS 4	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
5	6	Te de paso directo TPD	1	0.15	0.15
6	LAVAPLATOS 5	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
6	7	Te de paso directo TPD	1	0.15	0.15
7	LAVAPLATOS 6	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
7	8	Te de paso directo TPD	1	0.15	0.15
8	LAVAPLATOS 7	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
8	9	Te de paso directo TPD	1	0.15	0.15
9	LAVAPLATOS 8	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
9	10	Te de paso directo TPD	1	0.15	0.15
10	LAVAPLATOS 9	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
10	11	Te de paso directo TPD	1	0.15	0.15
11	LAVAPLATOS 10	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
11	12	Te de paso directo TPD	1	0.15	0.15
12	LAVAPLATOS 11	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
12	13	Te de paso directo TPD	1	0.15	0.15
13	LAVAPLATOS 12	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
13	14	Te de paso directo TPD	1	0.15	0.15
14	LAVAPLATOS 13	Te de paso directo TPD	0	0.15	0
14	15	Te de paso directo TPD	1	1.15	1.15
15	LAVAPLATOS 14	Te de paso directo TPD	0	0.15	0

Tabla 13 Pérdidas accesorio 3

TRAMO		ACCESORIO 3			
DE	A	Descripción	Cantidad	Km	Km parcial
RED PRINCIPAL	MEDIDOR PRIN	Válvula de compuerta	1	0.25	0.25
MEDIDOR PRIN	APARATO DESF	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
MEDIDOR PRIN	1	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
1	POCETA	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
1	2	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
2	LAVAPLATOS 1	Válvula de cheque Ø 1"	1	2.5	2.5
2	3	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
3	LAVAPLATOS 2	Válvula de cheque Ø 1"	1	2.5	2.5
3	4	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
4	LAVAPLATOS 3	Válvula de cheque Ø 1"	1	2.5	2.5
4	5	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
5	LAVAPLATOS 4	Válvula de cheque Ø 1"	1	2.5	2.5
5	6	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
6	LAVAPLATOS 5	Válvula de cheque Ø 1"	1	2.5	2.5
6	7	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
7	LAVAPLATOS 6	Válvula de cheque Ø 1"	1	2.5	2.5
7	8	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
8	LAVAPLATOS 7	Válvula de cheque Ø 1"	1	2.5	2.5
8	9	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
9	LAVAPLATOS 8	Válvula de cheque Ø 1"	1	2.5	2.5
9	10	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
10	LAVAPLATOS 9	Válvula de cheque Ø 1"	1	2.5	2.5
10	11	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
11	LAVAPLATOS 10	Válvula de cheque Ø 1"	1	2.5	2.5
11	12	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
12	LAVAPLATOS 11	Válvula de cheque Ø 1"	1	2.5	2.5
12	13	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
13	LAVAPLATOS 12	Válvula de cheque Ø 1"	1	2.5	2.5
13	14	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
14	LAVAPLATOS 13	Válvula de cheque Ø 1"	1	2.5	2.5
14	15	Válvula de cheque Ø 1"	0	2.5	0
15	LAVAPLATOS 14	Válvula de cheque Ø 1"	1	2.5	2.5

Tabla 14 Pérdidas accesorio 4

TRAMO		ACCESORIO 4			
DE	A	Descripción	Cantidad	Km	Km parcial
RED PRINCIPAL	MEDIDOR PRIN	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
MEDIDOR PRIN	APARATO DESF	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
MEDIDOR PRIN	1	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
1	POCETA	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
1	2	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
2	LAVAPLATOS 1	Válvula de compuerta Ø 1"	1	2.5	2.5
2	3	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
3	LAVAPLATOS 2	Válvula de compuerta Ø 1"	1	2.5	2.5
3	4	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
4	LAVAPLATOS 3	Válvula de compuerta Ø 1"	1	2.5	2.5
4	5	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
5	LAVAPLATOS 4	Válvula de compuerta Ø 1"	1	2.5	2.5
5	6	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
6	LAVAPLATOS 5	Válvula de compuerta Ø 1"	1	2.5	2.5
6	7	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
7	LAVAPLATOS 6	Válvula de compuerta Ø 1"	1	2.5	2.5
7	8	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
8	LAVAPLATOS 7	Válvula de compuerta Ø 1"	1	2.5	2.5
8	9	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
9	LAVAPLATOS 8	Válvula de compuerta Ø 1"	1	2.5	2.5
9	10	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
10	LAVAPLATOS 9	Válvula de compuerta Ø 1"	1	2.5	2.5
10	11	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
11	LAVAPLATOS 10	Válvula de compuerta Ø 1"	1	2.5	2.5
11	12	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
12	LAVAPLATOS 11	Válvula de compuerta Ø 1"	1	2.5	2.5
12	13	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
13	LAVAPLATOS 12	Válvula de compuerta Ø 1"	1	2.5	2.5
13	14	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
14	LAVAPLATOS 13	Válvula de compuerta Ø 1"	1	2.5	2.5
14	15	Válvula de compuerta Ø 1"	0	2.5	0
15	LAVAPLATOS 14	Válvula de compuerta Ø 1"	1	2.5	2.5

Tabla 15 Pérdidas accesorio 5

TRAMO		ACCESORIO 4			
		Descripción	Cantidad	Km	Km parcial
DE	A				
RED PRINCIPAL	MEDIDOR PRIN	Válvula de cierre rápido	0	0	0
MEDIDOR PRIN	APARATO DESF	Válvula de cierre rápido	0	7.7	0
MEDIDOR PRIN	1	Válvula de cierre rápido	0	0	0
1	POCETA	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7
1	2	Válvula de cierre rápido	0	7.7	0
2	LAVAPLATOS 1	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7
2	3	Válvula de cierre rápido	0	7.7	0
3	LAVAPLATOS 2	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7
3	4	Válvula de cierre rápido	0	7.7	0
4	LAVAPLATOS 3	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7
4	5	Válvula de cierre rápido	0	7.7	0
5	LAVAPLATOS 4	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7
5	6	Válvula de cierre rápido	0	0	0
6	LAVAPLATOS 5	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7
6	7	Válvula de cierre rápido	0	0	0
7	LAVAPLATOS 6	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7
7	8	Válvula de cierre rápido	0	0	0
8	LAVAPLATOS 7	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7
8	9	Válvula de cierre rápido	0	0	0
9	LAVAPLATOS 8	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7
9	10	Válvula de cierre rápido	0	0	0
10	LAVAPLATOS 9	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7
10	11	Válvula de cierre rápido	0	0	0
11	LAVAPLATOS 10	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7
11	12	Válvula de cierre rápido	0	0	0
12	LAVAPLATOS 11	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7
12	13	Válvula de cierre rápido	0	0	0
13	LAVAPLATOS 12	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7
13	14	Válvula de cierre rápido	0	0	0
14	LAVAPLATOS 13	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7
14	15	Válvula de cierre rápido	0	0	0
15	LAVAPLATOS 14	Válvula de cierre rápido	1	7.7	7.7

Tabla 16 Parte 3 Diseño hidráulico acometida 1

ACCESORIOS		HF TOTAL	COTA PIEZOMETRICA		COTA APARATO	PRESIÓN FINAL	CONDICIÓN
Km	Hf		INCIAL	FINAL			
[18]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m]	[m]	[25]
[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]
1.288	0.066	0.16	15	14.84			
4.95	0.252	2.38	14.84	12.46			
2.7	0.14	0.72	14.84	14.12			
9.5	1.06	2.47	14.12	11.65	1.25	10.40	CUMPLE
0.15	0.01	0.36	14.12	13.76			
14.5	4.19	8.14	13.76	5.62	1.05	4.57	CUMPLE
0.15	0.01	0.45	13.76	13.31			
12.7	3.67	7.54	13.31	5.77	1.05	4.72	CUMPLE
0.15	0.01	0.34	13.31	12.97			
14.5	4.19	8.31	12.97	4.66	1.05	3.61	CUMPLE
0.15	0.01	0.23	12.97	12.74			
14.5	4.19	8.50	12.74	4.24	1.05	3.19	CUMPLE
0.15	0.01	0.16	12.74	12.58			
14.5	4.19	8.31	12.58	4.27	1.05	3.22	CUMPLE
0.15	0.01	0.16	12.58	12.42			
14.5	4.19	8.50	12.42	3.92	1.05	2.87	CUMPLE
0.15	0.01	0.14	12.42	12.28			
14.5	4.19	8.31	12.28	3.97	1.05	2.92	CUMPLE
0.15	0.01	0.15	12.28	12.13			
14.5	4.19	8.50	12.13	3.63	1.05	2.58	CUMPLE
0.15	0.01	0.15	12.13	11.98			
14.5	4.19	8.31	11.98	3.67	1.05	2.62	CUMPLE
0.15	0.01	0.14	11.98	11.84			
14.5	4.19	8.50	11.84	3.34	1.05	2.29	CUMPLE
0.15	0.01	0.13	11.84	11.71			
14.5	4.19	8.31	11.71	3.40	1.05	2.35	CUMPLE
0.15	0.01	0.14	11.71	11.57			
14.5	4.19	8.50	11.57	3.07	1.05	2.02	CUMPLE
0.15	0.01	0.16	11.57	11.41			
14.5	4.19	8.31	11.41	3.10	1.05	2.05	CUMPLE
1.15	0.02	0.11	11.41	11.30			
15.4	4.45	8.57	11.30	2.73	1.05	1.68	CUMPLE

Fuente propia

Col [18]: Indica el *km* de accesorios encontrado en cada uno de los tramos analizados.

Col [19]: Pérdidas menores, se obtiene de la siguiente ecuación:

$$h_m = K_m \frac{V^2}{2g}$$

Col [20]: Indica la pérdida total de energía, suma los *hf* por fricción y por accesorios.

Col [21]: La cota piezométrica inicial, donde se comienza con una presión en m.c.a de 15, que es la mínima presión entregada por la empresa de acueducto del municipio.

Col [22]: La cota piezométrica final es la resta entre la cota piezométrica inicial y la pérdida de energía total.

Col [23]: Hace referencia a la altura desde el nivel cero de la edificación donde se encuentra cada uno de los aparatos.

Col [24]: Es la resta entra la cota piezométrica final y la cota del aparato.

Col [25]: la condición establece la mínima presión que debe proporcionarse a cada uno de los aparatas encontrados.

Para la red hidráulica se utilizarán los siguientes materiales:

Tabla 17 Presiones de trabajo

RDE	PRESIÓN DE TRABAJO (PSI)	DIAMETRO
13.5	315	½"
21	200	1"; 1.1/4"; 2"

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Para garantizar el suministro de agua potable para los locales cárnicos y en general para toda la plaza de mercado, se contempla la instalación de 6 tanques con una capacidad de 2000 L. Sin embargo, por la altura a la que van a quedar instalados no se puede garantizar una presión suficiente para mantener la velocidad y presión requerida para los aparatos, es por eso, que se recurre a la instalación de bombas periféricas en hierro con motor eléctrico, con el siguiente desempeño:

- Presión: hasta 55 m.c.a
- Caudal: 10 galones por minuto (37.8 LPS)

Este tipo de bombas se caracterizan por ser de tipo periférica, con acoplamiento tipo monobloque e impulsores periféricos en bronce. Con una succión de 1" y una descarga 1".

El motor de la bomba se caracteriza por tener una alimentación eléctrica con fases monofásicas, y una potencia desde ½ hp hasta 1.0 hp. Estas características y el tamaño de la bomba, permiten seleccionar este tipo de aparatos como una opción viable para el bombeo de agua potable de los locales cárnicos, de frutas, comerciales y baños de la plaza de mercado del municipio de Guadalupe.

DISEÑO SANITARIO

Para el diseño de la tubería sanitaria se tubo en cuenta los siguientes requerimientos técnicos:

- La tubería de desagüe debe ser de materiales aprobados con diámetro interno liso y uniforme, fabricadas para tal fin y que cumplan con las especificaciones establecidas en las normas técnicas para cada material.
- La instalación de la tubería de desagüe, cualquiera que sea el material, debe ser conforme con las especificaciones y recomendaciones del fabricante y del diseñador, y de acuerdo con el tipo de descarga.
- Todos los accesorios deben ser de materiales aprobados, con diámetro interno liso y uniforme, del mismo diámetro de la tubería; deben ser compatibles con el tipo de tubería utilizado y mantener la misma pendiente de la tubería

Los diámetros para la tubería de desagüe tendrán el criterio de la NTC 1500 para cada uno de los aparatos que serán instaladas en la plaza de mercado, de la siguiente manera:

Tabla 18 Unidades de desagüe de aparatos sanitarios

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

De acuerdo a la tabla anterior, el diámetro de tubería de desagüe correspondiente para cada uno de los aparatos sanitarios son los siguientes:

Tabla 19 Diámetro y pendiente desagües plaza de mercado

Aparato	Ocupación	Tipo de control	Ø de la tubería de desagüe en pulgadas.	Pendiente
Inodoro	Público	Fluxómetro	4	2%
Orinal	Público	fluxómetro	2	2%
Lavamanos	Publico	Llave	2	2%
Lavaplatos	Público	Llave	3	2%
Poceta de aseo	Publico	Llave	2	2%

Fuente propia

Para este proyecto se establecerá un diámetro de tubería de 4" para el sanitario y tubería de 2" para orinal, lavamanos, lavaplatos y poceta de aseo. Además, se contempla sifones de 3" para la recolección de aguas de lavado de locales. Este diámetro se define para evitar malos olores en la recolección de este tipo de aguas, además porque por lo general, estas aguas vienen cargadas con pedazos de alimentos, carne, u otro tipo de residuos.

Estos mismos cálculos se utilizaron para las demás 5 acometidas que se proyectaron al interior de la plaza de mercado.

