

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA UN
CONJUNTO DE VIVIENDAS CAMPESTRES EN EL PREDIO DENOMINADO JUAN
BONET EN LA VÍA VALLEDUPAR- LA PAZ**



AUTORES:

ERNEY CAMILO ARTEAGA OSORIO

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR
2023

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA UN
CONJUNTO DE VIVIENDAS CAMPESTRES EN EL PREDIO DENOMINADO JUAN
BONET EN LA VÍA VALLEDUPAR- LA PAZ**

AUTORES:

ERNEY CAMILO ARTEAGA OSORIO

DIRECTOR

EBERTO RAFAEL ORTEGA SINNING

MAGISTER EN GEOTECNIA

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR – CESAR

2023

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto a aquellos que me han brindado su apoyo incondicional a lo largo de mi camino. A mi amada familia, por su constante aliento y por ser mi mayor fuente de inspiración. A mi querida novia Andrea Hernández, por su paciencia, comprensión y por ser mi compañera de vida. A mis compañeros y amigos, quienes compartieron conmigo risas, desafíos y aprendizajes, y a mis jefes y mentores en la empresa VYO Ingeniería S.A.S, agradezco su confianza, orientación y oportunidad de crecimiento. Este proyecto es el resultado de un esfuerzo conjunto y del apoyo de todas estas personas especiales en mi vida, sin su apoyo y confianza, este proyecto no hubiera sido posible. Espero que esta dedicación les transmita mi gratitud eterna y el profundo valor que tienen en mi vida.



AGRADECIMIENTOS

Este proyecto no hubiera sido posible sin la colaboración y el apoyo de numerosas personas a las cuales deseo expresar mi sincero agradecimiento: A mi familia, por su amor incondicional y su apoyo inquebrantable, mis padres Carmen y Erney, mis abuelos Ulpiano, Cruz, Consuelo y Rubén. A mis compañeros y colegas, por su gran apoyo, paciencia y tiempo, las ingenieras, Andrea Hernández, Andrea Galindo, Cristina Armenta y finalmente a las personas que me brindaron la oportunidad de crecer profesionalmente en su empresa los ingenieros Eberto Ortega y Angelica Vanegas, estoy gratamente agradecido.

Erney Camilo Arteaga Osorio.



TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN EJECUTIVO	9
INTRODUCCIÓN	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	12
3. OBJETIVOS	13
3.1. OBJETIVO GENERAL	13
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4. MARCO REFERENCIAL	14
4.1. GENERALIDADES DE LA ENTIDAD, EMPRESA O INSTITUCIÓN	14
4.1.1. Información Básica De La Empresa	14
4.1.2. Reseña Histórica	14
4.1.3. Misión	15
4.1.4. Visión	15
4.1.5. Política De Calidad	15
4.1.6. Estructura Organizacional De La Empresa	16
4.1.7. Mapa De Procesos De La Empresa	16
4.1.8. Portafolio De Servicios	17
4.2. MARCO CONTEXTUAL	18
4.3. MARCO CONCEPTUAL	19
4.4. MARCO LEGAL	21

5. MARCO METODOLÓGICO.....	22
5.1 CAMPO DE APLICACIÓN.....	22
5.1.1. Línea De Investigación	22
5.1.2. Sub Línea De Investigación	22
5.1.3. Áreas Temáticas Según Las Sublíneas De Investigación	22
5.2 FUNCIONES ESPECÍFICAS A DESARROLLAR	22
5.3 PERFIL DEL SUPERVISOR ASIGNADO	23
5.4 DESARROLLO METODOLÓGICO	24
6. PRODUCTOS Y ANÁLISIS.....	26
6.1. RECOLECTAR LA INFORMACIÓN PERTINENTE PARA EL DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN, (INFORMACIÓN PREVIA DEL CLIENTE (FUENTE DE ABASTECIMIENTO, CARACTERIZACIÓN DEL AGUA), ESTUDIOS DE SUELO, PLANOS TOPOGRÁFICOS Y NORMATIVIDAD LEGAL VIGENTE).....	26
6.1.1. Recolectar La Información Previa Del Lugar Donde Se Realizará El Diseño ..26	
6.1.2. Realizar Estudio De Suelos En La Zona.....	28
6.1.3. Investigar Acerca De La Normatividad Legal Vigente	29
6.2. DEFINIR LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO ÓPTIMA PARA EL SISTEMA DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	30
6.2.1. Realizar Tomografías Del Suelo.....	30
6.2.2. Investigar Los Puntos Aledaños A La Red De Suministro De Valledupar	32
6.2.3. Tomar Una Decisión De La Fuente De Suministro	33
6.3. PLANIFICAR EL PROCESO Y LOS MÉTODOS A UTILIZAR PARA EL DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	34
6.3.1. Seguir La Guía Del RAS Para El Diseño.....	34
6.3.2. Implementar La Normatividad Legal Vigente Para El Diseño	39
6.3.3. Realizar Un Resumen De Pasos A Seguir Para La Elaboración Del Diseño.....	42

6.4. ELABORAR EL DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CON SU RESPECTIVA MEMORIA DE CÁLCULO Y PLANOS DEL DISEÑO CON SUS DETALLES	43
6.4.1. Elaborar La Hoja De Cálculo Para El Diseño.....	43
6.4.3. Realizar Las Modificaciones Pertinentes Para Que El Diseño Cumpla Con Todos Los Parámetros Requeridos	49
7. CONCLUSIONES	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS	55

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Ilustración 1. Logotipo VYO Ingeniería S.A.S, 2013.....	14
Ilustración 2. Estructura organizacional de la empresa	16
Ilustración 3. Mapa de procesos de la empresa.....	16
Ilustración 4. Portafolio de servicios	17
Ilustración 5. Mapa de Colombia, departamento del Cesar y su capital Valledupar.	18
Ilustración 6. Ubicación geográfica de la empresa VYO Ingeniería S.A.S.....	19
Ilustración 7. Ubicación del predio Juan Bonet	26
Ilustración 8. Plano del parcelamiento del predio Juan Bonet.....	27
Ilustración 9. Ubicación geográfica de los puntos de sondeo	28
Ilustración 10. Puntos de sondeo en el terreno	28
Ilustración 11. Tipo de suelo.....	29
Ilustración 12. Análisis granulométrico	29
Ilustración 13. Líneas de tomografía del terreno	30
Ilustración 14. Resultado de tomografía 1	31
Ilustración 15. Resultado de tomografía 2	31
Ilustración 16. Puntos de captación aledaños al predio Juan Bonet	32
Ilustración 17. Punto de captación del agua seleccionado.....	33

Ilustración 18. Métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad del sistema para la proyección de la población.	34
Ilustración 19. Dotación por suscriptor según el nivel de complejidad del sistema.	35
Ilustración 20. Período de diseño según el nivel de complejidad del sistema para redes de distribución.	36
Ilustración 21. Diámetros nominales mínimos de la red matriz	36
Ilustración 22. Velocidades máximas según material de tuberías	37
Ilustración 23. Ecuación para caudal de consumo en cada nodo	38
Ilustración 24. Ecuación de Colebrook-White	38
Ilustración 25. Dotación neta máxima	39
Ilustración 26. Caudal de diseño	40
Ilustración 27. Ecuación para Dotación bruta	40
Ilustración 28. Profundidades mínimas a cota clave de la tubería	41
Ilustración 29. Modelación de la red de distribución en Epanet	48
Ilustración 30. Tuberías de presión	49
Ilustración 31. Tramos de la red de distribución.	50
Ilustración 32. Presiones en la red de distribución.	51

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Generalidades de la empresa.....	14
Tabla 2. Marco legal de las practicas académicas	21
Tabla 3. Perfil de supervisor	23
Tabla 4. Plan metodológico	24
Tabla 5. Caudal de diseño con la proyección de suscriptores.....	44
Tabla 6. Caudales de consumo en cada nodo	46
Tabla 7. Cotas de la red de distribución.....	47

RESUMEN EJECUTIVO

El diseño de un acueducto para el conjunto de viviendas campestres ubicadas en el terreno Juan Bonet vía Valledupar- La Paz, es fundamental para garantizar el suministro de agua potable de manera eficiente y sostenible para todos sus habitantes.

En primer lugar, fue necesario realizar un estudio de la disponibilidad y calidad del recurso hídrico en la zona, a través de la exploración de fuentes de agua subterránea o la captación de agua del acueducto de la ciudad de Valledupar. Este análisis permitió determinar la viabilidad del proyecto y la cantidad de agua disponible.

Una vez identificada la fuente de agua, se procedió a diseñar el sistema de conducción. Este consta de una larga tubería de PVC, la cual incluye la instalación de bombas, filtros y otros dispositivos necesarios para garantizar la calidad del agua y su distribución a las viviendas.

El siguiente paso fue diseñar la red de distribución interna del conjunto de viviendas. Esto implicó determinar la ubicación de las tuberías principales y las conexiones individuales a cada vivienda. Se consideraron aspectos fundamentales como la presión del agua, el caudal necesario y la topografía del terreno.

Por último, se debe realizar un mantenimiento adecuado a todo el sistema, con revisiones periódicas de las instalaciones, limpieza tuberías, y reparación de posibles fugas o averías. Esto garantizará la operatividad y durabilidad del sistema a largo plazo.

En resumen, el diseño de la red de distribución para en un conjunto de viviendas campestres en el predio denominado Juan Bonet requiere de un estudio detallado de la disponibilidad del recurso hídrico, la conducción del agua, la distribución interna eficiente y sostenible, y un mantenimiento adecuado para garantizar un suministro de agua potable confiable para los residentes.

Palabras claves: diseño, agua potable, red de distribución, acueducto, viviendas campestres.

INTRODUCCIÓN

El acceso a un suministro de agua potable confiable y eficiente es de vital importancia en cualquier comunidad, y los conjuntos de viviendas campestres ubicadas en el terreno Juan Bonet no son la excepción. El presente informe contiene el diseño de una red de distribución de agua para un conjunto de viviendas campestres, con el propósito de garantizar un suministro óptimo y sostenible para todos los residentes.

El diseño de una red de distribución eficiente implica un enfoque integral que considera diversos aspectos, como la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, la topografía del terreno, las necesidades de los residentes y la implementación de tecnologías apropiadas. El objetivo principal es lograr un sistema que asegure un suministro de agua potable constante, con la presión adecuada y un uso eficiente del recurso.

Para ello, se ha llevado a cabo un estudio exhaustivo de las fuentes de agua disponibles en el área, este análisis ha permitido determinar la fuente más adecuada para el suministro de agua del conjunto de viviendas, considerando su disponibilidad, calidad y sostenibilidad a largo plazo, además, se ha considerado la distribución interna del agua en el conjunto de viviendas, teniendo en cuenta aspectos como la ubicación estratégica de las tuberías principales y las conexiones individuales a cada vivienda.

Esto con el fin de darle solución a la problemática de la falta del recurso hídrico a las viviendas que se construirán en el predio Juan Bonet, brindando un suministro óptimo y constante durante el día a los habitantes de estas futuras viviendas con fines campestres, mejorando la calidad de vida de las personas que habitarán estas viviendas y evitando riesgos a la salud por falta de agua en buenas condiciones.

Este documento está distribuido por diferentes capítulos, los primeros se encargan de mostrar la problemática y los motivos de la solución del problema, posteriormente tenemos los capítulos donde se muestra la información de la empresa donde se desarrollaron las prácticas académicas, finalmente encontramos los productos y análisis de los resultados esperados del desarrollo de las prácticas con sus respectivas conclusiones, referencias y anexos con la información requerida.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es la base fundamental para la vida de todos los organismos vivos en la tierra, el ser humano desde sus inicios se asentó en lugares aledaños a este recurso, ya que tan solo el 0,003% del agua del planeta es dulce para poder consumirla, el resto está congelada, dentro de la tierra o en el mar, (Romero & Serna, 2005).

En la actualidad la forma de transportar el agua a las viviendas es mediante una red de distribución de agua potable, la cual, es el conjunto de instalaciones que la empresa de abastecimiento tiene para llevar el agua desde el punto o puntos de almacenamiento y tratamiento hasta el cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades, (MOLIÁ, 2022).

En el predio Juan Bonet ubicado sobre la vía que de Valledupar conduce a La Paz, la empresa Orbe S.A.S desea construir un conjunto de viviendas campestres, por tales motivos solicita a la empresa VYO Ingeniería S.A.S realizar el diseño de la red de distribución de este conjunto de viviendas, la empresa solicitante le suministra la información previa pertinente, como el número de viviendas, planos topográficos y fuente de suministro. El desarrollo del diseño es encargado al practicante de la empresa de VYO y supervisado por el ingeniero a cargo.

Este conjunto de viviendas se va a encontrar en una ubicación distante de la red de distribución de la ciudad de Valledupar, en una zona aislada y natural, por lo tanto, no cuentan con una fuente cercana para abastecerse y se requiere tomar una decisión acerca de la mejor opción para esta problemática, la inexistencia de una red de distribución aumenta los costos de la construcción de las viviendas, además los futuros habitantes requieren un constante servicio de agua potable.

¿Es posible diseñar una red de distribución de agua potable en el conjunto de viviendas campestres en el terreno denominado Juan Bonet?

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la ciudad de Valledupar la cobertura de agua potable para el año 2017 es del 97,4% en la zona urbana, mientras que en el área rural es de un 73,2% (Alcaldía de Valledupar, 2020).

Debido a la necesidad del consumo de agua potable, las nuevas viviendas que se encuentren alejadas de la ciudad, deben suplir esta necesidad antes de su construcción, para evitar el aumento de este porcentaje del 73,2% y contar con el recurso hídrico, el cual es vital.

Para el diseño e implementación de redes de distribución de agua potable, la normatividad vigente es la Resolución 0799 del 2021, la cual modifica la Resolución 0330 del 2017 “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS” ya que allí se encuentran los requisitos técnicos con los cuales se debe cumplir para diseñar un sistema de acueducto y dentro de este una red de distribución.

Para darle solución a la problemática anteriormente mencionada, se requiere seleccionar una fuente de abastecimiento óptima para el suministro de agua potable, además de diseñar una red de distribución capaz de llevar agua potable a las viviendas campestres que serán construidas por la empresa Orbe S.A.S, esto con el fin de suplir la necesidad del recurso hídrico a los futuros habitantes de las viviendas campestres en el predio denominado Juan Bonet.

Además, este diseño puede tener importantes beneficios económicos y sociales, ya que puede generar empleo local durante su construcción, mejorar la salud y el bienestar de la comunidad, y aumentar el valor de las propiedades en la zona de influencia.

Con este diseño la empresa VYO Ingeniería S.A.S aumenta su experiencia como empresa de consultoría en ingeniería civil, ambiental y sanitaria, y mejora su equipo profesional adquiriendo auxiliares de ingeniería capacitados para las diferentes tareas que se presentan dentro de la misma, además del beneficio económico que se genera con estos diseños.

El ingeniero auxiliar a cargo del diseño, implementará los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas desarrolladas en el programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, además de interactuar con diferentes profesionales capacitados y experimentados, adquiriendo destrezas en el ámbito profesional y laboral.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar la red de distribución de agua potable para un conjunto de viviendas campestres en el predio denominado Juan Bonet en la vía Valledupar- La Paz.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recolectar la información pertinente para el diseño de la red de distribución, (información previa del cliente (fuente de abastecimiento, caracterización del agua), estudios de suelo, planos topográficos y normatividad legal vigente).
- Definir la fuente de abastecimiento óptima para el sistema de red de distribución de agua potable.
- Planificar el proceso y los métodos a utilizar para el diseño de la red de distribución de agua potable.
- Elaborar el diseño de la red de distribución con su respectiva memoria de cálculo y planos del diseño con sus detalles.



4. MARCO REFERENCIAL

4.1. GENERALIDADES DE LA ENTIDAD, EMPRESA O INSTITUCIÓN

4.1.1. Información Básica De La Empresa

Tabla 1. Generalidades de la empresa

Razón Social	VYO Ingeniería S.A.S
NIT	900.600.953-3
Dirección	Calle 2C #8-23 Urbanización Los Campanos
Municipio	VALLEDUPAR
Departamento	CESAR
Nombre Del Representante Legal	ANGELICA PATRICIA VANEGAS
Número De Trabajadores	8
Teléfono/Celular	300 563 3896
Correo Electrónico	vyoingenieria@gmail.com
Nivel De Riesgo	5
ARL	POSITIVA. Compañía de Seguros S.A. NIT 860.011.153-6
Logotipo	 Ilustración 1. Logotipo VYO Ingeniería S.A.S, 2013.

Nota. Esta tabla muestra la información básica de la empresa VYO Ingeniería S.A.S.
 Elaborado por el autor, 2023.

4.1.2. Reseña Histórica

La organización V&O ingenierías inició sus actividades en el año 2010 en la ciudad de Valledupar, con el nombre de Laboratorio de Suelos, Concretos y Asfaltos Eberto Ortega Sinning. En el año 2013 se cambia la personería jurídica de la organización y se constituye como V&O Ingeniería S.A.S. Contamos con más de 9 años de experiencia y trayectoria en el mercado regional y nacional.

Desde el comienzo de nuestras actividades, nos especializamos en el servicio de laboratorio de suelos, concretos y asfaltos, interventorías, consultorías civiles, ambientales y sanitarias, participando en los principales proyectos de la región.

Con el transcurso de los años hemos incorporado nuevas líneas de ensayos con el objetivo de proveer a nuestros clientes una solución integral a sus necesidades. Contamos con una gama de profesionales para la realización de todos los ensayos efectuados en nuestras instalaciones y en cada proyecto que se requiera. (VYO Ingenieria S.A.S, 2013)

4.1.3. Misión

V&O INGENIERÍA es una empresa jurídica del sector de la construcción que brinda los servicios de realización de ensayos e interventorías en el área de ingeniería civil, ambiental y sanitaria a sus clientes particulares e institucionales garantizándoles cumplimiento de los estándares normativos aplicables, óptimos niveles en la calidad y confiabilidad de los ensayos y la oportunidad en el servicio. (V&O, 2013)

4.1.4. Visión

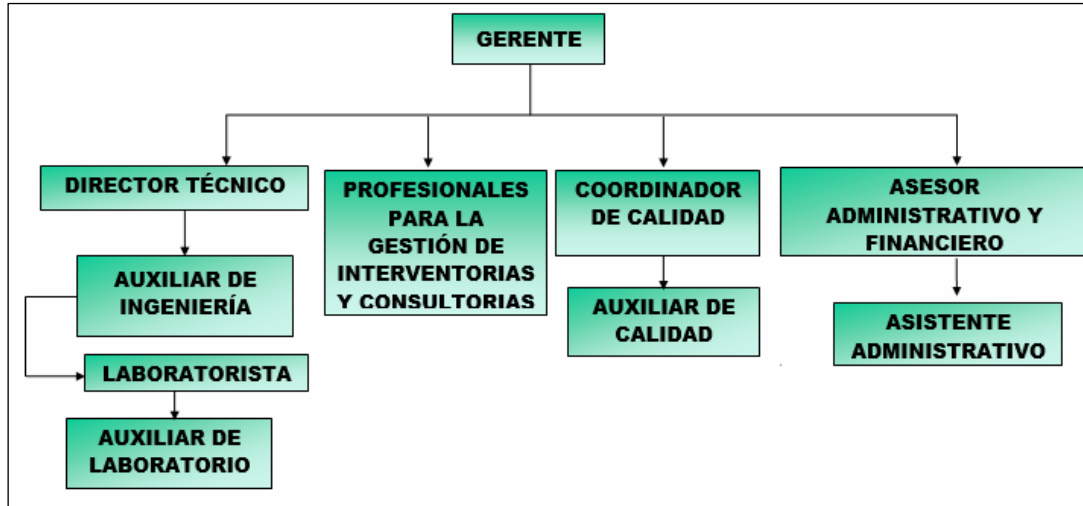
V&O INGENIERÍA se proyecta como la empresa líder a nivel de la región caribe en la prestación de los servicios de realización de ensayos de laboratorio para el sector de la construcción para el área de la ingeniería civil y sanitaria para ser reconocidos como la mejor opción. (V&O, 2013)

4.1.5. Política De Calidad

V&O INGENIERÍA se compromete a satisfacer las necesidades expectativas y requisitos de los clientes, autoridades reglamentarias y organizaciones que otorgan reconocimiento para la prestación de los servicios de realización de ensayos y consultorías, en el ámbito civil, sanitario y ambiental garantizando a sus clientes el cumplimiento de los estándares de la norma ISO 17025:2017 aplicables, óptimos niveles en la calidad, manteniendo la imparcialidad y confiabilidad de los ensayos elaborado por un equipo humano idóneo comprometido con la eficiencia y eficacia para la entrega oportuna en el servicio por medio de buenas prácticas profesionales en la adecuada gestión de la infraestructura y la mejora de las competencias del profesional que nos permitan alcanzar el posicionamiento y la rentabilidad esperada dentro de un enfoque de mejoramiento continuo de los procesos. (V & O, 2013)

4.1.6. Estructura Organizacional De La Empresa

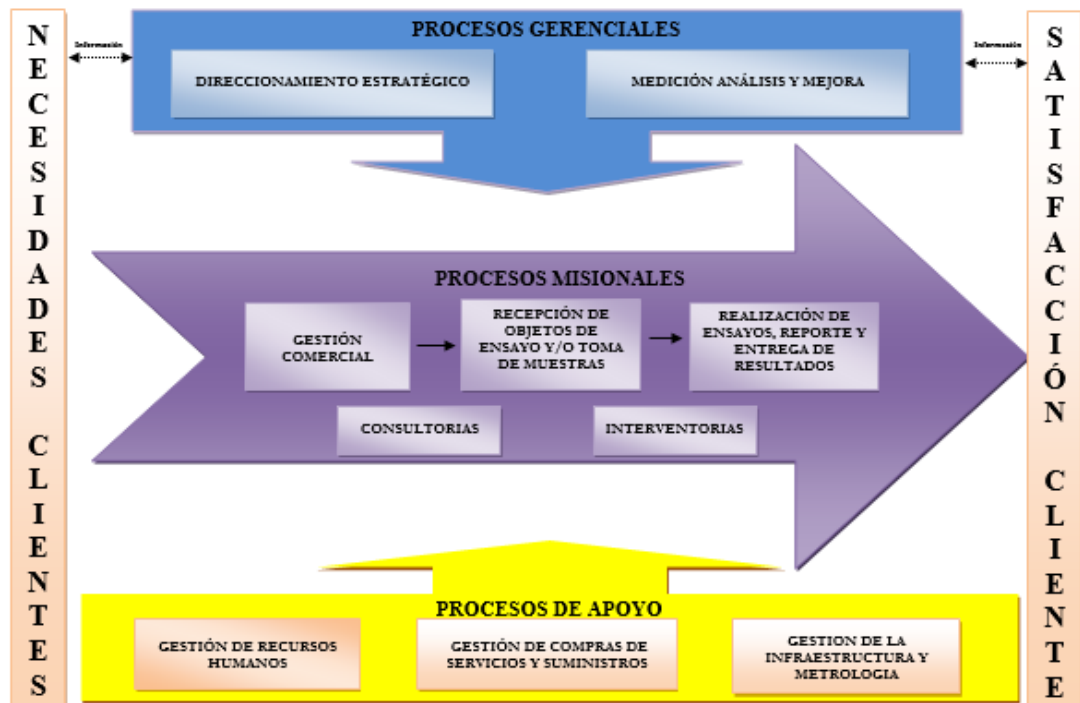
Ilustración 2. Estructura organizacional de la empresa



Nota. esta imagen muestra la estructura organizacional de la empresa VYO Ingeniería S.A.S. Tomada desde los archivos VYO Ingeniería S.A.S, 2013.