PRESUPUESTO

Para la realización del presupuesto de obra, se tuvo en cuenta los planos con el diseño hidrosanitario final para la obtención de las cantidades de materiales a utilizar, y se procedió a elaborar las memorias de cálculo de cantidades para el capítulo del presupuesto general 6 y 7 instalaciones hidráulicas e instalaciones sanitarias respectivamente, de la siguiente manera:

Tabla 20 Ejemplo de memoria de cantidades Instalaciones Hidráulicas

MEMORIA DE CALCULO DE CANTIDADES DE OBRA								
REMODELACIÓN, MEJORAMIENTO Y ADECUACIÓN DE LA PLAZA DE MERCADO EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE GUADALUPE, DEPARTAMENTO DEL HUILA								
ÍTEM	CAPITULO						UNIDAD	
6	INSTALACIONES HIDRÁULICAS						ml	
6.01	Suministro e instalación de tubería PVC de presión 1/2" Incluye tubería, accesorios, limpiador y soldadura, transporte, excavación, tapada de zanja, prueba de tubería y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.							
DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL
	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)	
Acometida 1								
aseo y basuras		8.8				1.00		8.80
cárnicos 1 al 8		5.45				8.00		43.60
cárnicos 10 al 14		5.78				5.00		28.90
Acometida 2								
jardineras		2.67				2.00		5.34
Local 13		5.86				1.00		5.86
Lavamanos acceso posterior		5				1.00		5.00
Acometida 3								
Baño hombres		5				1.00		5.00
Baño mujeres		5				1.00		5.00
w.c. universal		2				2.00		4.00
Acometida 4								
Cafetería		2				1.00		2.00
Restaurante		2				1.00		2.00
w.c. universal		2				1.00		2.00
baño hombres		2				1.00		2.00
Baño mujeres		2				1.00		2.00
Aseo		2				1.00		2.00
TOTAL								123.50
Medidas tomadas del plano de AutoCAD					TOTAL			123.50

Fuente: Presupuesto oficial Plaza de Mercado Guadalupe

Tabla 21 Ejemplo de memoria de cantidades Instalaciones Sanitarias y de aguas lluvias

MEMORIA DE CALCULO DE CANTIDADES DE OBRA								
REMODELACIÓN, MEJORAMIENTO Y ADECUACIÓN DE LA PLAZA DE MERCADO EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE GUADALUPE, DEPARTAMENTO DEL HUILA								
ÍTEM	CAPITULO						UNIDAD	
7	INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUAS LLUVIAS						und	
7.01	Construcción de cajilla domiciliaria para alcantarillado a todo costo en concreto reforzado de 3000 PSI de (0.6 x 0.6m), incluye tapa en concreto reforzado en hierro 3/8" separados cada 0.15m en ambos sentidos, base de 0.6x0.6x0.15 m. Incluye: excavación, producción, formaleta, vaciado, desencofrado y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra							
DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL
	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)	
cajilla 60x60						3.00		3.00
								0.00
TOTAL								3.00
Medidas tomadas del plano de AutoCAD					TOTAL		3.00	
REGISTRO VISUAL								

Fuente: Presupuesto oficial Plaza de Mercado Guadalupe

Tabla 22 Ejemplo 2 de memoria de cantidades Instalaciones Sanitarias y de aguas lluvias

ÍTEM		CAPITULO						UNIDAD	
7		INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUAS LLUVIAS						und	
7.02		Construcción de cajilla domiciliaria para alcantarillado a todo costo en concreto reforzado de 3000 PSI de (0.8 x 0.8m), incluye tapa en concreto reforzado en hierro 3/8" separados cada 0.15m en ambos sentidos, base de 0.8x0.8x0.15 m. Incluye: excavación, producción, formaleta, vaciado, desencofrado y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra							
DESCRIPCIÓN		ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL
		(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)	
cajilla 80x80							6.00		6.00
									0.00
TOTAL									6.00
Medidas tomadas del plano de AutoCAD						TOTAL		6.00	

Fuente: Presupuesto oficial Plaza de Mercado Guadalupe

Luego de tener las memorias de cálculo de cantidades, se procede con la elaboración de los APU's por cada actividad del capítulo. Para el capítulo 6 "Instalaciones

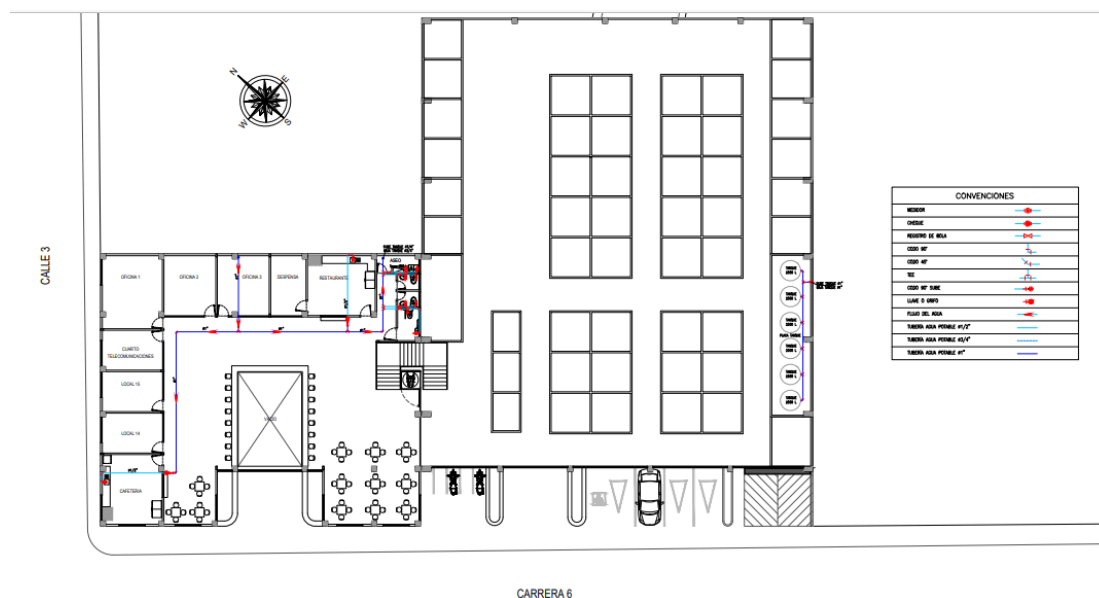
Hidráulicas” se tienen 7 ítems de actividades, y para el capítulo 7 “Instalaciones Sanitarias se tiene 14 ítems de actividades. A continuación, se muestra ejemplo de los APU’s elaborados:

Tabla 23 APU plaza de mercado

APU'S REMODELACIÓN, MEJORAMIENTO Y ADECUACIÓN DE LA PLAZA DE MERCADO EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE GUADALUPE, DEPARTAMENTO DEL HUILA					
REMODELACIÓN, MEJORAMIENTO Y ADECUACIÓN DE LA PLAZA DE MERCADO EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE GUADALUPE, DEPARTAMENTO DEL HUILA	Capítulo	6.00	INSTALACIONES HIDRÁULICAS		
	Actividad	6.01	Suministro e instalación de tubería PVC de presión 1/2" Incluye tubería, accesorios, limpiador y soldadura, transporte, excavación, tapada de zanja, prueba de tubería y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.		
	U.M.	ml			
1	Materiales				
Descripción	U.M.	Vr. Unitario	Cantidad	Vr. Parcial	
TUBO PRESION PVC-P 1/2"	ML	\$ 3,000.00	1.03	\$ 3,090.00	
CODO 90 PRESIÓN PVC-P 1/2"	UND	\$ 600.00	0.3	\$ 180.00	
TEE PRESIÓN PVC-P 1/2"	UND	\$ 990.00	0.3	\$ 297.00	
LIMPIADOR PARA PVC Y CPVC (1/4 GL.)	UND	\$ 51,000.00	0.01	\$ 510.00	
SOLDADURA LIQUIDA PVC (1/4) GAL	UND	\$ 124,272.00	0.01	\$ 1,243.00	
Total Materiales				\$ 5,320.00	
2	Equipo				
Descripción	U.M.	Vr. Unitario	Cantidad	Vr. Parcial	
HERRAMIENTA MENOR	%	\$ 4,811.00	10%	\$ 481.00	
Total Equipo				\$ 481.00	
3	Mano de Obra				
Descripción	U.M.	Vr. Unitario	Cantidad	Vr. Parcial	
Cuadrilla 27: 1 OfcH + 1 AyuH	Día	\$ 240,570.00	0.02	\$ 4,811.00	
Total Mano de				\$ 4,811.00	
4	Transporte				
Descripción	U.M.	Vr. Unitario	Cantidad	Vr. Parcial	
				\$ -	
Total Transporte				\$ -	
Total Costos Directos				\$ 10,612.00	

Este APU identifica la actividad denominada: “Suministro e instalación de tubería PVC de presión 1/2" Incluye tubería, accesorios, limpiador y soldadura, transporte, excavación, tapada de zanja, prueba de tubería y todo lo necesario para su correcto funcionamiento” , y se describen los materiales necesarios con su respectivos precios obtenidos de un estudio de mercado, el equipo o herramienta necesaria, la mano de obra (se obtiene de un esquema que ya tiene organizado la empresa con respecto al salario mínimo mensual vigente y a los factores prestacionales y al factor multiplicador.

Todos los APU's del capítulo 6 y 7 serán entregados en los anexos



DISEÑO SANITARIO FINAL EN PLANTA

Una vez que se han finalizado los cálculos, se procede a construir el diseño sanitario del primer y segundo piso de la plaza de mercado en AutoCAD 2d, realizando el trazado que se define a medida que se avanzan con los cálculos e insertando bloques para identificar los accesorios y puntos sanitarios.

Figura 20 Diseño sanitario primer piso

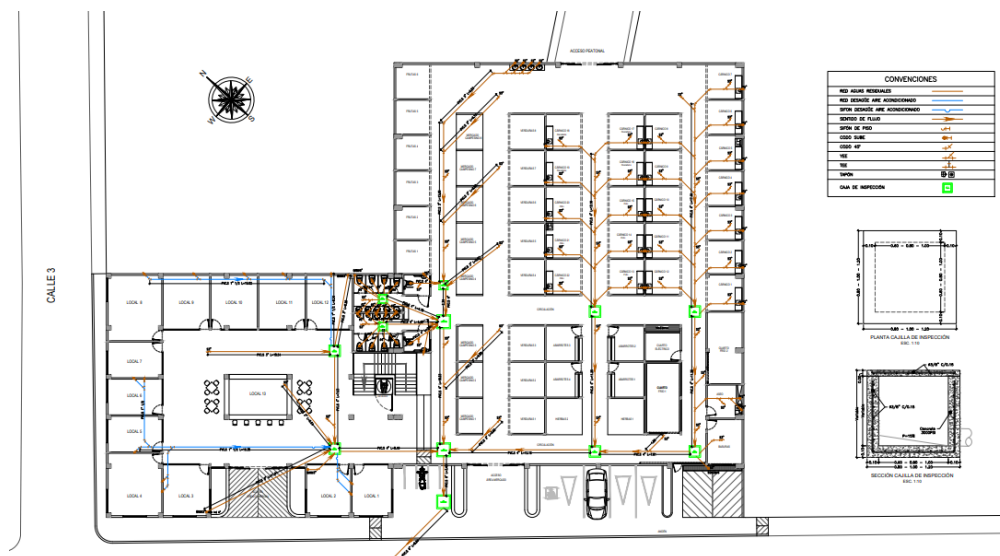


Figura 21 Diseño sanitario segundo piso

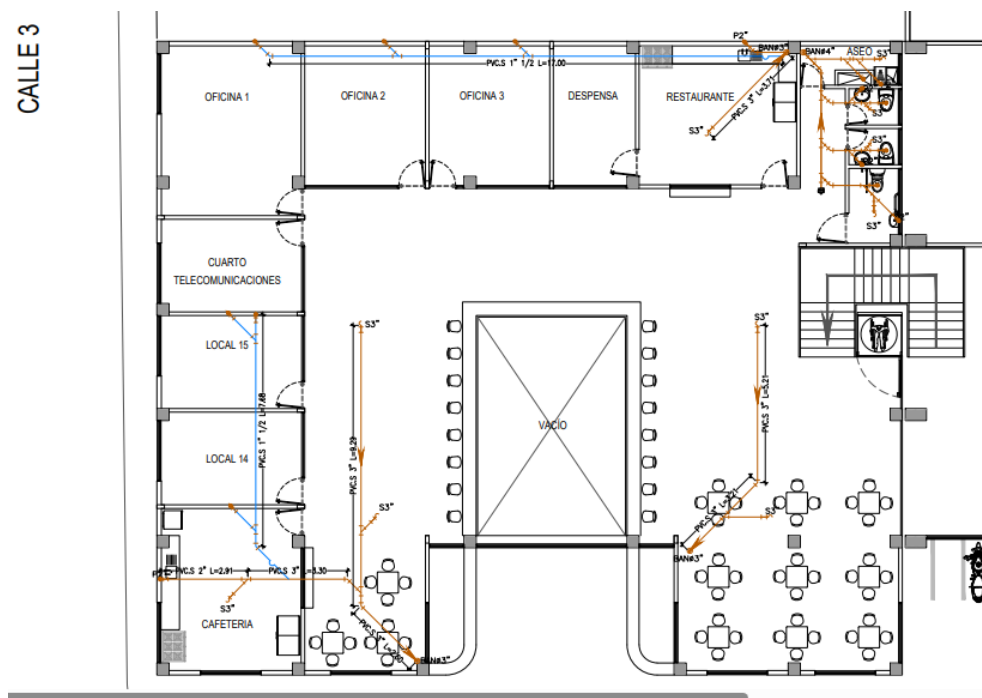


Tabla 25 Análisis tubería de alcantarillado Parte 2

Q. MÁX. HORARIO				INFILTRACIÓN		CONE. ERRADAS		Q DISEÑO L/s	
L/s*ha	L/s	F	L/s	L/s/ha	L/s	L/s/ha	L/s	Calc.	Adop.
[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]
0.551	0.193	4.2	0.81	0.3	0.105	2.0	0.70	1.61	2.000
0.785	0.186	4.2	0.78	0.3	0.071	2.0	0.47	1.33	1.500
0.548	0.110	4.3	0.47	0.3	0.060	2.0	0.40	0.93	1.500
0.868	0.087	4.3	0.37	0.3	0.030	2.0	0.20	0.60	1.500
1.352	0.047	4.3	0.21	0.3	0.011	2.0	0.04	0.25	1.500
0.885	0.062	4.3	0.27	0.3	0.021	2.0	0.14	0.43	1.500
0.865	0.037	4.4	0.16	0.3	0.013	2.0	0.09	0.26	1.500
0.875	0.472	4.1	1.91	0.3	0.162	2.0	1.08	3.16	3.500
0.873	0.649	4.0	2.59	0.3	0.061	2.0	1.48	4.13	4.500
0.851	0.678	4.0	2.70	0.3	0.010	2.0	1.55	4.26	4.500
0.851	0.707	4.0	2.80	0.3	0.010	2.0	1.62	4.43	4.500
0.851	0.835	3.9	3.28	0.3	0.010	2.0	1.91	5.20	5.500
0.626	0.069	4.3	0.30	0.3	0.033	2.0	0.22	0.55	1.500

Se puede observar en el caudal de diseño calculado, que se obtuvieron caudales menores a 1.5 L/s, que es el mínimo caudal de diseño que se debe adoptar según la resolución 0330 de 2017 y las recomendaciones de varios autores. A continuación, el diseño de cada uno de los tramos y la comprobación de las tuberías de alcantarillado:

Tabla 26 Análisis tubería de alcantarillado Parte 3

DISEÑO HIDRAULICO Y EMPATE POR LA LINEA DE ENERGÍA											
COTA Rasante		PROFUNDIDAD A LA COTA CLAVE		COTA Clave		PENDIENTE S	Maning n	DIAMETRO Teórico (m)		DIAMETRO COMERCIAL (")	
De	A	De	A	De	A	[4]		[5]	[6]	[7]	[8]
852.085	850.28	2.10	4.26	849.99	846.02	0.04224827	0.009	0.047	1.83	8	0.203
844.16	843.67	0.83	1.11	843.34	842.56	0.01201723	0.009	0.053	2.08	8	0.203
841.25	842.26	0.66	2.49	840.59	839.77	0.01499093	0.009	0.051	2.00	8	0.203
841.25	840.58	1.00	0.97	840.55	839.81	0.02000542	0.009	0.048	1.89	8	0.203
853.16	852.21	2.50	4.27	850.67	847.94	0.05186438	0.009	0.040	1.58	8	0.203
862.17	862.60	1.10	3.35	861.07	859.26	0.05249789	0.009	0.040	1.58	8	0.203
868.56	864.08	1.02	3.54	867.54	860.54	0.06628913	0.009	0.058	2.28	8	0.203
864.08	862.73	3.36	3.33	860.72	859.40	0.03473887	0.009	0.071	2.78	8	0.203
863.37	864.08	2.10	3.59	861.27	860.49	0.02140807	0.009	0.072	2.82	8	0.203
863.40	864.08	3.02	3.88	860.38	860.20	0.00653547	0.009	0.090	3.53	8	0.203
868.64	868.56	0.79	1.19	867.85	867.36	0.01675338	0.009	0.050	1.96	8	0.203

Además, en los cálculos del diámetro de la tubería se puede observar que son valores menores a 8" y de acuerdo a (López, 2003), el diámetro mínimo en sistemas de alcantarillado es de 8" y en poblaciones muy pequeñas puede adoptarse 6", sin embargo, como la tubería existente es de 8" se decide dejar el mismo diámetro.

Tabla 27 Análisis tubería de alcantarillado Parte 4

V>= 0.5												
Qo (L/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	d/D	R/Ro	H/D	V (m/s)	Comprobación	V ² /2g (m)	R (m)	τ (N/m ²)	Comprobación
[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]		[17]	[18]	[19]	
101.69	3.136	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.135	Cumple	0.066	0.016	6.632	Cumple
54.23	1.672	0.03	0.4	0.148	0.37	0.086	0.669	Cumple	0.023	0.019	2.216	Cumple
60.57	1.868	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	0.676	Cumple	0.023	0.016	2.353	Cumple
69.98	2.158	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	0.781	Cumple	0.031	0.016	3.140	Cumple
112.67	3.474	0.01	0.292	0.092	0.239	0.041	1.015	Cumple	0.052	0.012	6.177	Cumple
113.36	3.495	0.01	0.292	0.092	0.239	0.041	1.021	Cumple	0.053	0.012	6.253	Cumple
127.38	3.328	0.04	0.427	0.165	0.41	0.102	1.677	Cumple	0.143	0.021	13.544	Cumple
92.21	2.843	0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	1.345	Cumple	0.092	0.024	8.327	Cumple
72.39	2.232	0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	1.056	Cumple	0.057	0.024	5.132	Cumple
40.00	1.233	0.11	0.553	0.258	0.606	0.179	0.682	Cumple	0.024	0.031	1.974	Cumple
64.04	1.975	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	0.715	Cumple	0.026	0.016	2.630	Cumple

En la anterior tabla se puede observar, que, de acuerdo a los datos obtenidos, se cumple con la fuerza tractiva en el interior de la tubería que debe ser mayor a 1.5 N/m².

Tabla 28 Análisis tubería de alcantarillado Parte 5

ANÁLISIS TUBERÍA															
POZO		TRAMO		COTA BATEA		PENDIENTE		CAPACIDAD DE CARGA							
De	A		LONGITUD	De	A	DECIMAL	%	DIAMETRO	D/2	y (tirante)	y/2	Θ	AREA	PERIMETRO	RADIO H.
1038	929	5	93.85	849.78	845.82	0.04225	4.225	0.203	0.1015	0.162	0.081	4.429	0.028	0.450	0.062
370	361	6	64.99	843.13	842.35	0.01202	1.202	0.203	0.1015	0.162	0.081	4.429	0.028	0.450	0.062
355	219	7	55.10	840.39	839.56	0.01499	1.499	0.203	0.1015	0.162	0.081	4.429	0.028	0.450	0.062
355	334	7a	36.89	840.34	839.60	0.02001	2.001	0.203	0.1015	0.162	0.081	4.429	0.028	0.450	0.062
963	897	8	52.62	850.46	847.73	0.05186	5.186	0.203	0.1015	0.162	0.081	4.429	0.028	0.450	0.062
1973	1952	9	34.59	860.87	859.05	0.05250	5.250	0.203	0.1015	0.162	0.081	4.429	0.028	0.450	0.062
2161	1947	10	105.60	867.33	860.33	0.06629	6.629	0.203	0.1015	0.162	0.081	4.429	0.028	0.450	0.062
1947	1952	10a	37.97	860.52	859.20	0.03474	3.474	0.203	0.1015	0.162	0.081	4.429	0.028	0.450	0.062
1919	1947	11	36.58	861.07	860.29	0.02141	2.141	0.203	0.1015	0.162	0.081	4.429	0.028	0.450	0.062
2007	1947	11a	27.24	860.17	859.99	0.00654	0.654	0.203	0.1015	0.162	0.081	4.429	0.028	0.450	0.062

Finalmente se comprueba la capacidad de carga de la tubería, y para ello se obtiene valores para el Área, Perímetro, Radio Hidráulico, Tirante, Diámetro y demás parámetros, exigidos para ser reemplazados en la ecuación de DARCY-WEISBACH Y COLEBROOK WHITE y la de MANNING.

Tabla 29 Comprobación capacidad de carga tubería

COMPROBACIÓN CAPACIDAD TUBERÍA DE 8"								
POZO		TRAMO	L	PENDIENTE	Q DISEÑO	Q (MAXIMO 8")		CUMPLE
De	A				m3/s	MANNING	DARCY	
1038	929	5	93.85	0.04225	0.00200	0.0990	0.0698	Cumple
370	361	6	64.99	0.01202	0.00150	0.0528	0.0371	Cumple
355	219	7	55.10	0.01499	0.00150	0.0590	0.0415	Cumple
355	334	7a	36.89	0.02001	0.00150	0.0682	0.0480	Cumple
963	897	8	52.62	0.05186	0.00150	0.1097	0.0773	Cumple
1973	1952	9	34.59	0.05250	0.00150	0.1104	0.0778	Cumple
2161	1947	10	105.60	0.06629	0.00450	0.1241	0.0875	Cumple
1947	1952	10a	37.97	0.03474	0.00550	0.0898	0.0633	Cumple
1919	1947	11	36.58	0.02141	0.00450	0.0705	0.0496	Cumple
2007	1947	11a	27.24	0.00654	0.00450	0.0390	0.0273	Cumple

Se puede evidenciar que la capacidad de carga de la tubería en función de los caudales que puede recibir en términos de volumen y velocidad, permiten mantener los diámetros existentes en los tramos de alcantarillado.

PRESUPUESTO DE OBRA

Para la realización del presupuesto de obra, se tuvo en cuenta los planos con el diseño de alcantarillado final para la obtención de las cantidades de materiales a utilizar, y se procedió a elaborar las memorias de cálculo de cantidades para el capítulo del presupuesto general denominado "Suministro de tubería y accesorios para colectores y domiciliarias", de la siguiente manera:

Tabla 30 Ejemplo memoria de cálculo Tesalia

MEMORIAS - CANTIDADES DE OBRA											
				OBRA: REPOSICION Y CONSTRUCCIÓN DE TRAMO ESPECÍFICOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO CON REPARACIÓN DE VÍAS EN CONCRETO HIDRÁULICO EN EL MUNICIPIO DE TESALIA							
CAPITULO: MANO DE OBRA		ELABORO	APROBO	FECHA 01/ 2023	UBICACIÓN	Long TUBERÍA	AREA	ANCHO EXCA	CANT.	MEDIDA	UND.
CARRERA 8 ENTRE CALLE 7 Y 8											
Item 6.1: Instalación Tubería PVC de 8"					TUBERIA PRINCIPAL 8"	93.85			1.00	93.85	ML
											
ESPECIFICACIONES:								SUMAS		93.85	ML
					OBSERVACIONES:						

Debido a la cantidad de tramos a los que se obtuvo presupuesto de obra, se deja evidencia del primer tramo en el que se trabajó en el municipio de Tesalia. A continuación, se presenta el APU construido:

OBRA: REPOSICION Y CONSTRUCCIÓN DE TRAMO ESPECÍFICOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO CON REPARACIÓN DE VÍAS EN CONCRETO HIDRÁULICO EN EL MUNICIPIO DE TESALIA.		Capitulo	OBRA: REPOSICION Y CONSTRUCCIÓN DE TRAMO ESPECÍFICOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO CON REPARACIÓN DE VÍAS EN CONCRETO HIDRÁULICO EN EL MUNICIPIO DE TESALIA.		
UBICACIÓN: CARRERA 8 ENTRE CALLE 7 Y 8, TESALIA		SubCap.	A SUMINISTRO DE TUBERÍA Y ACCESORIOS PARA COLECTORES Y DOMICILIARIAS		
		Actividad	A1 Tubería PVC de 200 mm		
		U.M.	ML		

1 Materiales				
Descripción	U.M.	Vr. Unitario	Cantidad	Vr. Parcial
TUBERÍA ALCANTARILLADO NOVAFORT 8" TRAMOS 6M	ML	\$ 60,994.00	1	\$ 60,994.00
Total Materiales				\$ 60,994.00

2 Equipo				
Descripción	U.M.	Vr. Unitario	Cantidad	Vr. Parcial
Total Equipo				\$ -

3 Mano de Obra				
Descripción	U.M.	Vr. Unitario	Cantidad	Vr. Parcial
Total Mano de Obra				\$ -

4 Transporte				
Descripción	U.M.	Vr. Unitario	Cantidad	Vr. Parcial
Transporte de material	porcentaje	\$ 60,994.00	10%	\$ 6,099.40
Total Transporte				\$ 6,099.40

Total Costos Directos Actividad:		\$ 67,093.40
Total Costos Directos Actividad Aproximado al peso:		\$ 67,093.00

Para cada uno de los tramos, se obtuvo la memoria de cálculo de cantidades, los APU's para anclarlo al presupuesto general.

CAPITULO 5

5.1 CONCLUSIONES

- Se realizaron los cálculos hidráulicos y sanitarios de 6 acometidas para la plaza de mercado de acuerdo a los parámetros técnicos establecidos en la normatividad vigente como el decreto 0330 de 2017 o Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento básico RAS y el código colombiano de fontanería NTC 1500.
- Se realizó la comprobación hidráulica de la tubería de alcantarillado para el centro poblado de Pacarní y el municipio de Tesalia, utilizando como referencia ecuaciones de EPM y de PAVCO como DARCY-WEISBACH Y COLEBROOK WHITE y MANNING, con el propósito de definir la capacidad de carga en términos de caudal de la tubería existente.
- Se realizaron las memorias de cálculo de cantidades para los diseños hidrosanitarios y de alcantarillado, teniendo en cuenta la lista de insumos con precios actualizados de la empresa y de fuentes como Homecenter y Pavco, además se construyeron los APU's, teniendo en cuenta además los rendimientos definidos en proyectos base relacionados con el objeto de cada proyecto.
- Es importante el apoyo bibliográfico de libros con temas relacionados, para profundizar y tener en cuenta criterios técnicos que posiblemente no se hayan considerado o no se tengan a consideración en diseños de este tipo.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es necesaria la consulta de libros, informes, videos, revisión de tesis, y profesionales de experiencia en caso de tener alguna duda respecto a los temas en los que se quiera trabajar y desarrollar.
- Es necesario en los diseños hidrosanitarios realizar revisiones a los diseños arquitectónicos con el objetivo de optimar el trazado de redes en la medida de lo posible.
- En la NTC 1500 se encuentra el paso a paso de un diseño hidrosanitario y las metodologías propuestas, en las que la mayoría de diseñadores se sustentan.