4.1.7. Mapa De Procesos De La Empresa

Ilustración 3. Mapa de procesos de la empresa



Nota. Esta imagen contiene el cuadro de procesos desarrollados dentro de la empresa VYO Ingeniería S.A.S. Tomada desde los archivos VYO Ingeniería S.A.S, 2013.

4.1.8. Portafolio De Servicios

Ilustración 4. Portafolio de servicios



NUESTROS SERVICIOS



CONSULTORÍA CIVIL



**CONSULTORÍA AMBIENTAL
Y SANITARIA**



**ESTUDIOS DE GEOTECNIA Y
PAVIMENTOS**



**INTERVENTORÍA TÉCNICA Y
ECONÓMICA DE PROYECTOS**

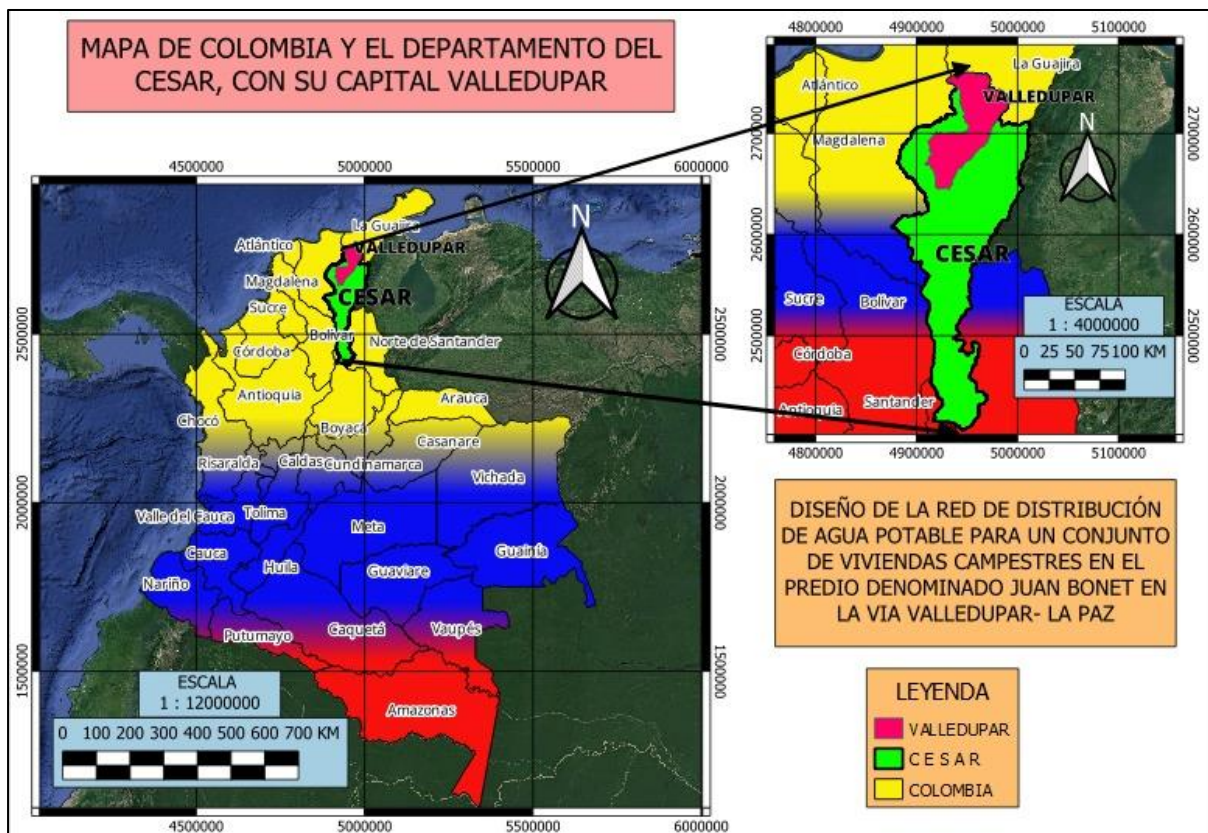
Calle 2C 1478-23 Los Campanos Valledupar – Cesar – Colombia
Celular: 312 449 0172 – 310 723 0798 Tel-Fax: 583 4734 – Email: vy Ingenieria@gmail.com

Nota. Esta imagen muestra una parte del portafolio de la empresa VYO Ingeniería S.A.S.
Tomada desde los archivos VYO Ingeniería S.A.S, 2013.

4.2. MARCO CONTEXTUAL

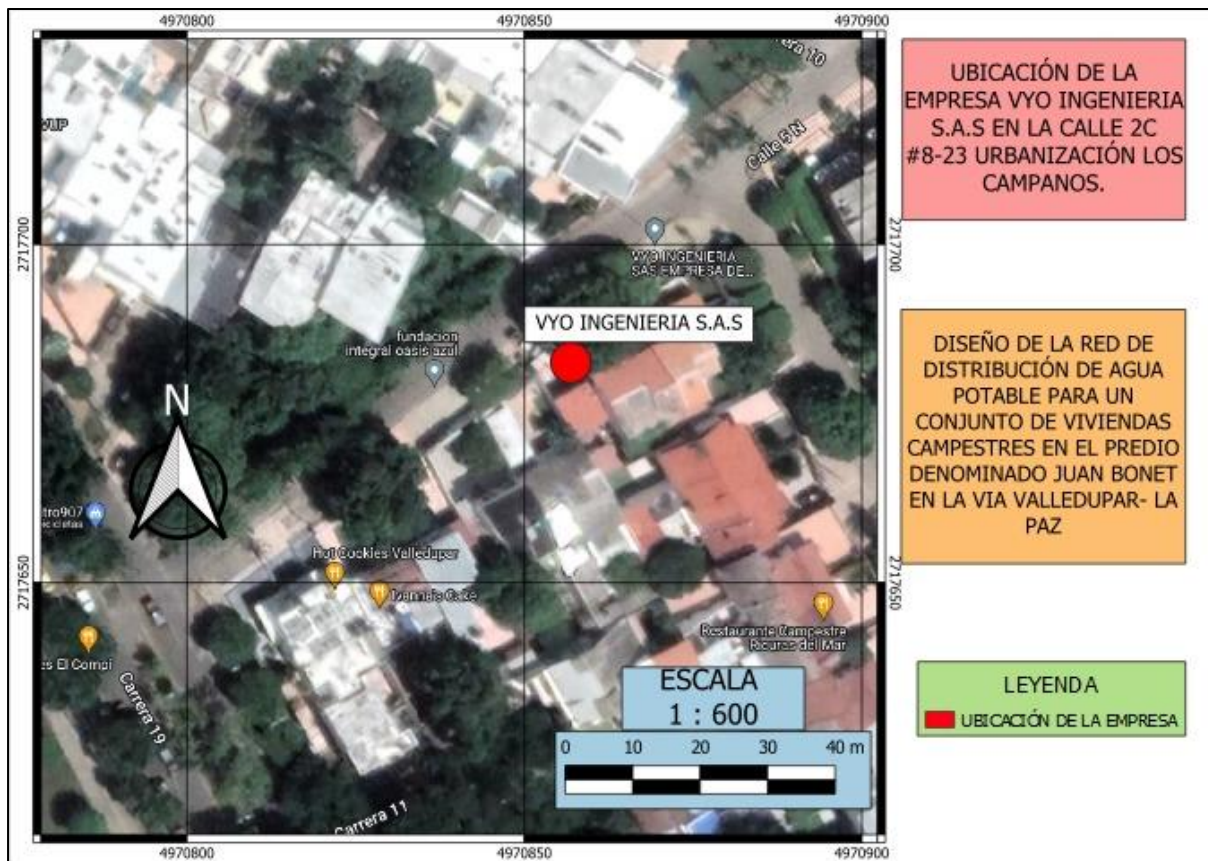
La empresa VYO Ingeniería S.A.S está ubicada en la calle 2C # 8-23 barrio los campanos en el municipio de Valledupar capital del departamento del Cesar, en cercanías al río Guatapurí, al parque de la leyenda vallenata, al centro comercial Guatapurí y Homecenter en una zona residencial del norte de la ciudad de Valledupar. En cuanto a los aspectos ambientales esta zona cuenta con todos sus servicios de saneamiento básico.

Ilustración 5. Mapa de Colombia, departamento del Cesar y su capital Valledupar.



Nota. En esta imagen encontramos el mapa creado en Qgis de la delimitación del país, departamento y ciudad donde se desarrollaron las practicas academicas. Fuente, Autor 2023.

Ilustración 6. Ubicación geográfica de la empresa VYO Ingeniería S.A.S



Nota. En esta imagen encontramos la ubicación del lugar donde se desarrollaron las prácticas académicas, el cual es la empresa VYO Ingeniería S.A.S en la calle 2c #8-23 de la urbanización los campanos en la ciudad de Valledupar. Fuente, Autor 2023.

4.3. MARCO CONCEPTUAL

Accesorios, Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees, entre otro, (RAS Título B, 2010).

Agua potable, es aquella que, por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en el decreto 1575 de 2007 y demás normas que la reglamenten, es apta para consumo humano, (RAS Título B, 2010).

Apique, Excavación simple y poco profunda con el fin de identificar las características del subsuelo, (RAS Título B, 2010).

Caudal de diseño, Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado, (RAS Título B, 2010).

Dotación, Cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en una unidad de tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes, (RAS Título B, 2010).

m.c.a, Metros de columna de agua, (RAS Título B, 2010).

Nodos de consumo, Punto en el cual se unen dos o más tuberías y se presenta una conexión de un grupo de suscriptores, (RAS Título B, 2010).

Perdidas menores, Pérdida de energía causada por accesorios o válvulas en una conducción de agua, (RAS Título B, 2010).

Perdidas por fricción, Pérdida de energía causada por los esfuerzos cortantes del flujo en las paredes de un conducto, (RAS Título B, 2010).

Población flotante, Población de alguna localidad que no reside permanentemente en ella y que la habita por un espacio corto de tiempo por razones de trabajo, turismo o alguna otra actividad temporal, (RAS Título B, 2010).

Presión dinámica, Presión que se presenta en un conducto con el paso de agua a través de él, (RAS Título B, 2010).

RAS, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, (Resolución 0330, 2017).

Red de distribución, Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo, (RAS Título B, 2010).

Sistema de acueducto, Conjunto de elementos y estructuras cuya función es la captación de agua, el tratamiento, el transporte, almacenamiento y entrega al usuario final, de agua potable con unos requerimientos mínimos de calidad, cantidad y presión, (RAS Título B, 2010).

4.4. MARCO LEGAL

Tabla 2.
 Marco legal de las practicas académicas

Normativa	Descripción	Aplicación
Resolución 0799 de 2021	“Por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017”, (Resolución 0799, 2021)	Se tienen en cuenta los ajustes y modificaciones realizadas a la resolución 0330 para tener en cuenta en el diseño de la red de distribución.
Resolución 0330 de 2017	"Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009", (Resolución 0330, 2017).	Son los criterios, pautas, conceptos y pasos a seguir al momento de elaborar el diseño de la red de distribución, además de brindar ecuaciones, normas y cálculos a tener en cuenta para cada parte del diseño.
Título B del RAS 2012	Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico- RAS 2012, (RAS Título B, 2010).	Es la guía general para el diseño de sistemas de acueducto dentro de los cuales tenemos las indicaciones y especificaciones técnicas para el diseño de redes de distribución.