ANEXOS

- A. Anexo: "Cálculos de las 5 acometidas hidráulicas restantes de la plaza de mercado"
- B. Anexo: Memoria de cálculo de cantidades del capítulo de instalaciones hidráulicas e instalaciones sanitarias.
- C. Anexo: Memoria de cálculo de cantidades de obra el diseño y comprobación de cada uno de los tramos de alcantarillado en el municipio de Tesalia.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental ACODAL. (2023). REVISTA ACODAL. (257), 58. Recuperado el 20 de 09 de 2023, de https://www.cra.gov.co/sites/default/files/2023-05/Revista%20T%C3%A9cnica%20Acodal%20257_.pdf
- Bonilla, C. (2020). *Diseño Red Interna de agua potable de Vivienda Unifamiliar*. Obtenido de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=XjySiFuUBvo>
- Consuegra, J. G. (1994). *PRESUPUESTOS DE CONSTRUCCIÓN*. Bogotá, D.C: BHANDAR EDITORES.
- COVAL. (26 de Junio de 2021). *Juntos Aprendemos sobre la Norma NTC 1500*. Obtenido de <https://mitiendacoval.com/blog/JuntosAprendemos-sobre-la-Norma-NTC-1500>
- Díaz, H. A. (2005). *DISEÑOS HIDRAÚLICOS, SANITARIOS Y DE GAS EN EDIFICACIONES* (Segunda reimpresión ed.). (C. S. Perdomo, Ed.) Bogotá, D.C: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- EPM. (2009). *Guía para el diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado*. Medellín. Obtenido de https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/GuiaDisenoHidraulicoRedesAlcantarillado.pdf
- Granados, J. A. (2002). *Redes Hidráulicas y Sanitarias en edificios*. (U. N. Colombia, Ed.) Bogotá: UNIBIBLOS.
- López, R. (2003). *ELEMENTOS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO* (Segunda ed.). (J. L. Garzón, Ed.) Bogotá, D.C., Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Montenegro, S. (1 de Julio de 2019). *ANDESCO*. Obtenido de La Ley 142 de 1994: <https://andesco.org.co/la-ley-142-de-1994/>
- PAVCO. (2023). *Manual técnico tubosistemas presión PVC*. Obtenido de file:///C:/Users/Juan%20S.%20Calceto/Downloads/MANUAL_PRESION_24-FEB-2020-2023.pdf
- Pérez, R. (2015). *Instalaciones hidrosanitarias, de gas y de aprovechamiento de aguas lluvias en edificaciones* (Séptima ed.). Bogotá, D.C: Ecoe Ediciones.

- PUYO, E. P., & VILLAQUIRA, K. T. (2020). *REVISION AL DISEÑO HIDROSANITARIO DEL PROYECTO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MONSERRATE – LA PLATA (HUILA)*. Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia, Neiva, Huila. Recuperado el 21 de Septiembre de 2023, de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/a578a00c-d9e6-4610-bdf6-d37b1bfa12cb/content>
- RECALDE, W. (2015). *Memoria de cálculo de instalaciones hidráulicas*. Memoria de cálculo, Cordoba, Nariño. Recuperado el 20 de Septiembre de 2023, de <https://es.scribd.com/document/591316361/Memoria-Hidrosanitaria-Plaza-Cordoba#>
- Renteria, N. (2014). *DISEÑO HIDROSANITARIO DE LA PLAZA DE MERCADO JOSE HILARIO LOPEZ*. Memoria de diseño, Buenaventura, Choco. Recuperado el 20 de Septiembre de 2023, de https://www.academia.edu/34412387/Dise%C3%B1o_hidrosanitario_buenaventura
- RUBIO, L. X., & DUARTE, N. R. (2013). *ANALISIS DEL DISEÑO HIDROSANITARIO DEL CENTRO COMERCIAL AGROPECUARIO DEL MUNICIPIO DE GUAMAL – META*. Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio, Meta. Recuperado el 20 de Septiembre de 2023, de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/71e09e27-a29b-4d67-a647-07fc5dea98e2/content>
- Torres, G. H. (2009). Pasado, presente y futuro de la ingeniería ambiental y sanitaria. *UNIVERSIDAD DE LA SALLE*, 208-212. Recuperado el 20 de Septiembre de 2023, de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1130&context=ruls>

**Anexo A: "CÁLCULOS DE LAS 5 ACOMETIDAS
HIDRÁULICAS RESTANTES DE LA PLAZA DE MERCADO
DE GUADALUPE, HUILA"**

CÁLCULOS ACOMETIDA 2

TRAMO		UNIDAD HUNTER M	N° DE SALIDAS	K	Q (Caudal)	Ø (plg)	Ø (plg)
DE	A	[**]		[**]	[LPS]	[in]	n-comercia
MEDIDOR PRIN	APARATO DESF	76	19	0.236	0.54	0.73	3/4
MEDIDOR PRIN	1	64	17	0.250	0.51	0.71	3/4
1	2	56	14	0.277	0.51	0.72	3/4
2	LAVAPLATOS 1	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
2	3	52	13	0.289	0.51	0.71	3/4
3	LAVAPLATOS 2	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
3	4	48	12	0.302	0.50	0.71	3/4
4	LAVAPLATOS 3	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
4	5	44	11	0.316	0.50	0.70	3/4
5	LAVAPLATOS 4	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
5	6	40	10	0.333	0.49	0.70	3/4
6	LAVAPLATOS 5	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
6	7	36	9	0.354	0.48	0.70	3/4
7	LAVAPLATOS 6	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
7	8	32	8	0.378	0.48	0.69	3/4
8	LAVAPLATOS 7	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
8	9	28	7	0.408	0.47	0.69	3/4
9	LAVAPLATOS 8	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
9	10	24	6	0.447	0.46	0.68	3/4
10	LAVAPLATOS 9	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
10	11	20	5	0.500	0.46	0.68	3/4
11	LAVAPLATOS 10	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
11	12	16	4	0.577	0.45	0.67	3/4
12	13	16	4	0.577	0.45	0.67	3/4
13	14	16	4	0.577	0.45	0.67	3/4
14	15	16	4	0.577	0.45	0.67	3/4
15	LAVAMANOS 1	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
15	16	12	3	0.707	0.45	0.67	3/4
16	LAVAMANOS 2	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
16	17	8	2	1.000	0.49	0.70	3/4
17	LAVAMANOS 3	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
17	18	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
18	LAVAMANOS 4	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
1	19	8	3	0.707	0.34	0.59	3/4
19	Llave	2	1	1.000	0.19	0.43	1/2
19	21	6	2	1.000	0.40	0.63	3/4
21	Llave	2	1	1.000	0.19	0.43	1/2
21	23	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
23	LAVAPLATOS	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2

Ø (m)	RDE	V	Re	f	LONGITUD DE LA TUBERÍA			
					Horizontal	Vertical	Lt	Hf
					[m]	[m]	[m]	[m.c.a]
0.0191	21	1.89	3.16E+04	0.0241	34.12	0	34.12	7.846
0.0191	21	1.78	2.97E+04	0.0244	7.12	0	7.12	1.47
0.0191	13.5	1.80	3.01E+04	0.0243	14.68	0	14.68	3.10
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	4.85	0.9	5.75	3.27
0.0191	21	1.78	2.98E+04	0.0244	0.5	0	0.5	0.10
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.35	0.9	6.25	3.55
0.0191	21	1.76	2.94E+04	0.0245	2.7	0	2.7	0.55
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	4.85	0.9	5.75	3.27
0.0191	21	1.74	2.91E+04	0.0245	0.5	0	0.5	0.10
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.35	0.9	6.25	3.55
0.0191	21	1.72	2.87E+04	0.0246	2.6	0	2.6	0.50
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	4.85	0.9	5.75	3.27
0.0191	21	1.69	2.83E+04	0.0247	0.5	0	0.5	0.09
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.35	0.9	6.25	3.55
0.0191	21	1.67	2.79E+04	0.0247	2.6	0	2.6	0.48
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	4.85	0.9	5.75	3.27
0.0191	21	1.65	2.75E+04	0.0248	0.5	0	0.5	0.09
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.35	0.9	6.25	3.55
0.0191	21	1.62	2.71E+04	0.0249	2.57	0	2.57	0.45
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	4.85	0.9	5.75	3.27
0.0191	21	1.60	2.67E+04	0.0250	0.5	0	0.5	0.09
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.35	0.9	6.25	3.55
0.0191	21	1.58	2.65E+04	0.0250	5.47	0	5.47	0.92
0.0191	13.5	1.58	2.65E+04	0.0250	4.36	0	4.36	0.73
0.0191	21	1.58	2.65E+04	0.0250	0.55	0	0.55	0.09
0.0191	13.5	1.58	2.65E+04	0.0250	0.36	0	0.36	0.06
0.0127	21	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	0.9	1.1	0.63
0.0191	13.5	1.59	2.66E+04	0.0250	0.7	0	0.7	0.12
0.0127	14.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	0.9	1.1	0.63
0.0191	15.5	1.70	2.85E+04	0.0246	0.7	0	0.7	0.13
0.0127	16.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	0.9	1.1	0.63
0.0191	17.5	1.06	1.77E+04	0.0272	0.7	0	0.7	0.06
0.0127	18.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	0.9	1.1	0.63
0.0191	19.5	1.21	2.01E+04	0.0265	11.65	0	11.65	1.20
0.0127	20.5	1.48	1.65E+04	0.0276	2.67	0.1	2.77	0.67
0.0191	21.5	1.40	2.34E+04	0.0257	13.97	0	13.97	1.88
0.0127	22.5	1.48	1.65E+04	0.0276	2.67	0.1	2.77	0.67
0.0191	23.5	1.06	1.77E+04	0.0272	1.24	0	1.24	0.10
0.0127	24.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.15	0.9	6.05	3.44

ACCESORIOS		HF TOTAL	COTA PIEZOMETRICA		COTA APARATO	PRESIÓN FINAL	CONDICIÓN
Km	Hf		INCIAL	FINAL			
[-]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m]	[m]	
3	0.545	8.39	14.84	6.45			
0	0.00	1.47	14.84	13.37			
0.25	0.04	3.14	13.37	10.23			
4.45	1.29	4.56	11.68	7.12	1.05	6.07	CUMPLE
0.25	0.04	0.14	11.68	11.54			
4.45	1.29	4.84	11.54	6.70	1.05	5.65	CUMPLE
0.25	0.04	0.59	11.54	10.95			
4.7	1.36	4.63	10.95	6.32	1.05	5.27	CUMPLE
0	0.00	0.10	11.01	10.91			
4.7	1.36	4.91	10.91	6.00	1.05	4.95	CUMPLE
0	0.00	0.50	10.91	10.41			
4.7	1.36	4.63	10.41	5.78	1.05	4.73	CUMPLE
0	0.00	0.09	10.41	10.32			
4.7	1.36	4.91	10.32	5.41	1.05	4.36	CUMPLE
0	0.00	0.48	10.32	9.84			
4.7	1.36	4.63	9.84	5.21	1.05	4.16	CUMPLE
0	0.00	0.09	9.84	9.75			
4.7	1.36	4.91	9.75	4.84	1.05	3.79	CUMPLE
0	0.00	0.45	9.75	9.30			
4.7	1.36	4.63	9.30	4.67	1.05	3.62	CUMPLE
0	0.00	0.09	9.30	9.21			
4.7	1.36	4.91	9.21	4.30	1.05	3.25	CUMPLE
0	0.00	0.92	9.21	8.29			
0.9	0.12	0.85	8.29	7.44			
0.9	0.12	0.21	7.44	7.23			
8.6	1.10	1.16	7.23	6.07			
1.05	0.30	0.93	6.07	5.14	1.05	4.09	CUMPLE
0	0.00	0.12	6.07	5.95			
1.05	0.30	0.93	5.95	5.02	1.05	3.97	CUMPLE
0	0.00	0.13	5.95	5.82			
1.05	0.30	0.93	5.82	4.89	1.05	3.84	CUMPLE
0	0.00	0.06	5.82	5.76			
1.05	0.30	0.93	5.76	4.83	1.05	3.78	CUMPLE
1.05	0.08	1.28	13.37	12.09			
1.95	0.22	0.89	12.09	11.20	0.25	10.95	CUMPLE
0.15	0.01	1.89	12.09	10.20			
1.8	0.20	0.87	10.20	9.33	0.25	9.08	CUMPLE
0.15	0.01	0.11	10.20	10.09			
2.7	0.78	4.22	10.09	5.87	1.05	4.82	CUMPLE

CÁLCULOS ACOMETIDA 3

TRAMO		UNIDAD	N° DE	K	Q (Caudal)	Ø (plg)	Ø (plg)
DE	A	HUNTER	SALIDAS				
		[**]		[**]	[LPS]	[in]	in-comercial
MEDIDOR PRII	1	36	10	0.333	0.46	0.67	3/4
1	LLAVE JARDIN	2	1	1.000	0.19	0.43	1/2
1	2	34	9	0.354	0.46	0.68	3/4
2	LLAVE JARDÍN	2	1	1.000	0.19	0.43	1/2
2	3	32	8	0.378	0.48	0.69	3/4
3	LAVAPLATOS 1	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
3	4	28	7	0.408	0.47	0.69	3/4
4	LAVAPLATOS 2	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
4	5	24	6	0.447	0.46	0.68	3/4
5	LAVAPLATOS 3	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
5	6	20	5	0.500	0.46	0.68	3/4
6	LAVAPLATOS 4	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
6	7	16	4	0.577	0.45	0.67	3/4
7	LAVAPLATOS 5	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
7	8	12	3	0.707	0.45	0.67	3/4
8	LAVAPLATOS 6	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
8	9	8	2	1.000	0.49	0.70	3/4
9	LAVAPLATOS 7	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
9	10	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
10	LAVAPLATOS 8	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4

Ø (m)	RDE	V	Re	f	LONGITUD DE LA TUBERÍA			
					Horizontal	Vertical	Lt	Hf
[m]	[m]	[m/s]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m.c.a]
0.0191	21	1.60	2.67E+04	0.0250	2.57	0	2.57	0.44
0.0127	13.5	1.48	1.65E+04	0.0276	3.1	0.1	3.2	0.78
0.0191	21	1.63	2.72E+04	0.0249	1.71	0	1.71	0.30
0.0127	13.5	1.48	1.65E+04	0.0276	3.4	0.1	3.5	0.85
0.0191	21	1.67	2.79E+04	0.0247	5.44	0	5.44	1.00
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.5	0.9	6.4	3.64
0.0191	21	1.65	2.75E+04	0.0248	3.1	0	3.1	0.56
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.95	0.9	6.85	3.90
0.0191	21	1.62	2.71E+04	0.0249	3.1	0	3.1	0.54
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.5	0.9	6.4	3.64
0.0191	21	1.60	2.67E+04	0.0250	5.8	0	5.8	0.99
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.25	0.9	6.15	3.50
0.0191	21	1.58	2.65E+04	0.0250	3.1	0	3.1	0.52
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	5.95	0.9	6.85	0.56
0.0191	21	1.59	2.66E+04	0.0250	3.1	0	3.1	0.53
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	5.25	0.9	6.15	0.50
0.0191	21	1.70	2.85E+04	0.0246	3.15	0	3.15	0.60
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	5.95	0.9	6.85	0.56
0.0191	21	1.06	1.77E+04	0.0272	3.05	0	3.05	0.25
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	5.5	0.9	6.4	0.52

ACCESORIOS		HF TOTAL	COTA PIEZOMETRICA		COTA APARATO	PRESIÓN FINAL	CONDICIÓN
Km	Hf		INCIAL	FINAL			
[-]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m]	[m]	
0	0.00	0.44	14.84	14.40			
0	0.00	0.78	14.40	13.63	0.25	13.38	CUMPLE
0.15	0.02	0.32	14.40	14.08			
0.9	0.10	0.95	14.08	13.13	0.25	12.88	CUMPLE
0.15	0.02	1.03	14.08	13.05			
14.5	4.19	7.83	13.05	5.22	1.05	4.17	CUMPLE
0.15	0.02	0.58	13.05	12.47			
14.5	4.19	8.09	12.47	4.38	1.05	3.33	CUMPLE
0.15	0.02	0.56	12.47	11.91			
14.5	4.19	7.83	11.91	4.08	1.05	3.03	CUMPLE
0.15	0.02	1.01	11.91	10.90			
14.5	4.19	7.69	10.90	3.21	1.05	2.16	CUMPLE
0.15	0.02	0.54	10.90	10.36			
14.5	0.83	1.39	10.36	8.97	1.05	7.92	CUMPLE
0.15	0.02	0.54	10.36	9.82			
14.5	0.83	1.33	9.82	8.49	1.05	7.44	CUMPLE
0.15	0.02	0.63	9.82	9.19			
14.5	0.83	1.39	9.19	7.80	1.05	6.75	CUMPLE
0.15	0.01	0.26	9.19	8.93			
14.5	0.83	1.35	8.93	7.58	1.05	6.53	CUMPLE

CÁLCULOS ACOMETIDA 4

TRAMO		UNIDAD	N° DE	K	Q (Caudal)	Ø (plg)	Ø (plg)
DE	A	HUNTER M	SALIDAS				
		[**]		[**]	[LPS]	[in]	[in-comercial]
1	1	52	14	0.277	0.49	0.70	3/4
1	LLAVE JARDIN	2	1	1.000	0.19	0.43	1/2
1	2	50	13	0.289	0.49	0.70	3/4
2	3	50	13	0.289	0.49	0.70	3/4
3	LLAVE JARDIN	2	1	1.000	0.19	0.43	1/2
3	4	48	12	0.302	0.50	0.71	3/4
3	4	48	12	0.302	0.50	0.71	3/4
4	LLAVE 1	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
4	5	44	11	0.316	0.50	0.70	3/4
5	LLAVE 2	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
2	6	40	10	0.333	0.49	0.70	3/4
6	LLAVE 3	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
6	7	36	9	0.354	0.48	0.70	3/4
7	8	36	9	0.354	0.48	0.70	3/4
8	LLAVE 4	36	9	0.354	0.48	0.70	3/4
8	9	32	8	0.378	0.48	0.69	3/4
9	LLAVE 5	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
9	10	28	7	0.408	0.47	0.69	3/4
10	LLAVE 6	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
10	11	24	6	0.447	0.46	0.68	3/4
11	LLAVE 7	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
11	12	20	5	0.500	0.46	0.68	3/4
12	LLAVE 8	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
12	13	16	4	0.577	0.45	0.67	3/4
13	LLAVE 9	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
13	14	12	3	0.707	0.45	0.67	3/4
14	LLAVE 10	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
14	15	8	2	1.000	0.49	0.70	3/4
15	LLAVE 11	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
15	16	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
16	LLAVE 12	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4

Ø (m)	RDE	V	Re	f	LONGITUD DE LATUBERÍA			
					Horizontal	Vertical	Lt	Hf
[m]	[m]	[m/s]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m.c.a]
0.0191	21	1.71	2.86E+04	0.0246	2.57	0	2.57	0.50
0.0127	13.5	1.48	1.65E+04	0.0276	3.1	0.1	3.2	0.78
0.0191	21	1.73	2.90E+04	0.0245	1.71	0	1.71	0.34
0.0191	21	1.73	2.90E+04	0.0245	3.4	0	3.4	0.67
0.0127	13.5	1.48	1.65E+04	0.0276	5.44	0.1	5.54	1.34
0.0191	21	1.76	2.94E+04	0.0245	5.5	0	5.5	1.12
0.0191	21	1.76	2.94E+04	0.0245	3.1	0	3.1	0.63
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.95	0.5	6.45	3.67
0.0191	21	1.74	2.91E+04	0.0245	3.1	0	3.1	0.62
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.5	0.5	6	3.41
0.0191	21	1.72	2.87E+04	0.0246	5.8	0	5.8	1.13
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.25	0.5	5.75	3.27
0.0191	21	1.69	2.83E+04	0.0247	3.1	0	3.1	0.59
0.0191	21	1.69	2.83E+04	0.0247	5.95	0	5.95	1.13
0.0191	13.5	1.69	2.83E+04	0.0247	3.1	0.5	3.6	0.68
0.0191	21	1.67	2.79E+04	0.0247	5.25	0	5.25	0.97
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	3.15	0.5	3.65	0.30
0.0191	21	1.65	2.75E+04	0.0248	5.95	0	5.95	1.07
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	3.05	0.5	3.55	0.29
0.0191	21	1.62	2.71E+04	0.0249	5.5	0	5.5	0.96
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	5.5	0.5	6	0.49
0.0191	21	1.60	2.67E+04	0.0250	5.5	0	5.5	0.94
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	5.5	0.5	6	0.49
0.0191	21	1.58	2.65E+04	0.0250	5.5	0	5.5	0.92
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	5.5	0.5	6	0.49
0.0191	21	1.59	2.66E+04	0.0250	5.5	0	5.5	0.93
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	5.5	0.5	6	0.49
0.0191	21	1.70	2.85E+04	0.0246	5.5	0	5.5	1.05
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	5.5	0.5	6	0.49
0.0191	21	1.06	1.77E+04	0.0272	5.5	0	5.5	0.45
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	5.5	0.5	6	0.49

ACCESORIOS		HF TOTAL	COTA PIEZOMETRICA		COTA APARATO	PRESIÓN FINAL	CONDICIÓN
Km	Hf		INCIAL	FINAL			
[-]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m]	[m]	
0	0.00	0.50	14.84	14.34			
0	0.00	0.78	14.34	13.57	0.25	13.32	CUMPLE
0.15	0.02	0.36	14.34	13.98			
0.15	0.02	0.69	13.98	13.29			
0	0.00	1.34	13.29	11.95	0.25	11.70	CUMPLE
0.15	0.02	1.14	13.29	12.15			
0.15	0.02	0.65	13.29	12.64			
15.4	4.45	8.12	12.64	4.52	0.65	3.87	CUMPLE
0.15	0.02	0.64	12.64	12.00			
15.55	4.49	7.91	12.00	4.09	0.65	3.44	CUMPLE
0	0.00	1.13	13.98	12.85			
15.4	4.45	7.72	12.85	5.13	0.65	4.48	CUMPLE
0.15	0.02	0.61	12.85	12.24			
0.9	0.13	1.26	12.24	10.98			
17.2	2.52	3.20	10.98	7.78	0.65	7.13	CUMPLE
0.15	0.02	0.99	10.98	9.99			
15.4	0.88	1.18	9.99	8.81	0.65	8.16	CUMPLE
0.15	0.02	1.09	9.99	8.90			
15.4	0.88	1.17	8.90	7.73	0.65	7.08	CUMPLE
0.15	0.02	0.98	8.90	7.92			
15.4	0.88	1.37	7.92	6.55	0.65	5.90	CUMPLE
0.15	0.02	0.96	8.31	7.35			
16.3	0.93	1.42	7.37	5.95	0.65	5.30	CUMPLE
0.15	0.02	0.94	7.37	6.43			
14.5	0.83	1.32	6.45	5.13	0.65	4.48	CUMPLE
0.15	0.02	0.95	6.45	5.50			
15.4	0.88	1.37	5.52	4.15	0.65	3.50	CUMPLE
0.15	0.02	1.07	5.52	4.45			
15.4	0.88	1.37	4.47	3.10	0.65	2.45	CUMPLE
0.15	0.01	0.46	4.47	4.01			
14.5	0.83	1.32	4.02	2.70	0.65	2.05	CUMPLE

CÁLCULOS ACOMETIDA 5

		TRAMO		UNIDAD	N° DE	K	Q (Caudal)	Ø (plg)	Ø (plg)
		DE	A	HUNTER	SALIDAS				
				[**]		[**]	[LPS]	[in]	n-comercia
		MEDIDOR PRIN	1	124	28	0.192	0.62	0.78	3/4
RAMAL DERECHO PEQUEÑO		1	2	15	3	0.707	0.53	0.73	3/4
		2	SANITARIO 1	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
		2	3	10	2	1.000	0.57	0.75	3/4
		3	SANITARIO 2	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
		3	4	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
		4	SANITARIO 3	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
RAMAL DERECHO		1	13	71	16	0.258	0.56	0.75	3/4
		13	LAVAMANOS 1	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
		14	LAVAMANOS 2	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
		14	15	12	3	0.707	0.45	0.67	3/4
		15	LAVAMANOS 3	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
		15	16	8	2	1.000	0.49	0.70	3/4
		16	LAVAMANOS 4	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
		16	17	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
		17	LAVAMANOS 5	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
PENDIENTE SUMAR		1	13	22	5	0.500	0.49	0.70	3/4
		13	ORINAL 1	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
		13	18	17	4	0.577	0.47	0.69	3/4
		18	ORINAL 2	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
		18	19	12	3	0.707	0.45	0.67	3/4
		19	LAVAMANOS 6	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
		19	20	8	2	1.000	0.49	0.70	3/4
		20	LAVAMANOS 7	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
		20	21	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
		21	LAVAMANOS 8	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
PENDIENTE SUMAR		1	13	29	6	0.447	0.53	0.73	3/4
		13	SANITARIO 4	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
		13	22	24	5	0.500	0.52	0.72	3/4
		22	SANITARIO 5	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
		22	23	19	4	0.577	0.51	0.71	3/4
		23	SANITARIO 6	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
		23	24	14	3	0.707	0.50	0.71	3/4
		24	SANITARIO 7	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
		24	25	9	2	1.000	0.53	0.73	3/4
		25	SAN DIS 8	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
		25	26	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
		26	LAVAMANOS 9	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
RAMAL IZQUIERDO		5	6	38	9	0.354	0.50	0.71	3/4
		5	SAN DIS 9	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
		6	SANITARIO 10	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
		6	7	28	7	0.408	0.47	0.69	3/4
		7	LAVAMANOS 10	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
		7	8	24	6	0.447	0.46	0.68	3/4
		8	LAVAPLATOS 1	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
		8	9	20	5	0.500	0.46	0.68	3/4
		9	LAVAPLATOS 2	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
		9	10	16	4	0.577	0.45	0.67	3/4
		10	LAVAPLATOS 3	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
		10	11	12	3	0.707	0.45	0.67	3/4
		11	LAVAPLATOS 4	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
		11	12	8	2	1.000	0.49	0.70	3/4
		12	LAVAPLATOS 5	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
		12	13	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
		13	LAVAPLATOS 6	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4