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1 CAMPO DE APLICACIÓN

se considera el Acuerdo N°003 del 08 de julio de 2021, “por medio del cual se adoptan las líneas de investigación de los programas de pregrado de la facultad de Ingeniería y Tecnológicas sede Valledupar, y se dictan otras disposiciones” expedido por el Consejo de la misma Facultad indicada, de la Universidad Popular del Cesar, (IAS, 2022).

5.1.1. Línea De Investigación

Sostenibilidad y gestión ambiental.

5.1.2. Sub Línea De Investigación

Gestión integral del recurso hídrico.

5.1.3. Áreas Temáticas Según Las Sublíneas De Investigación

Diseños de acueducto y diseños de alcantarillados.

5.2 FUNCIONES ESPECÍFICAS A DESARROLLAR

1. Elaborar diseños de acueducto y diseños de alcantarillados.
2. Verificar el cumplimiento de la normatividad legal vigente sobre gestión de manejo del recurso hídrico.
3. Vigilar el cumplimiento de la seguridad y salud en el trabajo.
4. Realizar buenas prácticas ambientales y sanitarias.
5. Preservar la salud ambiental.
6. Participar de las reuniones de la empresa.
7. Elaborar informes de procesos de mecánica de suelos y geotecnia ambiental.
8. Verificar el cumplimiento del marco legal vigente sobre suelo, (AcuerdoN°003, 2021).

5.3 PERFIL DEL SUPERVISOR ASIGNADO

Tabla 3.
 Perfil de supervisor

Nombre Supervisor	EBERTO RAFAEL ORTEGA SINNING
Perfil profesional	Ingeniero civil, especialista en vías y transporte, magister en Geotecnia, con más de 20 años de experiencia en la ingeniería civil, realizando durante la trayectoria profesional, estudios geotécnicos, diseños de pavimento, estudios de tránsito, interventorías, consultorías civiles y desempeñando el cargo de director técnico en la empresa VYO Ingeniería S.A.S
Estudios Realizados	<ul style="list-style-type: none"> • Secundarios: Colegio Gimnasio del Norte Km 1 vía al Rincón A.A 549 (1991). • Universitarios: Ingeniero civil, Universidad de Cartagena, (1992-1998). • Especialización: Especialista en vía y transporte, Universidad del Norte (2003). • Maestría: Geotecnia, Universidad Industrial de Santander (UIS), (2012).
Experiencia Profesional	<ul style="list-style-type: none"> • ELSA MARÍA RUEDA LANDINEZ, Gobernación de Cundinamarca (Inicio 06/2003 al 10/2004 fin). • Consorcio VEOR (Inicio 09/2007 al 03/2008 fin). • Consorcio Vial Valledupar (10/2010 inicio al 03/2011 fin). • Consorcio VYO Ingeniería (11/2012 inicio al 10/2013 fin). • Consorcio Tolima- SRN-061-2015 (Inicio 08/2015 al 11/2015 fin). • Consorcio Cauca SRT-026-2015 (Inicio 12/2015 al 05/2016 fin). • VYO Ingeniería S.A.S (Inicio 09/2013 -Trabajo actual, termino indefinido).
Tipo de contratación	Termino indefinido.
N° Matricula Profesional	13202-74915 BLV

Nota. En esta tabla se presenta el perfil del supervisor asignado, con una parte de su gran experiencia laboral y gran parte de su experiencia académica, con información tomada desde (VYO Ingenieria S.A.S, 2013), Elaborado por el autor, 2023.

5.4 DESARROLLO METODOLÓGICO

Tabla 4.
 Plan metodológico

Fase o etapa	Actividad	Método/ instrumentos/ técnicas
Recolectar la información pertinente para el diseño de la red de distribución, (información previa del cliente (fuente de abastecimiento, caracterización del agua), estudios de suelo, planos topográficos y normatividad legal vigente).	Recolectar la información previa del lugar donde se realizará el diseño.	Levantamiento topográfico, ubicación por medio de GPS y Google Earth, (Google Earth, 2022).
	Realizar estudio de suelos en la zona.	Sondeos o apiques manuales a 2 metros de profundidad (NSR-10 Título H, 2010).
	Investigar acerca de la normatividad legal vigente.	Uso de las TIC para la recolección de información actualizada y vigente.
Definir la fuente de abastecimiento óptima para el sistema de red de distribución de agua potable.	Realizar tomografías del suelo.	Implementación de un detector de agua subterránea.
	Investigar los puntos aledaños a la red de suministro de Valledupar.	Por medio de las TIC, averiguando en Emdupar por los planos de la red de distribución y preguntando en la zona.
	Tomar una decisión de la fuente de suministro.	Evaluando las opciones con las que se cuentan y tomando la más viable para el diseño y el cliente.
Planificar el proceso y los métodos a utilizar para el diseño de la red de distribución de agua potable.	Seguir la guía del RAS para el diseño.	Título B del RAS (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico) (RAS Título B, 2010).
	Implementar la normatividad legal vigente para el diseño.	Resolución 0799 del 2021, por medio de la cual se modifica la resolución 0330 del 2017.
	Realizar un resumen de pasos a seguir para la elaboración del diseño.	

Elaborar el diseño de la red de distribución con su respectiva memoria de cálculo y planos del diseño con sus detalles.	Elaborar la hoja de cálculo para el diseño.	Implementación de Excel para el cálculo respectivo del diseño de la red de distribución.
	Poner a prueba el diseño en aplicaciones hidráulicas.	Uso de Epanet, programa que sirve para análisis de sistemas de distribución de agua potable (EPANET, 2023).
	Realizar las modificaciones pertinentes para que el diseño cumpla con todos los parámetros requeridos.	Corregir los datos requeridos por la modelación en las hojas de cálculo, para el cumplimiento de los parámetros.

Nota. En la presenta tabla se presenta el plan metodológico desarrollado durante las practicas académicas, elaborado por el autor, 2023.



6. PRODUCTOS Y ANÁLISIS

6.1. RECOLECTAR LA INFORMACIÓN PERTINENTE PARA EL DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN, (INFORMACIÓN PREVIA DEL CLIENTE (FUENTE DE ABASTECIMIENTO, CARACTERIZACIÓN DEL AGUA), ESTUDIOS DE SUELO, PLANOS TOPOGRÁFICOS Y NORMATIVIDAD LEGAL VIGENTE)

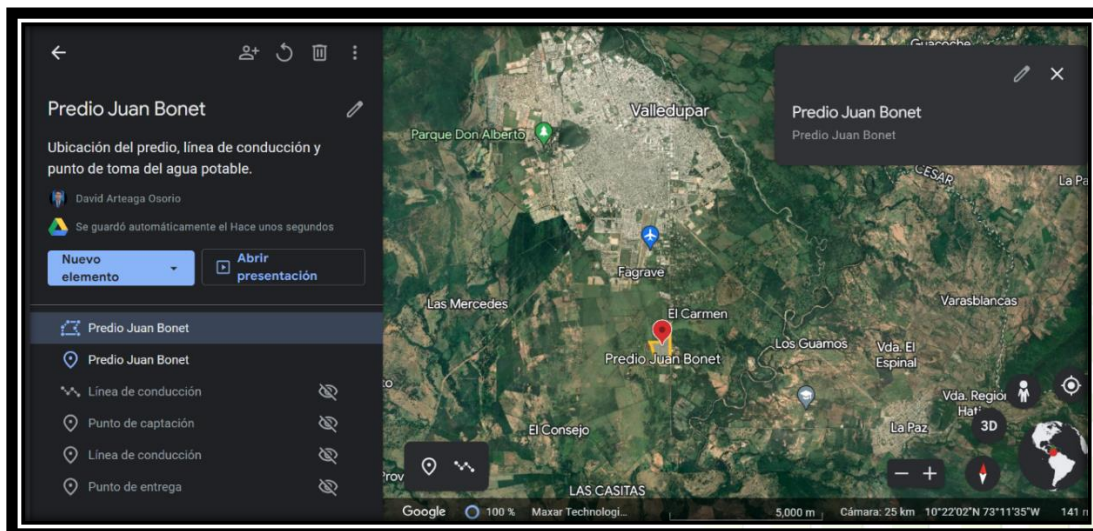
En este capítulo encontramos la información básica pertinente suministrada por el cliente, donde nos presenta los planos topográficos en AutoCAD donde se evidencia la división por lotes del predio Juan Bonet, las curvas de nivel y nos muestra la ubicación del terreno en el plano, además de solicitar un estudio de suelo para conocer el perfil del terreno y finalmente recolectar la información normativa reglamentaria vigente.

6.1.1. Recolectar La Información Previa Del Lugar Donde Se Realizará El Diseño

6.1.1.1. Ubicación Del Predio Juan Bonet.

El predio Juan Bonet se encuentra ubicado en la vía que de Valledupar conduce a La Paz, al costado derecho de la vía, a la altura del Sena, aproximadamente dos kilómetros después del cruce al aeropuerto Alfonso López.

Ilustración 7. Ubicación del predio Juan Bonet



Nota. En esta imagen tenemos la ubicación del predio Juan Bonet con cercanía a Valledupar y sobre la vía Valledupar- La Paz, al frente del Sena ubicado en la salida de Valledupar. Fuente, (Google Earth, 2022).

6.1.1.2. Plano Topográfico Del Terreno.

El cliente Orbe S.A.S suministra el siguiente plano con la topografía del terreno, la distribución por lotes y vías del predio, para realizar el diseño de la red de distribución.

Ilustración 8. Plano del parcelamiento del predio Juan Bonet



Nota. Fuente, (VYO Ingenieria S.A.S).

6.1.2. Realizar Estudio De Suelos En La Zona

Se realizaron 4 sondeos dentro del terreno denominado Juan Bonet, ubicados en los siguientes puntos.

Ilustración 9. Ubicación geográfica de los puntos de sondeo

N° SONDEOS	LOCALIZACIÓN
S1	10°24'23.48"N 73°14'31.20"O
S2	10°24'17.49"N 73°14'30.37"O
S3	10°24'26.04"N 73°14'42.59"O
S4	10°24'16.38"N 73°14'39.42"O

Fuente. V&O INGENIERIA S.A.S

Nota. Imagen sacada desde el estudio de suelos realizados al predio Juan Bonet. Fuente, (VYO Ingenieria S.A.S).

Ilustración 10. Puntos de sondeo en el terreno



Nota. Imagen sacada desde el estudio de suelos realizados al predio Juan Bonet. Fuente, (VYO Ingenieria S.A.S).

Ilustración 11. Tipo de suelo

TIPO DE SUELO	DESCRIPCION DEL MATERIAL
SUELO SM	Arenas limosas, mezcla de arena y limo
SUELO SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla

Fuente. V&O INGENIERIA S.A.S

Nota. Imagen sacada desde el estudio de suelos realizados al predio Juan Bonet. Fuente, (VYO Ingenieria S.A.S)

Ilustración 12. Análisis granulométrico

SONDEOS	MUESTRA	CLASIF. S.U.CS	PROF. (m)	PROPIEDADES			% GRANULOMETRIA PASA	
				L.L	L.P	I.P	N°4	N°200
S1	1	SM	0.0 – 0.60	NL	NL	NP	100.0	34.2
	2	SC-SM	0.60 – 1.20	25.1	20.5	4.6	98.3	25.2
	3	SC	1.20 – 2.0	28.1	20.8	7.3	67.4	23.5
S2	1	SC	0.0 – 0.60	28.0	20.3	7.6	100.0	42.4
	2	SM	0.60 – 1.20	NL	NL	NP	100.0	36.9
	3	SM	1.20 – 2.0	NL	NL	NP	100.0	32.2
S3	1	SC	0.0 – 0.60	29.5	21.8	7.7	100.0	48.0
	2	SC	0.60 – 1.50	29.1	20.4	8.7	100.0	42.9
S4	1	SM	0.60 – 1.20	NL	NL	NP	100.0	40.8
	2	SC	1.20 – 2.0	29.6	22.2	7.5	100.0	49.8
	3	SM	0.0 – 0.60	NL	NL	NP	100.0	43.1

Fuente. V&O INGENIERIA S.A.S

Nota. Imagen sacada desde el estudio de suelos realizados al predio Juan Bonet. Fuente, (VYO Ingenieria S.A.S)

6.1.3. Investigar Acerca De La Normatividad Legal Vigente

Investigando la normatividad legal vigente se encontraron los criterios básicos para el diseño de redes de distribución, empezando por la resolución 0330 del 2017 y su modificación, la resolución 0799 del 2021 y finalizando con el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico- RAS 2012, en su título B el cual nos muestra los pasos a seguir para el diseño de la red de distribución y los respectivos cálculos y ecuaciones a desarrollar para este tipo de diseños.

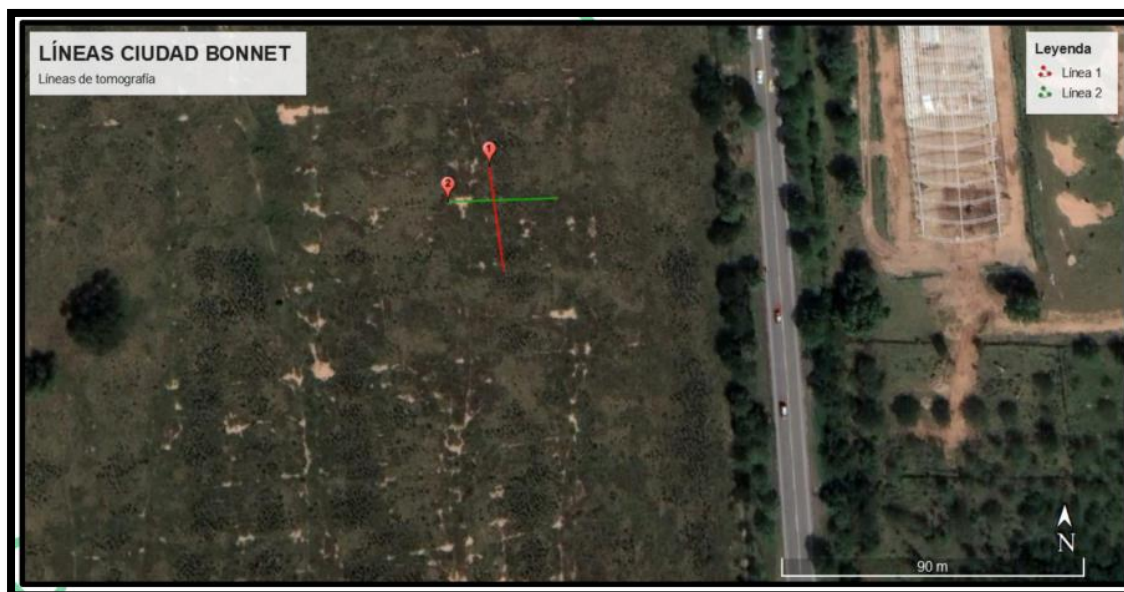
6.2. DEFINIR LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO ÓPTIMA PARA EL SISTEMA DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

En este capítulo se evidencia la decisión que se debe tomar acerca de la fuente de abastecimiento para el diseño de la red de distribución del predio denominado Juan Bonet, haciendo una investigación acerca de los puntos donde se pueda captar el agua potable para el suministro de la población, ya sea en una fuente subterránea o por medio de una conexión directa a la red de distribución de la ciudad de Valledupar.

6.2.1. Realizar Tomografías Del Suelo

Se realizaron tomografías en dos líneas perpendiculares del predio denominado Juan Bonet, con el fin de conocer el nivel freático de la zona y saber la profundidad a la cual se podría encontrar agua para realizar la captación a partir de pozos para el conjunto de viviendas campestres.

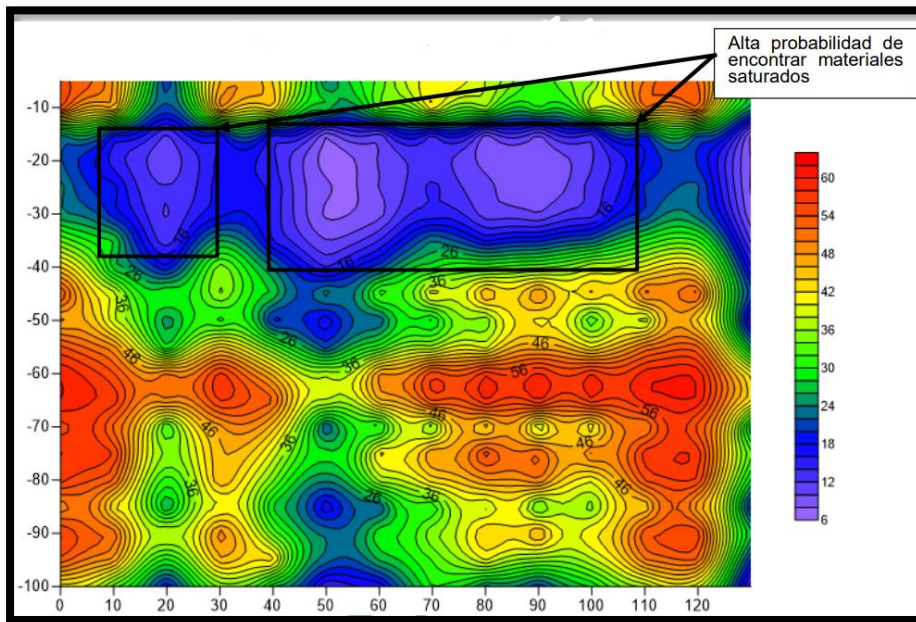
Ilustración 13. Líneas de tomografía del terreno



Nota. Esta imagen muestra la forma en la cual se realizaron las tomografías sobre el terreno Juan Bonet para conocer el nivel freático de la zona y la viabilidad de diseño para un pozo. Fuente, (VYO Ingenieria S.A.S).

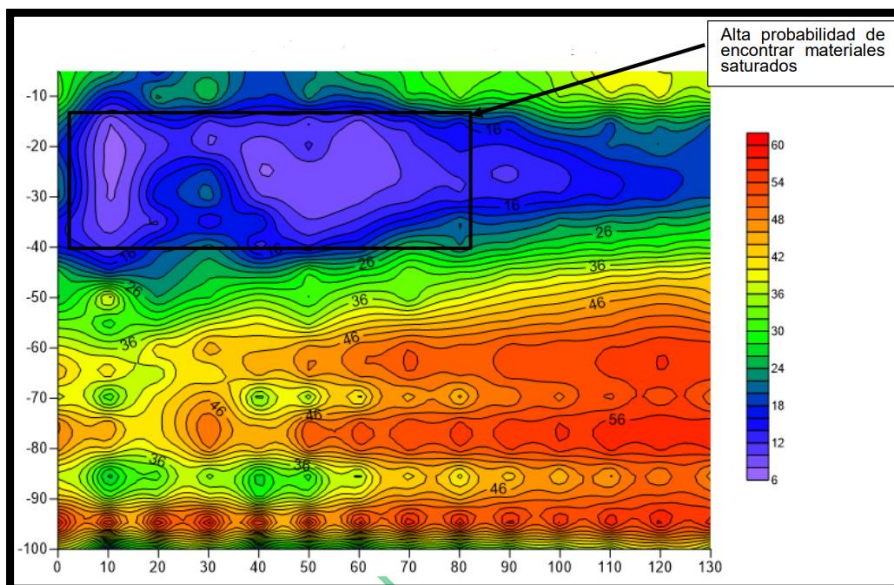
Finalmente se obtuvieron los siguientes resultados de las dos tomografías, en los cuales se evidencia una gran probabilidad de encontrar materiales saturados a una profundidad de aproximadamente 15 metros.

Ilustración 14. Resultado de tomografía 1



Nota. Esta imagen muestra el resultado de la primera línea de tomografía sobre el terreno, en la cual se evidencia la profundidad a la cual es más probable encontrar agua en el terreno Juan Bonet. Fuente, (VYO Ingenieria S.A.S).

Ilustración 15. Resultado de tomografía 2



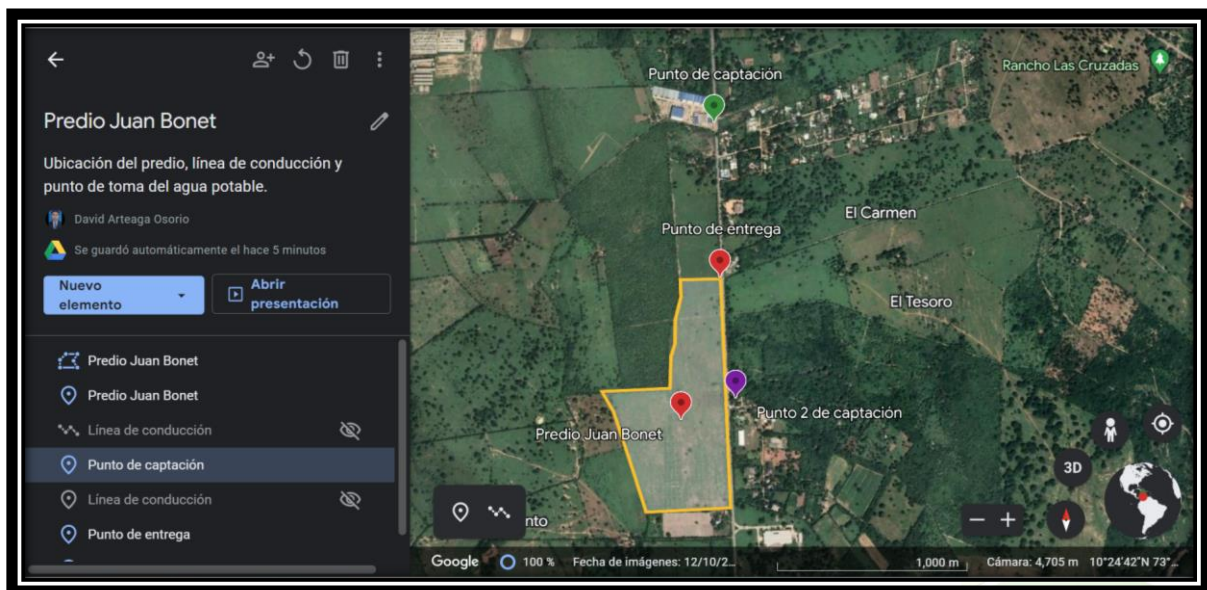
Nota. Esta imagen muestra el resultado de la segunda línea de tomografía sobre el terreno, en la cual se evidencia la profundidad a la cual es más probable encontrar agua en el terreno Juan Bonet. Fuente, (VYO Ingenieria S.A.S).