Ø (m)	RDE	V	Re	f	LONGITUD DE LA TUBERÍA			
					Horizontal	Vertical	Lt	Hf
[m]	[m]	[m/s]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m.c.a]
0.0191	21	2.16	3.61E+04	0.0234	21.65	0	21.65	6.33
0.0191	21	1.86	3.10E+04	0.0242	1.81	0	1.81	0.40
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	0.1	0.2	0.3	0.03
0.0191	21	1.99	3.32E+04	0.0238	1.1	0	1.1	0.28
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	0.2	0.2	0.4	0.04
0.0191	21	1.23	2.06E+04	0.0264	1	0	1	0.11
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	0.2	0.2	0.4	0.04
0.0191	21	1.97	3.30E+04	0.0239	20.72	0	20.72	5.16
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	2.25	0.8	3.05	1.73
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	0.8	1	0.57
0.0191	21	1.59	2.66E+04	0.0250	0.8	0	0.8	0.14
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	0.8	1	0.57
0.0191	21	1.70	2.85E+04	0.0246	0.8	0	0.8	0.15
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	0.8	1	0.57
0.0191	21	1.06	1.77E+04	0.0272	0.8	0	0.8	0.07
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	0.8	1	0.57
0.0191	21	1.71	2.85E+04	0.0246	20.72	0	20.72	3.98
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	3	1	3.01	0.32
0.0191	21	1.65	2.76E+04	0.0248	0.8	0	0.8	0.14
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	0.2	1	1.2	0.13
0.0191	21	1.59	2.66E+04	0.0250	0.8	0	0.8	0.14
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	1	1.2	0.68
0.0191	21	1.70	2.85E+04	0.0246	0.8	0	0.8	0.15
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	0.8	1	0.57
0.0191	21	1.06	1.77E+04	0.0272	0.8	0	0.8	0.07
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	0.8	1	0.57
0.0191	21	1.85	3.09E+04	0.0242	20.72	0	20.72	4.58
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	7.22	0.2	6.33	0.68
0.0191	21	1.81	3.03E+04	0.0243	1.1	0	1.1	0.24
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	0.2	0.2	0.4	0.04
0.0191	21	1.78	2.98E+04	0.0244	0.9	0	0.9	0.19
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	0.2	0.2	0.4	0.04
0.0191	21	1.77	2.96E+04	0.0244	1.45	0	1.45	0.30
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	0.2	0.2	0.4	0.04
0.0191	21	1.85	3.09E+04	0.0242	0.4	0.2	0.6	0.13
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	0.2	0.2	0.4	0.04
0.0191	21	1.06	1.77E+04	0.0272	2.35	0	2.35	0.19
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	0.8	1	0.57
0.0191	21	1.76	2.94E+04	0.0245	1.55	0	1.55	0.31
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	0.2	0.2	0.4	0.04
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	0.3	0.2	0.5	0.05
0.0191	21	1.65	2.75E+04	0.0248	1.75	0	1.75	0.31
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	0.8	1	0.57
0.0191	21	1.62	2.71E+04	0.0249	4.8	0	4.8	0.84
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.37	0.9	6.27	3.57
0.0191	21	1.60	2.67E+04	0.0250	2.85	0	2.85	0.49
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.42	0.9	6.32	3.59
0.0191	21	1.58	2.65E+04	0.0250	3.15	0	3.15	0.53
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.37	0.9	6.27	3.57
0.0191	21	1.59	2.66E+04	0.0250	2.9	0	2.9	0.49
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.37	0.9	6.27	3.57
0.0191	21	1.70	2.85E+04	0.0246	3.2	0	3.2	0.61
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	5.37	0.9	6.27	3.57
0.0191	21	1.06	1.77E+04	0.0272	2.85	0	2.85	0.23
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	5.37	0.9	6.27	0.51

ACCESORIOS		HF TOTAL	COTA PIEZOMETRICA		COTA APARATO	PRESIÓN FINAL	CONDICIÓN
Km	Hf		INCIAL	FINAL			
[-]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m]	[m]	
0	0.00	6.33	14.84	8.51			
7.85	1.38	1.78	8.51	6.73			
2.7	0.21	0.24	8.08	7.84	0.35	7.49	CUMPLE
0	0.00	0.28	8.08	7.80			
0	0.00	0.04	7.80	7.76	0.35	7.41	CUMPLE
0	0.00	0.11	7.80	7.69			
0.9	0.07	0.11	7.69	7.58	0.35	7.23	CUMPLE
0	0.00	5.16	14.84	9.68			
8.75	2.53	4.26	9.68	5.42	0.95	4.47	CUMPLE
0	0.00	0.57	5.42	4.85	0.95	3.90	CUMPLE
0	0.00	0.14	5.42	5.28			
0	0.00	0.57	5.28	4.71	0.95	3.76	CUMPLE
0	0.00	0.15	5.28	5.13			
0	0.00	0.57	5.13	4.56	0.95	3.61	CUMPLE
0	0.00	0.07	5.13	5.06			
0.9	0.26	0.83	5.06	4.23	0.95	3.28	CUMPLE
0	0.00	3.98	14.84	10.86			
0	0.00	0.32	10.86	10.54	1.15	9.39	CUMPLE
7.7	1.07	1.22	10.86	9.64			
0	0.00	0.13	10.72	10.59	1.15	9.44	CUMPLE
0	0.00	0.14	10.72	10.58			
0	0.00	0.68	10.58	9.90	1.15	8.75	CUMPLE
0	0.00	0.15	9.90	9.75			
0	0.00	0.57	9.75	9.18	0.95	8.23	CUMPLE
0	0.00	0.07	9.75	9.68			
0	0.00	0.57	9.68	9.11	0.95	8.16	CUMPLE
0	0.00	4.58	14.84	10.26			
0	0.00	0.68	10.26	9.58	0.35	9.23	CUMPLE
10.4	1.74	1.98	10.26	8.28			
0	0.00	0.04	8.28	8.24	0.35	7.89	CUMPLE
0	0.00	0.19	8.28	8.09			
0	0.00	0.04	8.09	8.05	0.35	7.70	CUMPLE
0.9	0.14	0.44	8.09	7.65			
0	0.00	0.04	7.65	7.61	0.35	7.26	CUMPLE
0.15	0.03	0.16	7.65	7.49			
0.9	0.07	0.11	7.49	7.38	0.35	7.03	CUMPLE
0.9	0.05	0.24	7.49	7.25			
0.9	0.26	0.83	7.25	6.42	0.95	5.47	CUMPLE
0.9	0.14	0.46	14.84	14.38			
0	0.00	0.04	14.84	14.80	0.35	14.45	CUMPLE
0.9	0.07	0.12	14.38	14.26	0.35	13.91	CUMPLE
0.9	0.12	0.44	14.38	13.94			
0	0.00	0.57	13.94	13.37	0.95	12.42	CUMPLE
0	0.00	0.84	13.94	13.10			
14.5	4.19	7.76	13.10	5.34	1.05	4.29	CUMPLE
0.15	0.02	0.51	13.10	12.59			
14.5	4.19	7.79	12.59	4.80	1.05	3.75	CUMPLE
0.15	0.02	0.55	12.59	12.04			
14.5	4.19	7.76	12.04	4.28	1.05	3.23	CUMPLE
0.15	0.02	0.51	12.04	11.53			
14.5	4.19	7.76	11.53	3.77	1.05	2.72	CUMPLE
0.15	0.02	0.63	11.53	10.90			
14.5	4.19	7.76	10.90	3.14	1.05	2.09	CUMPLE
0.15	0.01	0.24	10.90	10.66			
15.4	0.88	1.39	10.66	9.27	1.05	8.22	CUMPLE

CÁLCULOS ACOMETIDA 6

		TRAMO		UNIDAD HUNTER	N° DE SALIDAS	K	Q (Caudal)	Ø (plg)	Ø (plg)
		DE	A	[**]		[**]	[LPS]	[in]	[in-comercial]
		MEDIDOR PRIN	1	57	16	0.258	0.48	0.70	1
	RAMAL DERECHO	1	2	57	16	0.258	0.48	0.70	1
		2	3	57	16	0.258	0.48	0.70	1
		2	4	57	16	0.258	0.48	0.70	1
		4	5	57	16	0.258	0.48	0.70	1
		5	Llave 1	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
		5	6	53	15	0.267	0.48	0.69	1
		6	Llave 2	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
		6	7	49	14	0.277	0.47	0.68	1
		7	Llave 3	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
		7	8	45	13	0.289	0.46	0.68	1
		8	Llave 4	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
		8	9	41	12	0.302	0.45	0.67	1
		9	Llave 5	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
		9	10	37	11	0.316	0.44	0.66	1
		10	LAVAPLATOS 1	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
	RAMAL IZQUIERDO	4	11	33	10	0.333	0.43	0.65	1
		11	LAVAPLATOS 2	4	1	1.000	0.30	0.55	3/4
		11	12	29	9	0.354	0.42	0.65	1
		12	13	29	9	0.354	0.42	0.65	1
		13	LAVAMANOS 1	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
		12	14	25	8	0.378	0.40	0.63	1
		14	15	25	7	0.408	0.43	0.66	1
		15	SANITARIO 1	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
		15	LAVAMANOS 2	4	1	1.000	0.30	0.55	1/2
		15	SANITARIO 2	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4
		14	16	11	4	0.577	0.35	0.59	1
		16	17	11	4	0.577	0.35	0.59	1
		17	LAVAMANOS 3	4	2	1.000	0.30	0.55	1/2
		17	POCETA	2	1	1.000	0.19	0.43	1/2
		17	SANITARIO 3	5	1	1.000	0.35	0.59	3/4

Ø (m)	RDE	V	Re	f	LONGITUD DE LA TUBERÍA			
					Horizontal	Vertical	Lt	Hf
[m]	[m]	[m/s]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m.c.a]
0.0254	21	0.95	2.13E+04	0.0262	10.6	0	10.6	0.51
0.0254	21	0.95	2.13E+04	0.0262	1.3	3.5	4.8	0.23
0.0254	21	0.95	2.13E+04	0.0262	4.93	0.2	5.13	0.25
0.0254	21	0.95	2.13E+04	0.0262	4.53	0	4.53	0.22
0.0254	21	0.95	2.13E+04	0.0262	1.2	0.2	1.4	0.07
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	4.43	0.8	5.23	0.43
0.0254	21	0.94	2.09E+04	0.0263	0.9	0	0.9	0.04
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	7	0.8	7.8	0.64
0.0254	21	0.92	2.06E+04	0.0264	3.04	0	3.04	0.14
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	5.35	0.8	6.15	0.50
0.0254	21	0.91	2.02E+04	0.0265	5.5	0	5.5	0.24
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	5	0.8	5.8	0.47
0.0254	21	0.89	1.98E+04	0.0266	3.17	0	3.17	0.13
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	5	0.8	5.8	0.47
0.0254	21	0.87	1.94E+04	0.0267	1	0	1	0.04
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	7.95	0.8	8.75	0.71
0.0254	21	0.85	1.89E+04	0.0269	10	0	10	0.39
0.0191	13.5	1.06	1.77E+04	0.0272	7.65	0.8	8.45	0.69
0.0254	21	0.82	1.83E+04	0.0270	2	0	2	0.07
0.0254	21	0.82	1.83E+04	0.0270	1.94	0	3.01	0.11
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.8	0.8	1.6	0.91
0.0254	21	0.79	1.77E+04	0.0272	1.86	0	1.86	0.06
0.0254	21	0.86	1.91E+04	0.0268	2.26	0	2.26	0.09
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	0.2	0.2	0.4	0.04
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	0.2	0.4	0.23
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	0.2	0.2	0.4	0.04
0.0254	21	0.69	1.54E+04	0.0280	2.65	0	2.65	0.07
0.0254	21	0.69	1.54E+04	0.0280	1.84	0	1.84	0.05
0.0127	13.5	2.38	2.65E+04	0.0250	0.2	0.8	1	0.57
0.0127	13.5	1.48	1.65E+04	0.0276	0.2	1.1	6.33	1.53
0.0191	13.5	1.23	2.06E+04	0.0264	0.2	0.2	0.4	0.04

ACCESORIOS		HF TOTAL	COTA PIEZOMETRICA		COTA APARATO	PRESIÓN FINAL	CONDICIÓN
Km	Hf		INCIAL	FINAL			
[-]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m]	[m]	
0	0.00	0.51	14.84	14.33			
1.95	0.09	0.32	14.33	14.01			
2.85	0.13	0.38	14.01	13.63			
0	0.00	0.22	14.01	13.79			
0.15	0.01	0.07	13.79	13.72			
15.4	0.88	1.31	13.72	12.41	4.30	8.11	CUMPLE
1.05	0.05	0.09	13.72	13.63			
14.5	0.83	1.46	13.63	12.17	4.30	7.87	CUMPLE
0.9	0.04	0.18	13.63	13.45			
15.4	0.88	1.38	13.45	12.07	4.30	7.77	CUMPLE
1.05	0.04	0.28	13.45	13.17			
15.4	0.88	1.35	13.17	11.82	4.30	7.52	CUMPLE
0.15	0.01	0.14	13.17	13.03			
15.4	0.88	1.35	13.03	11.68	4.30	7.38	CUMPLE
1.05	0.04	0.08	13.03	12.95			
16.3	0.93	1.64	12.95	11.31	4.30	7.01	CUMPLE
0.15	0.01	0.39	13.79	13.40			
14.5	0.83	1.52	13.40	11.88	4.30	7.58	CUMPLE
0.15	0.01	0.08	13.40	13.32			
1.95	0.07	0.18	13.32	13.14			
8.6	2.49	3.40	13.14	9.74	4.30	5.44	CUMPLE
0.15	0.00	0.07	13.32	13.25			
8.75	0.33	0.42	13.25	12.83			
0	0.00	0.04	12.83	12.79	3.70	9.09	CUMPLE
0	0.00	0.23	12.83	12.60	3.70	8.90	CUMPLE
0	0.00	0.04	12.83	12.79	3.70	9.09	CUMPLE
0.15	0.00	0.07	13.25	13.18			
8.6	0.21	0.26	13.18	12.92			
0	0.00	0.57	12.92	12.35	4.30	8.05	CUMPLE
0	0.00	1.53	12.92	11.39	4.60	6.79	CUMPLE
0.9	0.07	0.11	12.92	12.81	3.70	9.11	CUMPLE

**ANEXO B: MEMORIA DE CÁLCULO DE CANTIDADES
DEL CAPÍTULO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS
E INSTALACIONES SANITARIAS CON SU
RESPECTIVO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.**

**MEMORÍA DE CALCULO DE CANTIDADES
HIDRAÚLICAS PLAZA DE MERCADO
GUADALUPE**

[illegible]