6.2.2. Investigar Los Puntos Aledaños A La Red De Suministro De Valledupar

Se pueden visualizar dos puntos claves para los puntos de captación y acoplo a la red de distribución de Valledupar, los cuales al evaluar sus respectivas elevaciones y mejor opción económica, se decide tomar como punto de captación o acople el punto 1 de color verde debido a que se encuentra ubicado a 1 kilómetro de distancia del punto de entrega para el predio Juan Bonet, cabe aclarar que se encuentra dentro de la misma acera del predio, por tal motivo es más factible económicamente realizar una conducción desde el metro parque Valledupar hasta el punto de entrega.

La segunda opción era realizar una conexión desde el Sena agropecuario, hasta el punto de entrega del predio Juan Bonet, las dificultades que se presentaron fueron la diferencia de cota de nivel del punto de captación y el punto de entrega, y la segunda dificultad fue económica debido a que se debería realizar una demolición de pavimento existente sobre la vía nacional que de Valledupar conduce hacia la Paz.

Ilustración 16. Puntos de captación aledaños al predio Juan Bonet



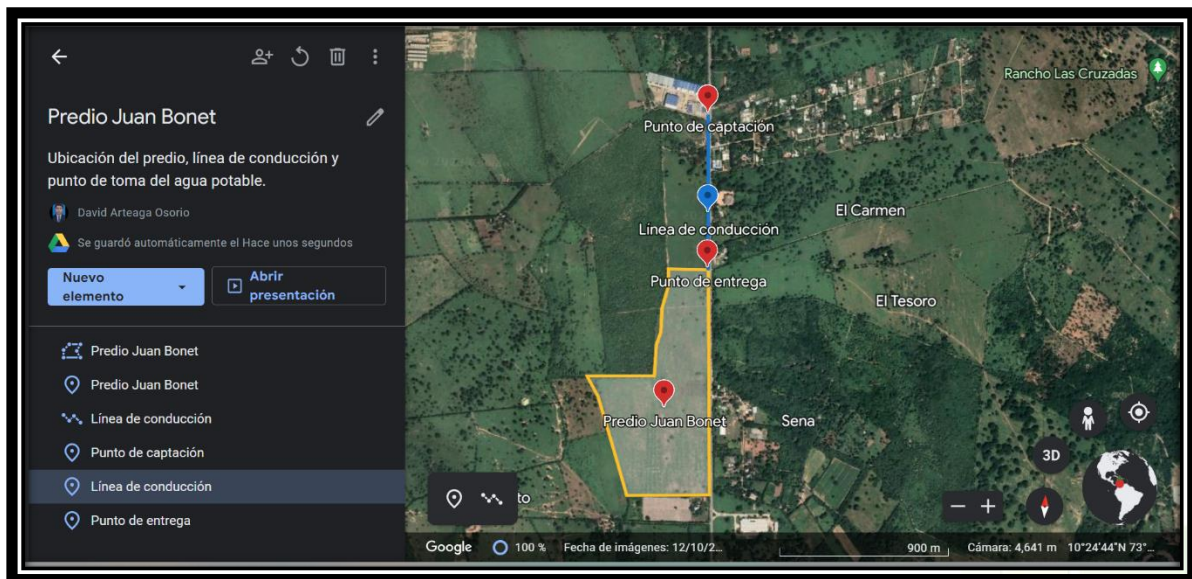
Nota. En esta imagen tenemos la ubicación de los posibles puntos de captación para la toma del agua que se le suministrará a los residentes de las viviendas campestres del predio Juan Bonet. Fuente, (Google Earth, 2022).

6.2.3. Tomar Una Decisión De La Fuente De Suministro

Basados en lo anteriormente expuesto, se tomó la decisión de captar el agua desde la red de distribución de la ciudad desde el punto ubicado en el Metro Parque Valledupar, el cual se encuentra a 1 kilómetro de distancia del punto de entrega para el primer nodo de la red de distribución del predio Juan Bonet, por tales motivos se sugiere un diseño de línea de conducción desde el punto de captación hasta el punto de entrega.

Finalmente no se tomaron las otras dos opciones debido a las dificultades topográficas del terreno y a la viabilidad económica de las otras dos opciones, las cuales para la opción de los pozos se requerían muchos más estudios y además realizar un tratamiento al agua captada para hacerla óptima para el consumo humano, y la captación desde el Sena no era viable debido a los costos y permisos que se requerían para la demolición de un tramo de la vía nacional para el paso de la tubería de captación.

Ilustración 17. Punto de captación del agua seleccionado.



Nota. En esta imagen tenemos la ubicación del punto de captación para la toma del agua que se le suministrará a los residentes de las viviendas campestres del predio Juan Bonet. Fuente, (Google Earth, 2022).

6.3. PLANIFICAR EL PROCESO Y LOS MÉTODOS A UTILIZAR PARA EL DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

En este capítulo se realiza el seguimiento de los pasos requeridos por el RAS título B para la elaboración del diseño de la red de distribución, teniendo en cuenta la implementación de la normatividad legal vigente las cuales son, la resolución 0330 del 2017 y la resolución 0799 del 2021, la cual modifica la primera, finalmente se presenta un resumen de pasos a seguir basados en la guía técnica y las normas antes mencionadas para la elaboración del diseño de la red de distribución.

6.3.1. Seguir La Guía Del RAS Para El Diseño

Siguiendo el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico- RAS 2012, en su capítulo 7, redes de distribución, encontramos para el diseño los siguientes capítulos a tener en cuenta:

6.3.1.1. Capítulo 7.2. Estudios Previos.

En el cual tenemos el estudio de la demanda de agua 7.2.3, para lo cual se sugiere volver al capítulo 2 del título B del RAS, empezando por el capítulo 2.4 proyección de los usuarios del sistema y enfocándonos en el 2.4.2 proyección de suscriptores, donde se debe realizar el parcelamiento del terreno para tener un claro conocimiento de la cantidad de viviendas campestres que tendrá el predio, además de las áreas múltiples con las que se cuenta, para posteriormente basados en el número de suscriptores realizar la proyección poblacional de estos por los tres métodos, aritmético, geométrico y exponencial, así como lo estipula el capítulo 2.4.3 del título B del RAS 2012.

Ilustración 18. Métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad del sistema para la proyección de la población.

Método por emplear	Nivel de Complejidad del Sistema			
	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético, geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético, geométrico, exponencial, otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			X	X
Método gráfico	X	X		

Nota. En esta imagen tenemos los métodos de cálculo para la proyección poblacional según el nivel de complejidad, en este caso nivel medio. Fuente, (RAS Título B, 2010).

Luego en el capítulo 2.5.1, dotación neta por suscriptor se saca el valor de dotación neta por suscriptor en la siguiente table, según el nivel de complejidad y el clima de la zona, en este caso, nivel de complejidad medio y clima cálido. Además, en el capítulo 2.7, Dotación bruta se calcula este valor utilizando la dotación neta dividida entre uno (1) menos el porcentaje de pérdidas que no puede ser superior al 25%.

Ilustración 19. Dotación por suscriptor según el nivel de complejidad del sistema.

Nivel de complejidad del sistema	Dotación por suscriptor (m ³ /sus • mes) climas templado y frío	Dotación por suscriptor (m ³ /sus • mes) clima cálido
Bajo	10.8	12.0
Medio	13.8	15.0
Medio alto	15.0	16.2
Alto	16.8	18.0

Nota. En esta imagen tenemos los valores de dotación neta por suscriptor según el nivel de complejidad y el clima. Fuente, (RAS Título B, 2010).

Posteriormente en el capítulo 2.8.2, demanda de agua por suscriptor, se calcula el Qmd (caudal medio diario), el cual se multiplica el número de suscriptores proyectado por la dotación bruta calculada entre un factor de 30 por los días que tiene un mes en promedio. Se prosigue con el cálculo del QMD (caudal máximo diario), se obtiene multiplicando el Qmd por un factor K1 el cual corresponde a un valor de 1,3 para nuevos diseños. Finalmente se calcula el QMH (caudal máximo horario) multiplicando el valor del QMD por un factor K2 el cual está entre los valores 1,3 y 1,7. Para este caso se diseñó con un K2 de 1,5.

Finalmente, se le adiciona al caudal máximo horario el caudal contra incendios estipulado en el capítulo 2.9.1. “Demanda mínima contra incendios para el nivel de complejidad del sistema bajo y medio”, para el cual los hidrantes deben ser colocados en las tuberías matrices que conduzcan caudales mínimos de 5 L/s y ubicados a una distancia máxima de 300 metros entre sí. Con todos estos cálculos anteriormente mencionados se obtiene el caudal con el que se empieza el diseño de la red de distribución, cabe aclarar que se le adicionará un factor más debido a la población flotante que puede llegar a las viviendas campestres los fines de semana o en momentos de eventos.

6.3.1.2. Capítulo 7.4. Parámetros De Diseño.

Este capítulo 7.4.1 empieza con el periodo de diseño de la red de distribución, la cual para un sistema de nivel de complejidad medio es de 25 años, como lo muestra la siguiente tabla. Posteriormente a la selección del periodo de diseño se muestra en el capítulo 7.4.2 el caudal de diseño el cual corresponde al QMH (caudal máximo horario).

Ilustración 20. Período de diseño según el nivel de complejidad del sistema para redes de distribución.

Nivel de complejidad del sistema	Período de diseño
Bajo, Medio y Medio alto	25 años
Alto	30 años

Nota. En esta imagen tenemos el periodo de diseño de la red de distribución según el nivel de complejidad del sistema. Fuente, (RAS Titulo B, 2010).

Luego el capítulo 7.4.6 presiones en la red de distribución, nos muestra los niveles de presión mínimo para los diferentes nodos del sistema, el cual equivalen a 10 m.c.a (metros de columna de agua), y las presiones máximas para el sistema, equivalentes a 50 m.c.a, las cuales hay que respetar para obtener un buen diseño de la red, Posteriormente se continua con el capítulo 7.4.7 diámetros de las tuberías en la red de distribución, nos muestra los diámetros mínimos para la red matriz en los diseños de nivel de complejidad bajo y medio, el cual no puede ser inferior a 100mm, además también los diámetros mínimos para las redes menores y para un nivel de complejidad bajo y medio, el cual no debe ser inferior a 50mm, y finalmente el diámetro para la redes donde estén ubicados los hidrantes, las cuales no deben tener diámetro inferior a 75mm.

Ilustración 21. Diámetros nominales mínimos de la red matriz

Nivel de Complejidad del Sistema	Diámetro mínimo
Bajo y Medio	100 mm
Medio Alto	150 mm
Alto	300 mm

Nota. En esta imagen tenemos los diámetros nominales mínimos de la red matriz según el nivel de complejidad del sistema. Fuente, (RAS Titulo B, 2010).

Después, en el capítulo 7.4.8 velocidades en las tuberías de la red de distribución, encontramos que para las condiciones de QMH (caudal máximo horario), se muestra una tabla donde según el material de la tubería se recomienda su respectiva velocidad máxima, la cual hay que tener muy en cuenta al momento de ejecutar el diseño hidráulico de la red. Posteriormente en el capítulo 7.4.10 pendientes en las tuberías de la red, se recomienda que la pendiente mínima sea del 0,1% cuando el aire circula en sentido contrario al flujo, y del 0,04% cuando el aire circule en el mismo sentido del flujo. Finalmente, en el capítulo 7.4.11 profundidad de instalación de las tuberías a cota clave, se especifica la profundidad máxima de instalación, la cual no debe ser superior a 1,5 metros, y las profundidades mínimas para zonas de tránsito vehicular es de 1 metro de profundidad, para zonas peatonales la profundidad mínima es de 0,6 metros medida desde la cota clave hasta la cota del terreno.

Ilustración 22. Velocidades máximas según material de tuberías

Material	Velocidad (m/s)
Acero sin revestimiento	5.0
Acero con revestimiento	4.0
Hierro dúctil	4.0
CCP	3.0
PVC y PVCO	6.0
PEAD	5.0
GRP	6.0
Polipropileno	6.0

Nota. En esta imagen tenemos las velocidades máximas para los diferentes materiales de tubería utilizada para el diseño de la red de distribución, (RAS Título B, 2010).

6.3.1.3. Capítulo 7.5. Diseño De Las Redes De Distribución.

En este capítulo se empieza teniendo en cuenta el ítem 7.5.3 cálculo de caudal por nodo, en el cual se muestran tres métodos para el cálculo de estos caudales por cada nodo, se toma el primer método para este caso, el cual es el método de áreas, donde para conocer el caudal del nodo, primero el caudal de diseño QMH se debe convertir en unidades de litro sobre segundo y se divide entre el área total de la zona del diseño de la red, esta área en hectáreas (Ha), para posteriormente multiplicar ese caudal por el área aferente a la cual cada nodo le va a surtir agua a las diferentes viviendas, o zonas campestres en este caso, así como lo muestra la siguiente ecuación:

Ilustración 23. Ecuación para caudal de consumo en cada nodo

$$Q_i = A_i \times Q_e$$

donde:

- Q_i = Caudal de consumo en el nodo i (L/s).
 Q_e = Caudal específico por unidad de superficie (L/s/ha).
 A_i = Área de influencia o área abastecida por el nodo i (ha).

Nota. En esta imagen tenemos la ecuación para calcular el caudal de consumo en cada nodo, para el diseño de la red de distribución. Fuente, (RAS Titulo B, 2010).

Luego, en el capítulo 7.5.4 calculo hidráulico de tuberías simples, en el cual nos muestran las ecuaciones para determinar las pérdidas por fricción en las tuberías, mediante las ecuaciones de Hazen-Williams y Darcy-Weisbach, en conjunto con la ecuación de Colebrook-White, para la implementación de la ecuación de Darcy-Weisbach para todos los tipos de flujo turbulento, y teniendo preferencia con la ecuación de Hazen-Williams con sus respectivas limitantes. Finalmente se proceden a calcular las pérdidas menores o por accesorios, mediante la ecuación del factor K según cada tipo de accesorio, multiplicado por la velocidad del flujo al cuadrado entre dos veces la gravedad, estos valores de K vienen estipulados según el tipo de material de la tubería

Ilustración 24. Ecuación de Colebrook-White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k_s}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

donde:

- D = Diámetro interno real de la tubería (m).
f = Coeficiente de fricción de Darcy (adimensional).
 h_f = Pérdida de altura debida a la fricción (m).
 k_s = Rugosidad absoluta de la tubería (m).
L = Longitud total de la tubería (m).
Re = Número de Reynolds (adimensional).
v = Velocidad media del flujo (m/s).
g = Aceleración de la gravedad (m/s²).

Nota. En esta imagen tenemos la ecuación de Colebrook-White para calcular el factor f implementado en la ecuación de Darcy-Weisbach para todos los tipos de flujo turbulento. Fuente, (RAS Titulo B, 2010).

6.3.2. Implementar La Normatividad Legal Vigente Para El Diseño

Siguiendo la resolución 0330 del 2017 y las modificaciones que se realizan en la resolución 0799 del 2021, se procede a tener en cuenta las siguientes especificaciones para el diseño de la red de distribución, ubicándonos en el título 2 de la norma “requisitos técnicos”, y revisando los siguientes capítulos de dicha norma:

6.3.2.1. Capítulo 1. Aspectos Generales.

En el artículo 40 encontramos el periodo de diseño el cual corresponde a 25 años, posteriormente en el artículo 43 tenemos la dotación neta máxima, la cual corresponde a 140 litros/ habitante por día, debido a que el diseño se encuentra a una altura inferior a los 1000 metros sobre el nivel del mar.

Ilustración 25. Dotación neta máxima

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Nota. En esta imagen tenemos la tabla de dotación máxima según la elevación sobre el nivel del mar donde se vaya a desarrollar el diseño. Fuente, (Resolución 0330, 2017).

6.3.2.2. Capítulo 2. Sistemas De Acueducto.

6.3.2.2.1. Sección 1. Consideraciones Técnicas Generales De Los Sistemas De Acueducto.

En el artículo 47 tenemos los caudales de diseño para cada uno de los componentes del sistema de acueducto, en nuestro caso debemos tener en cuenta solamente el QMH (caudal máximo horario) para el diseño de la red de distribución.

Ilustración 26. Caudal de diseño

COMPONENTE	CAUDAL DE DISEÑO
Captación fuente superficial	Hasta 2 veces QMD
Captación fuente subterránea	QMD
Desarenador	QMD
Aducción	QMD
Conducción	QMD
Tanque	QMD
Red de Distribución	QMH

Nota. En esta imagen encontramos los caudales de diseño para los diferentes componentes de un sistema de acueducto. Fuente, (Resolución 0330, 2017).

Luego en el artículo 44 dotación bruta, nos indica como calcularla utilizando la dotación neta dividida entre uno (1) menos el porcentaje de pérdidas que no puede ser superior al 25%, implementando la siguiente ecuación:

Ilustración 27. Ecuación para Dotación bruta

$$D_{bruta} = d_{neta} / (1 - \%p)$$

Donde,

D_{bruta} : Dotación bruta
 d_{neta} : Dotación neta
 $\%p$: Porcentaje de pérdidas técnicas máximas para diseño

Nota. En esta imagen tenemos la ecuación para calcular la dotación bruta. Fuente, (Resolución 0330, 2017).

6.3.2.2.2. Sección 3. Sistemas De Transporte Y Distribución.

En el artículo 59, localización de redes de acueducto, se indica que para nuevas redes las tuberías deben ubicarse a los costados norte y oriente de las calles y carreras, no se pueden ubicar en las mismas zanjas de las tuberías de alcantarillado y debe haber por lo menos una separación en sentido vertical de 0,3 metros y horizontalmente de al menos 1 metro, en caso en que no sea posible, debe realizarse un muy buen recubrimiento de la red de distribución de agua potable para evitar las infiltraciones a la red. Luego en el artículo 60, Profundidades

máximas y mínimas para la instalación de tuberías, el cual se le realiza una modificación del título en la resolución 0799 del 2021, nos muestran las profundidades mínimas a las cuales debe ir la tubería de la red de distribución y se indica la profundidad máxima de 1,5 metros.

Ilustración 28. Profundidades mínimas a cota clave de la tubería

SERVIDUMBRE	PROFUNDIDAD A LA CLAVE DE LA TUBERÍA (M)	
	Zona Urbana	Zona rural
Vías peatonales o zonas verdes o agrícolas	0,60	1,00
Vías vehiculares	1,00	1,00

Nota. En esta imagen tenemos los valores mínimos de profundidad para las tuberías a cota clave para las redes de distribución, según la zona de ubicación. Fuente, (Resolución 0799, 2021).

Luego, en el artículo 61, presiones de servicio mínimas en la red de distribución, tenemos que para el presente diseño se debe contar con una presión mínima de 10 m.c.a (metros de columna de agua). Mientras en el artículo 62, Presiones de servicio máximas en la red de distribución, modificado por la resolución 0799 del 2021, se indica la presión estática máxima de 50 m.c.a. Posteriormente en el artículo 63, diámetro interno mínimo real en la red de distribución, indica que este no deberá ser inferior a 75mm en sectores urbanos.

Seguidamente, se presentan los artículos en los cuales se tratan los diferentes accesorios requeridos para el diseño de la red de distribución, en el artículo 64, válvulas de corte o cierre en la red de distribución, modificado por la resolución 0799 del 2021, nos indica que las válvulas de compuerta no deben ser usadas en tuberías con diámetros superiores a 350mm, para tales motivos deben usarse válvulas mariposa y debe colocarse una válvula de cierre en todas las conexiones de los sectores hidráulicos. Artículo 65, válvulas reguladoras de presión, todas estas deben ir acompañadas de válvulas de cierre para su fácil mantenimiento o cambio, además de colocar un bypass para permitir el suministro continuo mientras se realizan las actividades de mantenimiento o cambio de este accesorio. Artículo 66, válvulas de ventosa, el diámetro mínimo para este accesorio es de 25mm, deben ubicarse en las zonas altas o donde las pendientes sean constantes y bajas, inferiores o iguales al 3% y por lo menos cada 300 metros.

Finalmente, en el artículo 67, válvulas de purga, estas deben colocarse en las zonas más bajas de la red de distribución y deben tener diámetros no inferiores a 100mm, son utilizadas

para la limpieza de la red o para liberar presiones. Artículo 68, cajas de las válvulas, deben estar construidas en mampostería de ladrillo o en concreto, deben tener un espesor mínimo de 0,15 metros y el fondo debe estar 0,2 metros por debajo de la ubicación de la válvula exceptuando las ventosas, además las tapas de estas cajas deben tener un espesor mínimo de 70mm y calculando la carga viva que pueda pasar sobre ellas. Por último, el artículo 70, caudal de incendios, el cual para este caso es de 5 litros por segundo y en el artículo 71, disposición de los hidrantes, se especifica que la separación entre estos no debe ser superior a 300 metros.

6.3.3. Realizar Un Resumen De Pasos A Seguir Para La Elaboración Del Diseño

Se siguieron los siguientes pasos para la elaboración del diseño de la red de distribución para el conjunto de viviendas campestres ubicadas en el predio Juan Bonet:

- Recolectar la información básica, (topografía, planos y puntos de captación).
- Informarse acerca de la normatividad legal vigente, resolución 0330 y resolución 0799.
- Seguir la guía técnica para el diseño RAS 2012.
- Realizar el parcelamiento del terreno, calculando las áreas de cada zona.
- Proyectar el número de suscriptores por los métodos establecidos en el RAS, además de sacar la dotación neta por suscriptor de la tabla B.2.2 del RAS.
- Calcular la dotación bruta, para posteriormente calcular el caudal medio diario.
- Multiplicar por los factores K1 y K2 para conocer el caudal máximo diario y caudal máximo horario, este segundo para el diseño de la red de distribución.
- Finalmente sumarle el caudal contra incendios estipulado por la norma.
- Antes de empezar el diseño de la red de distribución, se deben tener en cuenta todos los parámetros de diseño estipulados en capítulo 7.4 del RAS.
- Se procede a calcular el caudal de consumo para cada nodo, por medio del método de áreas.
- Después se procede a calcular las pérdidas por fricción en cada tubería, y las pérdidas menores o por accesorios.
- Posteriormente se calculan las cotas claves de la ubicación de las tuberías.
- Se verifican las pendientes, diámetros, velocidades, caudales y presiones en el software EPANET.

- Se corrigen los diámetros, cumpliendo con las velocidades y presiones exigidas.
- Finalmente se modela el diseño con las cotas, diámetros y accesorios en AutoCAD.

6.4. ELABORAR EL DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CON SU RESPECTIVA MEMORIA DE CÁLCULO Y PLANOS DEL DISEÑO CON SUS DETALLES

En este capítulo encontramos parte de la hoja de cálculo del diseño guiada por los pasos anteriormente mencionados, basados en el RAS 2012 y en la resolución 0330 del 2017 con sus respectivas modificaciones o aspectos a tener en cuenta por la resolución 0799 del 2021, además de imágenes de los planos finales del diseño y su respectiva modelación en la aplicación hidráulica Epanet donde nos presenta en tablas los respectivos caudales, presiones y velocidades del flujo en los diferentes nodos y tuberías.