ÍTEM	CAPITULO						UNIDAD	
6	INSTALACIONES HIDRÁULICAS						ml	
6.03	Suministro e instalación de tubería PVC de presión 1", Incluye tubería, accesorios, limpiador y soldadura, transporte, excavación, tapada de zanja, prueba de tubería y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.							
DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL
	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)	
Acometida 1								
red ppal		51.4						51.40
sube tanque		16						16.00
Acometida 4								
red ppal		63.72						63.72
								0.00
TOTAL								131.12
Medidas tomadas del plano de AutoCAD				TOTAL				131.12

ÍTEM	CAPITULO							UNIDAD
6	INSTALACIONES HIDRÁULICAS							und
6.04	Salida punto hidráulico en PVC P 1/2". Incluye tubería, accesorios, limpiador y soldadura y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.							
DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL
	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)	
acometida 1						15.00		15.00
acometida 2						16.00		16.00
acometida 3						22.00		22.00
acometida 4						10.00		10.00
								0.00
								0.00
TOTAL								63.00
Medidas tomadas del plano de AutoCAD					TOTAL		63.00	

ÍTEM	CAPITULO						UNIDAD	
6	INSTALACIONES HIDRÁULICAS						und	
6.05	Acometida hidráulica 3/4". Incluye collar de derivación, el registro de incorporación, manguera de derivación, registro de corte y la caja de medidor.							
DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL
	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)	
Acometida Hidráulica 3/4"						2.00		2.00
TOTAL								2.00
Medidas tomadas del plano de AutoCAD					TOTAL		2.00	

**MEMORÍA DE CALCULO DE CANTIDADES
SANITARIAS PLAZA DE MERCADO
GUADALUPE**

MEMORIA DE CALCULO DE CANTIDADES DE OBRA								
REMODELACIÓN, MEJORAMIENTO Y ADECUACIÓN DE LA PLAZA DE MERCADO EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE GUADALUPE, DEPARTAMENTO DEL HUILA								
ÍTEM	CAPITULO						UNIDAD	
7	INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUAS LLUVIAS						und	
7.01	Construcción de cajilla domiciliaria para alcantarillado a todo costo en concreto reforzado de 3000 PSI de (0.6 x 0.6m), incluye tapa en concreto reforzado en hierro 3/8" separados cada 0.15m en ambos sentidos, base de 0.6x0.6x0.15 m. Incluye: excavación, producción, formaleta, vaciado, desencofrado y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra							
DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL
	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)	
cajilla 60x60						3.00		3.00
								0.00
TOTAL								3.00
Medidas tomadas del plano de AutoCAD					TOTAL		3.00	

ÍTEM		CAPITULO						UNIDAD	
7		INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUAS LLUVIAS						und	
7.02		Construcción de cajilla domiciliaria para alcantarillado a todo costo en concreto reforzado de 3000 PSI de (0.8 x 0.8m), incluye tapa en concreto reforzado en hierro 3/8" separados cada 0.15m en ambos sentidos, base de 0.8x0.8x0.15 m. Incluye: excavación, producción, formaleta, vaciado, desencofrado y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra							
DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL	
	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)		
cajilla 80x80						6.00		6.00	
								0.00	
TOTAL								6.00	
Medidas tomadas del plano de AutoCAD					TOTAL		6.00		

ÍTEM		CAPITULO						UNIDAD	
7		INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUAS LLUVIAS						und	
7.03		Construcción de caja de inspección para recolección de aguas lluvias en concreto reforzado de 3000 PSI de (1.00 x 1.00m), incluye Tapa en concreto reforzado en hierro 3/8" separados cada 0.15m en ambos sentidos, base de 1.00x1.00x0.15 m. Incluye: excavación, producción, formaleta, vaciado, desencofrado y todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra							
DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL	
	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)		
cajilla 100x100						3.00		3.00	
TOTAL								3.00	
Medidas tomadas del plano de AutoCAD				TOTAL			3.00		

ÍTEM	CAPITULO							UNIDAD
7	INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUAS LLUVIAS							ml
7.04	Suministro e instalación de tubería sanitaria en PVC de 2", incluye accesorios, excavación y tapado							
DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL
	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)	
PISO 1								
Aseo		3.1				1.00		3.10
Cárnicos 1 al 24		1.65				24.00		39.60
Lavamanos		13.4				1.00		13.40
w.c. hombres orinal		1.3				2.00		2.60
w.c. hombres lavamanos		3				1.00		3.00
w.c. universal lavamanos		2.8				1.00		2.80
w.c. mujeres lavamanos		5.85				1.00		5.85
PISO 2								
Cafetería		2.9				1.00		2.90
Restaurante		2.2				1.00		2.20
w.c. hombres lavamanos		0.7				1.00		0.70
w.c. universal lavamanos		1.15				1.00		1.15
w.c. mujeres lavamanos		0.7				1.00		0.70
Aseo		2.15				1.00		2.15
TOTAL								80.15
Medidas tomadas del plano de AutoCAD					TOTAL			80.15

ÍTEM	CAPITULO						UNIDAD	
7	INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUAS LLUVIAS						ml	
7.05	Suministro e instalación de tubería sanitaria en PVC de 3" , incluye accesorios, excavación y tapado							
DESCRIPCIÓN	ANCHO (m)	LARGO (m)	ALTO (m)	ÁREA (m2)	VOLUMEN (m3)	CANTIDAD (und)	PESO (Kg. X m)	SUB-TOTAL
PISO 1								
basuras		2.5				1.00		2.50
Aseo		3.4				1.00		3.40
Cárnicos 1 al 24		3.8				24.00		91.20
sifones pasillos		52.06				1.00		52.06
Lavamanos		8.6				1.00		8.60
sumidero cuarto frio		2				1.00		2.00
w.c. hombres		2				1.00		2.00
w.c. universal		1				1.00		1.00
w.c. mujeres		1.5				1.00		1.50
PISO 2								
bajantes		3				3.00		9.00
Cafetería		4.9				1.00		4.90
Restaurante		3.8				1.00		3.80
w.c. hombres		0.5				1.00		0.50
w.c. universal		1.1				1.00		1.10
w.c. mujeres		0.5				1.00		0.50
Aseo		2.4				1.00		2.40
Sifones placa tanque		9				1.00		9.00
TOTAL								195.46
Medidas tomadas del plano de AutoCAD								
TOTAL								195.46

ÍTEM	CAPITULO						UNIDAD	
7	INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUAS LLUVIAS						ml	
7.06	Suministro e instalación de tubería sanitaria en PVC de 4", incluye accesorios, excavación y tapado							
DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL
	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)	
PISO 1								
Red ppal plaza		84.72				1.00		84.72
Red ppal centro comercial		16.2				1.00		16.20
w.c. hombres		11.85				1.00		11.85
w.c. universal		5.45				1.00		5.45
w.c. mujeres		12.1				1.00		12.10
PISO 2								
bajantes		3				1.00		3.00
w.c. hombres		2				1.00		2.00
w.c. universal		2				1.00		2.00
w.c. mujeres		2				1.00		2.00
red ppal w.c.		4.8				1.00		4.80
TOTAL								144.12
Medidas tomadas del plano de AutoCAD								
TOTAL							144.12	

ÍTEM	CAPITULO						UNIDAD	
7	INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUAS LLUVIAS						und	
7.09	Punto sanitario PVC 2". Incluye tubería, accesorios, limpiador y soldadura y todo lo necesario para su correcto funcionamiento							
DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL
	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)	
Aseo						2.00		2.00
Cárnicos 1 al 24						24.00		24.00
w.c. hombres orinal						2.00		2.00
w.c. hombres lavamanos						3.00		3.00
w.c. universal lavamanos						2.00		2.00
w.c. mujeres lavamanos						5.00		5.00
PISO 2								
Cafetería						1.00		1.00
Restaurante						1.00		1.00
w.c. hombres lavamanos						1.00		1.00
w.c. universal lavamanos						1.00		1.00
w.c. mujeres lavamanos						1.00		1.00
Aseo						2.00		2.00
TOTAL								45.00
Medidas tomadas del plano de AutoCAD					TOTAL		45.00	

ÍTEM	CAPITULO						UNIDAD	
7	INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUAS LLUVIAS						und	
7.10	Punto sanitario PVC 3". Incluye tubería, accesorios, limpiador y soldadura y todo lo necesario para su correcto funcionamiento							
DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL
	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)	
PISO 1								
basuras						1.00		1.00
Aseo						1.00		1.00
Cárnicos 1 al 24						24.00		24.00
sifones pasillos						11.00		11.00
cuarto frio						1.00		1.00
w.c. hombres						1.00		1.00
w.c. universal						2.00		2.00
w.c. mujeres						1.00		1.00
Pasillos centro comercial						3.00		3.00
PISO 2								
Cafetería						1.00		1.00
Restaurante						1.00		1.00
w.c. hombres						1.00		1.00
w.c. universal						1.00		1.00
w.c. mujeres						1.00		1.00
Aseo						1.00		1.00
Pasillos centro comercial						4.00		4.00
sifones placa tanque						2.00		2.00
TOTAL								57.00
Medidas tomadas del plano de AutoCAD					TOTAL			57.00

ÍTEM		CAPITULO						UNIDAD	
7		INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUAS LLUVIAS						und	
7.11		Punto sanitario PVC 4". Incluye tubería, accesorios, limpiador y soldadura y todo lo necesario para su correcto funcionamiento							
DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL	
	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)		
PISO 1									
w.c. hombres						4.00		4.00	
w.c. universal						2.00		2.00	
w.c. mujeres						4.00		4.00	
PISO 2									
w.c. hombres						1.00		1.00	
w.c. universal						1.00		1.00	
w.c. mujeres						1.00		1.00	
TOTAL								13.00	
Medidas tomadas del plano de AutoCAD					TOTAL			13.00	

ÍTEM		CAPITULO						UNIDAD	
7		INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUAS LLUVIAS						und	
7.12		Punto sanitario PVC 1" 1/2 para desagüe aire acondicionado. Incluye tubería, accesorios, limpiador y soldadura y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.							
DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA	VOLUMEN	CANTIDAD	PESO	SUB-TOTAL	
	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m3)	(und)	(Kg. X m)		
primer piso						12.00		12.00	
Segundo piso						6.00		6.00	
TOTAL								18.00	
Medidas tomadas del plano de AutoCAD					TOTAL			18.00	

**ANEXO C: MEMORIA DE CÁLCULO DE CANTIDADES
DE OBRA EL DISEÑO Y COMPROBACIÓN DE CADA
UNO DE LOS TRAMOS DE ALCANTARILLADO EN EL
MUNICIPIO DE TESALIA.**

COMPROBACIÓN CAPACIDAD DE CARGA CENTRO POBLADO DE PACARNÍ, TESALIA

Pasos:

1. Determinar el área de drenaje aferente, trazando diagonales o bisectrices
2. Establecer el caudal de las aguas residuales

Parámetros generales de diseño:

PACARNÍ

	Viviendas (EOT)	478	
	Habitantes censo 2018	1515	
	Rata de crecimiento	0.021	
	Habitantes proyectados	2547.16	
1. Periodo de diseño	Área de beneficio	25	ha
2. Población de diseño	Altura promedio	1100	m.s.n.m
3. Área total del municipio	Dotación (Res.0330)	130	L/hab*día
4. Densidad de población	Coef. Retorno (Plan)	0.85	Resol. 0330
5. Consumo neto	Coe. Conex erradas	0.2	Resol. 03301

POZO		TRAMO	AREA TRIBUTARIA (Ha)		DOMESTICO			
De	A		PARCIAL	TOTAL	% AREA	DENSIDAD	POBLACIÓN	L/s*ha
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
607	682	1	0.0605	0.061	100	1239.7	75.0	1.585
682	676	1a	0.087	0.087	100	919.54	80.0	1.176
676	669	1b	0.0717	0.072	100	1115.76	80.0	1.427
757	747	3f	0.069	0.069	100	869.57	60.00	1.112
747	719	3d	0.0275	0.0965	100	909.09	25.00	1.163
719	726	3c	0.0185	0.1150	100	1621.62	30.00	2.074
726	720	3b	0.034	0.149	100	1029.41	35.00	1.317
720	556	3a	0.02	0.169	100	1000	20	1.279
556	705	3	0.1	0.269	100	1050	105	1.343
766	728	4	0.06	0.06	100	1250	75	1.476
728	720	4a	0.021	0.021	100	1904.76	40	2.249

TOTAL AREA	Q. MÁX. HORARIO				INFILTRACIÓN		CONE. ERRADAS		Q DISEÑO L/s	
	L/s*ha	L/s	F	L/s	L/s/ha	L/s	L/s/ha	L/s	Calc.	Adop.
[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]
100	1.585	0.096	4.3	0.41	0.3	0.018	2.0	0.12	0.55	1.50
100	1.176	0.198	4.3	0.85	0.3	0.026	2.0	0.30	1.17	1.50
100	1.427	0.198	4.3	0.85	0.3	0.022	2.0	0.32	1.19	1.50
100	1.112	0.077	4.3	0.33	0.3	0.021	2.0	0.14	0.49	1.50
100	1.163	0.109	4.4	0.47	0.3	0.029	2.0	0.33	0.83	1.50
100	2.074	0.147	4.4	0.64	0.3	0.035	2.0	0.56	1.24	1.50
100	1.317	0.192	4.3	0.83	0.3	0.045	2.0	0.86	1.74	2.00
100	1.279	0.353	4.4	1.55	0.3	0.051	2.0	1.197	2.79	3.000
100	1.343	0.487	4.2	2.07	0.3	0.081	2.0	1.735	3.88	4.000
100	1.476	0.089	4.3	0.38	0.3	0.018	2.0	0.12	0.52	1.500
100	2.249	0.136	4.3	0.59	0.3	0.006	2.0	0.16	0.76	1.500

DISEÑO HIDRAULICO Y EN									
POZO		TRAMO	LONGITUD	Q de DISEÑO	COTA		PROFUNDIDAD A LA COTA		COTA
De	A	De - A	(m)	(L/s)	Rasante		CLAVE		Clave
		[1]	[2]	[3]	De	A	De	A	De A
607	682	1	55.85	1.50	1113.75	1110.49	1.00	1.01	1112.75 1109.48
682	676	1a	48.2	1.50	1110.49	1107.68	1.06	1.15	1109.43 1106.53
676	669	1b	54.14	1.50	1107.68	1104.52	1.15	0.99	1106.53 1103.53
556	705	3	69.58	4.00	1096.29	1094.86	1.33	2.01	1094.96 1092.85
766	728	4	44.84	1.50	1101.24	1097.54	1.10	1.21	1100.14 1096.33
728	720	4a	23.46	1.50	1097.54	1096.37	0.81	0.79	1096.73 1095.59

MPATE POR LA LINEA DE ENERGÍA														V>= 0.5
PENDIENTE	Maning	DIAMETRO		DIAMETRO COMERCIAL		Qo	Vo	Q/Qo	V/Vo	d/D	R/Ro	H/D	V	Comprobación
S	n	Teórico (m)	Teórico (")	(")	(m)	(L/s)	(m/s)						(m/s)	
[4]		[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	
0.0585497	0.009	0.039	1.55	8	0.203	119.71	3.691	0.01	0.292	0.092	0.239	0.041	1.078	Cumple
0.0602282	0.009	0.039	1.54	8	0.203	121.42	3.744	0.01	0.292	0.092	0.239	0.041	1.093	Cumple
0.0554119	0.009	0.040	1.56	8	0.203	116.46	3.591	0.01	0.292	0.092	0.239	0.041	1.049	Cumple
TRAMO PARA DISEÑAR (PENDIENTE)														
0.0303823	0.009	0.064	2.53	8	0.203	86.24	2.659	0.05	0.453	0.182	0.449	0.116	1.205	Cumple
0.0850803	0.009	0.037	1.44	8	0.203	144.31	4.450	0.01	0.292	0.092	0.239	0.041	1.299	Cumple
0.0487212	0.009	0.041	1.60	8	0.203	109.20	3.367	0.01	0.292	0.092	0.239	0.041	0.983	Cumple

V ² /2g	R	τ	Comprobación	d	E	H	#FROUDE	REGIMEN	COTA BATEA		COTA LAMINA	
(m)	(m)	(N/m ²)		(m)	(m)	(m)			De	A	De	A
[17]	[18]	[19]		[20]	[21]	[22]	[23]		[32]	[33]	[34]	[35]
0.059	0.012	6.974	Cumple	0.019	0.078	0.01	3.77	supercritico	1112.55	1109.28	1112.57	1109.30
0.061	0.012	7.173	Cumple	0.019	0.080	0.01	3.82	supercritico	1109.23	1106.33	1109.25	1106.35
0.056	0.012	6.600	Cumple	0.019	0.075	0.01	3.67	supercritico	1106.33	1103.33	1106.35	1103.35
0.074	0.023	6.798	Cumple	0.037	0.111	0.02	2.51	supercritico	1094.76	1092.64	1094.79	1092.68
0.086	0.012	10.134	Cumple	0.019	0.105	0.01	4.55	supercritico	1099.94	1096.12	1099.96	1096.14
0.049	0.012	5.803	Cumple	0.019	0.068	0.01	3.44	supercritico	1096.52	1095.38	1096.54	1095.40

COMPROBACIÓN CAPACIDAD TUBERÍA DE 8"							
POZO		TRAMO	L	PENDIENTE	Q MAXIMO (8")		
De	a				MANNING	DARCY	CUMPLE
607	682	1	55.85	0.05855	0.117	0.0822	Cumple
682	676	1a	48.20	0.06023	0.118	0.0834	Cumple
676	669	1b	54.14	0.05541	0.113	0.0799	Cumple
556	705	3	69.58	0.03038	0.084	0.0592	Cumple
766	728	4	44.84	0.08508	0.141	0.0991	Cumple
728	720	4a	23.46	0.04872	0.106	0.0750	Cumple

MEMORIA DE CÁLCULO DE CANTIDADES DE OBRA (TRAMO 1 EL CARTUCHO, PACARNÍ)

[illegible]

CAPITULO: SUMINISTRO DE TUBERÍA Y ACCESORIOS PARA COLECTORES DOMICILIARIAS				ELABORO	APROBO	FECHA 09/ 2021	UBICACIÓN				CANT.	MEDIDA	ML
BARRIO O EL CARTUCHO - PACARNÍ								Long TUBERÍA	AREA	ANCHO EXCA			
Item A.2: Tubería PVC de 160 mm													
PLANTA CAJA DE INSPECCIÓN ERIC CAR							ACOMETIDA TUBERIA PZ 607 - 682	14.12			1.00	14.12	ML
							ACOMETIDA TUBERIA PZ 682 - 676	37.46			1.00	37.46	ML
							ACOMETIDA TUBERIA PZ 676 - 669	43.25			1.00	43.25	ML
ESPECIFICACIONES:										SUMAS		95.00	ML
OBSERVACIONES:													

CAPITULO: SUMINISTRO DE TUBERÍA Y ACCESORIOS BARRIO EL CARTUCHO - PACARNI		ELABORO	APROBO	FECHA 09/ 2021	UBICACIÓN	Long TUBERÍA	AREA	ANCHO EXCA	CANT.	MEDIDA	UND.	
Item A.3: Kit Silla yee 200MM x 160 MM Incluye: Todos los accesorios necesarios para la correcta instalacion y funcionamiento												
					Silla Ye 200mm*160mm				30.00	14.00	UND.	
ESPECIFICACIONES:					OBSERVACIONES:			SUMAS	14.00	UND.		

CAPITULO: MANO DE OBRA				ELABORO	APROBO	FECHA 09/ 2021	UBICACIÓN				CANT.	MEDIDA	UND.	
CALLE 7A ENTRE CARRERAS 10 Y 12 - CARTUCHO								Long TUBERÍA	AREA	ANCHO EXCA				
Item 5.1: Instalación Tubería PVC de 8"														
								TUBERIA PRINCIPAL 8"	55.85			1.00	55.85	ML
								TUBERIA PRINCIPAL 8"	48.2			1.00	48.20	ML
								TUBERIA PRINCIPAL 8"	54.14			1.00	54.14	ML
ESPECIFICACIONES:										SUMAS		158.19	ML	
OBSERVACIONES:														

CAPITULO: MANO DE OBRA		ELABORO	APROBO	FECHA 09/ 2021	UBICACIÓN				CANT.	MEDIDA	UND.
CALLE 7A ENTRE CARRERAS 10 Y 12 - CARTUCHO						Long TUBERÍA	AREA	ANCHO EXCA			
Item 5.2: Instalación Tubería PVC de 6"											
					TUBERIA 6"	14.12				14.12	ML
					TUBERIA 6"	37.46				37.46	ML
					TUBERIA 6"	43.25				43.25	ML
ESPECIFICACIONES:								SUMAS		95.00	ML
OBSERVACIONES:											

[illegible]



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

Neiva, 29 - Nov - 2023

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Juan Sebastian Colceto Garavito, con C.C. No. 1.075.281.317,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o Practica Profesional

titulado Práctica profesional en la empresa Carlos

Arturo Quiza Camacho

presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar al título de

Ingeniero Civil;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Juan Sebastian Coketo

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS				   	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO					
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA 1 de 1

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: PRACTICA PROFESIONAL EN LA EMPRESA CARLOS ARTURO QUIZA CAMACHO

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Calceto Garavito	Juan Sebastian

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Izquierdo Bautista	Jaime

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Castillo Cerón	Hernán Javier
Castillo Salgado	Henry Mauricio

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL

FACULTAD: INGENIERÍA

PROGRAMA O POSGRADO: INGENIERÍA CIVIL

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2023

NÚMERO DE PÁGINAS: 114

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías_ ☒ _ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general_ ☒ _ Grabados___
 Láminas___ Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos_ ☒ _ Retratos___ Sin ilustraciones___
 Tablas o Cuadros___

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: Ninguno

MATERIAL ANEXO:

Anexo A: Cálculos de las 5 acometidas hidráulicas restantes de la Plaza de Mercado de Guadalupe, Huila

Anexo B: Memoria de Cálculo de Cantidades del capítulo de Instalaciones Hidráulicas e Instalaciones Sanitarias

Anexo C: Memoria de Cálculo de Cantidades de obra del diseño y comprobación de cada uno de los tramos de alcantarillado en el municipio de Tesalia.

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Diseño hidrosanitario	Plumbing desing	6. _____	_____
2. Aparatos sanitarios	Sanitary fixtures	7. _____	_____
3. Alcantarillado	Sewerage	8. _____	_____
4. Capacidad de carga tubería	Piping load capacity	9. _____	_____
5. _____	_____	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Este trabajo de grado expone las actividades desarrolladas en la ejecución de la modalidad de grado de prácticas profesionales realizadas en la empresa CARLOS ARTURO QUIZA CAMACHO, realizando el diseño hidrosanitario del proyecto de ampliación y remodelación de la plaza de mercado del municipio de Guadalupe y el análisis para el diseño y comprobación de carga de tubería de alcantarillado de 9 tramos en el municipio de Tesalia, cada proyecto con su respectivo presupuesto de obra. Para los diseños hidrosanitarios se realizó una búsqueda de los criterios técnicos a tener en cuenta en el decreto 0330 de 2017 o Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS- y en el código colombiano de fontanería NTC 1500, y luego una búsqueda bibliográfica de autores reconocidos en el área y de esta manera comenzar a trazar una metodología de trabajo. El método utilizado para los cálculos hidráulicos fue Hunter Modificado. En la ejecución de los cálculos se tiene que tener en cuenta la presión de trabajo de la red de

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA							
	GESTIÓN DE BIBLIOTECAS							
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO								
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 1	

acueducto, pero para efectos de este diseño se trabajó con una presión de 15 m.c.a que es la mínima presión que debe garantizar el prestador del servicio. Para el diseño y comprobación de las tuberías de alcantarillado en el municipio de Tesalia, se utilizó la metodología propuesta por Ricardo Alfredo López Cualla en su libro “Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado” y en la fórmula propuesta por Empresas públicas de Medellín basadas en DARCY-WEISBACH Y COLEBROOK WHITE y la propuesta por PAVCO basada en MANNING.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

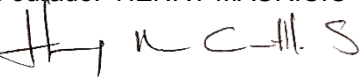
This degree work exposes the activities developed in the execution of the degree modality of professional practices carried out in the company CARLOS ARTURO QUIZA CAMACHO, performing the hydrosanitary design of the expansion and remodeling project of the market place of the municipality of Guadalupe and the analysis for the design and load testing of sewer pipe of 9 sections in the municipality of Tesalia, each project with its respective work budget. For the hydrosanitary designs, a search of the technical criteria to be taken into account in the Decree 0330 of 2017 or Drinking Water and Basic Sanitation Regulation-RAS- and in the Colombian plumbing code NTC 1500, and then a bibliographic search of recognized authors in the area and in this way begin to outline a work methodology. The method used for the hydraulic calculations was Hunter Modified. In the execution of the calculations, the working pressure of the aqueduct system network must be taken into account, but for the purposes of this design we worked with a pressure of 15 m.c.a., which is the minimum pressure that must be guaranteed by the service provider. For the design and verification of the sewer pipes in the municipality of Tesalia, the methodology proposed by Ricardo Alfredo López Cualla in his book entitled ;Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado; and the formula proposed by “Empresas públicas de Medellín” based on DARCY-WEISBACH and COLEBROOK WHITE and the one proposed by PAVCO based on MANNING was used.

APROBACION DE LA TESIS

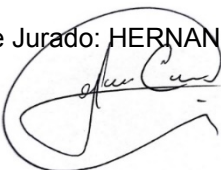
Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado: HENRY MAURICIO CASTILLO SALGADO

Firma: 

Nombre Jurado: HERNAN JAVIER CASTILLO CERÓN

Firma: 

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

Neiva – Huila, 29 de noviembre de 2023
MIC.222.2023

FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PROYECTO MODALIDAD DE GRADO
Acuerdo 071 de 2023 Consejo de Facultad de Ingeniería

El suscrito Jefe de Programa de Ingeniería Civil

INFORMA QUE:

El proyecto de grado denominado “Práctica Profesional En La Empresa Carlos Arturo Quizá Camacho”, presentando por el estudiante JUAN SEBASTIAN CALCETO GARAVITO Código – 20182172312, ha sido evaluado y aprobado por los jurados el día 29 de noviembre de 2023, con una nota de cuatro punto cuatro (4.4).

Se expide como soporte del cumplimiento de la modalidad de grado.


Ing. Jackson Andrés Gil Hernández, MEng.
Docente Tiempo Completo –Facultad De Ingeniería
Jefe De Programa Ingeniería Civil.

Neiva – Huila, 29 de noviembre de 2023
MIC.222.2023

FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE PROYECTO MODALIDAD DE GRADO
Acuerdo 071 de 2023 Consejo de Facultad de Ingeniería

El suscrito Jefe de Programa de Ingeniería Civil

INFORMA QUE:

El proyecto de grado denominado “Práctica Profesional En La Empresa Carlos Arturo Quizá Camacho”, presentando por el estudiante JUAN SEBASTIAN CALCETO GARAVITO Código – 20182172312, ha sido evaluado y aprobado por los jurados el día 29 de noviembre de 2023, con una nota de cuatro punto cuatro (4.4).

Se expide como soporte del cumplimiento de la modalidad de grado.


Ing. Jackson Andrés Gil Hernández, MEng.
Docente Tiempo Completo –Facultad De Ingeniería
Jefe De Programa Ingeniería Civil.