6.4.1. Elaborar La Hoja De Cálculo Para El Diseño

6.4.1.1. Caudal De Diseño.

Se empieza realizando el conteo del parcelamiento y los fines para los cuales se requiere cada zona dentro del predio, dentro de los cuales se encontraron 80 lotes con fines de vivienda campestre y 4 lotes con fines de área múltiple, se realizan las proyecciones de los suscriptores dando un resultado final de 164, posteriormente con la dotación neta por suscriptor según la ilustración 19, se selecciona el valor de 15 m³/suscriptor por mes, se sigue calculando la dotación bruta con la ecuación de la ilustración 27, con el porcentajes de pérdidas del 25%, se toma un valor de otros usos del 1% del caudal residencial para el riego de jardines y para las áreas múltiples.

Finalmente se suman los caudales de otros usos y los residenciales para obtener el caudal medio diario Q_{md}, para multiplicarlos por los factores K₁, 1,3 para obtener el valor del caudal máximo diario Q_{MD} y K₂, 1,5 para obtener el caudal máximo horario Q_{MH}, con el cual es que se empezara el diseño, el cual es de 2,5 L/s, pero debido a que este valor es inferior al caudal requerido contra incendios, se toma como caudal de diseño el caudal contra incendios el cual equivale a 5 L/s para poblaciones inferiores a los 12.500 habitantes, según el artículo 70 de la resolución 0330 del 2017.

Tabla 5. Caudal de diseño con la proyección de suscriptores

Año	Proyección de suscriptores	DOTACIÓN NETA (m3/sus·mes)	% P	DOTACIÓN BRUTA (m3/sus·mes)	Qmd res (LPS)	Qou (LPS)	Qmd TOTAL (LPS)	QMD (LPS)	QMH (LPS)	RED DE DISTRIBUCIÓN (LPS)
								1,30	1,5	
2022	80	15	0,25	20,0	0,62	0,01	0,62	0,81	1,22	1,22
2023	82	15	0,25	20,0	0,64	0,01	0,64	0,83	1,25	1,25
2024	85	15	0,25	20,0	0,65	0,01	0,66	0,86	1,29	1,29
2025	87	15	0,25	20,0	0,67	0,01	0,68	0,88	1,33	1,33
2026	90	15	0,25	20,0	0,69	0,01	0,70	0,91	1,36	1,36
2027	92	15	0,25	20,0	0,71	0,01	0,72	0,94	1,40	1,40
2028	95	15	0,25	20,0	0,73	0,01	0,74	0,96	1,44	1,44
2029	98	15	0,25	20,0	0,76	0,01	0,76	0,99	1,49	1,49
2030	101	15	0,25	20,0	0,78	0,01	0,78	1,02	1,53	1,53
2031	104	15	0,25	20,0	0,80	0,01	0,81	1,05	1,58	1,58
2032	107	15	0,25	20,0	0,82	0,01	0,83	1,08	1,62	1,62

2033	110	15	0,25	20,0	0,85	0,01	0,86	1,11	1,67	1,67
2034	113	15	0,25	20,0	0,87	0,01	0,88	1,14	1,72	1,72
2035	116	15	0,25	20,0	0,90	0,01	0,91	1,18	1,77	1,77
2036	120	15	0,25	20,0	0,92	0,01	0,93	1,21	1,82	1,82
2037	123	15	0,25	20,0	0,95	0,01	0,96	1,25	1,87	1,87
2038	127	15	0,25	20,0	0,98	0,01	0,99	1,28	1,93	1,93
2039	131	15	0,25	20,0	1,01	0,01	1,02	1,32	1,98	1,98
2040	134	15	0,25	20,0	1,04	0,01	1,05	1,36	2,04	2,04
2041	138	15	0,25	20,0	1,07	0,01	1,08	1,40	2,10	2,10
2042	142	15	0,25	20,0	1,10	0,01	1,11	1,44	2,16	2,16
2043	146	15	0,25	20,0	1,13	0,01	1,14	1,48	2,23	2,23
2044	151	15	0,25	20,0	1,16	0,01	1,17	1,53	2,29	2,29
2045	155	15	0,25	20,0	1,20	0,01	1,21	1,57	2,36	2,36
2046	160	15	0,25	20,0	1,23	0,01	1,24	1,62	2,43	2,43
2047	164	15	0,25	20,0	1,27	0,01	1,28	1,66	2,50	2,50

Nota. En esta tabla encontramos los valores de caudal para cada año proyectado de suscriptores. Fuente, Autor 2023.

6.4.1.2. Caudal De Consumo Por Nodo.

Se realiza la identificación de los nodos y tramos en el plano, para posteriormente calcular los caudales de consumo para cada uno de los nodos por medio del método de áreas, según la ecuación de la ilustración 23, basados en el capítulo 7.5.3 del título B del RAS, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6. Caudales de consumo en cada nodo

CALCULO DEL CAUDAL MEDIO Y MÁXIMO DIARIO Y HORARIO - CONSUMO DE LA RED

Nodo de Consumo	Área aferente (Ha)	Número de Suscriptores	Qmd (m3/día)	QMD (lps)	QMH (lps)
1	0	0	0,00	0,000	0,000
2	3,12	11	7,07	0,106	0,160
3	0,88	3	1,99	0,030	0,045
4	0	0	0,00	0,000	0,000
5	0,00	0	0,00	0,000	0,000
6	0,00	0	0,00	0,000	0,000
7	1,07	4	2,43	0,036	0,055
8	2,63	9	5,96	0,090	0,135
9	1,12	4	2,54	0,038	0,057
10	2,81	10	6,37	0,096	0,144
11	0,00	0	0,00	0,000	0,000
12	0,30	1	0,68	0,010	0,015
13	2,72	9	6,17	0,093	0,139
14	0,30	1	0,68	0,010	0,015
15	3,34	11	7,57	0,114	0,171
16	0,60	2	1,36	0,020	0,031
17	0,60	2	1,36	0,020	0,031
18	3,15	11	7,14	0,107	0,161
19	0,00	0	0,00	0,000	0,000
20	5,83	20	13,21	0,199	0,298
21	1,00	3	2,27	0,034	0,051
22	2,14	7	4,85	0,073	0,109
23	1,5	5	3,40	0,051	0,077
24	2,73	9	6,19	0,093	0,140
25	0,34	1	0,77	0,012	0,017
26	0,6	2	1,36	0,020	0,031
27	2,44	8	5,53	0,083	0,125
SUMA	39,22	133	88,90	1,338	2,006

Nota. En esta tabla encontramos los valores de caudal de consumo por cada nodo de la red de distribución. Fuente, Autor 2023.

6.4.1.3. Cotas De La Tubería.

Se realizan los cálculos de las cotas clave para las tuberías, ordenando la red de distribución por tramos, en los cuales se deben conocer las cotas del terreno de cada nodo, así como se indica en el artículo 60 de la resolución 0330, modificó por la resolución 0799.

Tabla 7. Cotas de la red de distribución

DATOS PARA LAS COTAS DE TUBERÍAS DE LA RED

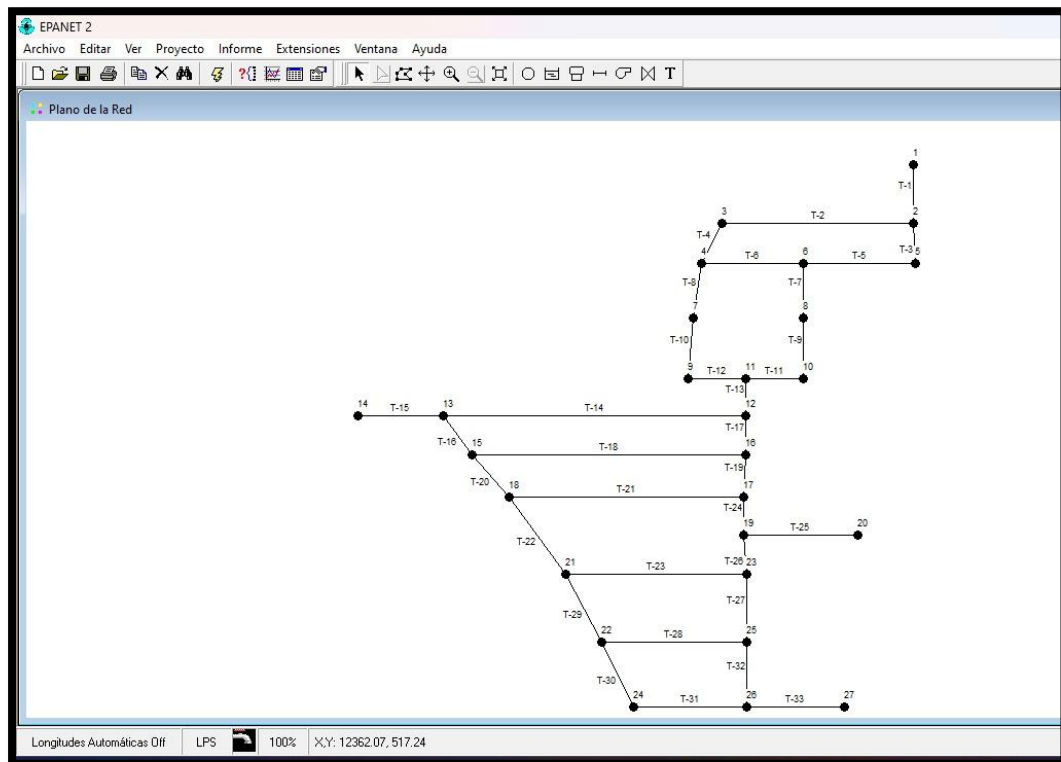
ID TRAMOS	NODOS		LONGITUD m	COTA TERRENO		COTA CLAVE	
	Inicial	Final		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
1	1	2	170,25	127,34	126,53	126,34	125,53
2	2	3	212,24	126,53	126,67	125,53	125,67
3	2	5	41,62	126,53	126,27	125,53	125,27
4	3	4	57,96	126,67	126,11	125,67	125,11
5	5	6	124,86	126,27	126,27	125,27	125,27
6	6	4	104,66	126,27	126,11	125,27	125,11
7	6	8	168,69	126,27	125,64	125,27	124,64
8	4	7	166,83	126,11	125,68	125,11	124,68
9	8	10	174,02	125,64	124,77	124,64	123,77
10	7	9	187,48	125,68	124,95	124,68	123,95
11	10	11	68,88	124,77	124,77	123,77	123,77
12	11	9	73,23	124,77	124,95	123,77	123,95
13	11	12	64,74	124,77	124,34	123,77	123,34
14	12	13	318,65	124,34	124,11	123,34	123,11
15	13	14	71,42	124,11	124,44	123,11	123,44
16	13	15	107,41	124,11	124,05	123,11	123,05
17	12	16	103,34	124,34	124,17	123,34	123,17
18	16	15	290,68	124,17	124,05	123,17	123,05
19	16	17	103,10	124,17	123,56	123,17	122,56
20	15	18	107,25	124,05	123,55	123,05	122,55
21	17	18	262,76	123,56	123,55	122,56	122,55
22	18	21	107,50	123,55	123,06	122,55	122,06
23	21	23	234,83	123,06	123,05	122,06	122,05
24	17	19	52,69	123,56	123,52	122,56	122,52
25	19	20	135,19	123,52	123,53	122,52	122,53
26	19	23	51,53	123,53	123,05	122,53	122,05
27	23	25	102,31	123,05	122,72	122,05	121,72
28	25	22	207,28	122,72	122,34	121,72	121,34
29	21	22	106,31	123,06	122,34	122,06	121,34
30	22	24	105,82	122,34	122,37	121,34	121,37
31	26	24	179,85	122,50	122,37	121,50	121,37
32	25	26	101,91	122,72	122,50	121,72	121,50
33	26	27	55,73	122,50	122,60	121,50	121,60

Nota. En esta tabla encontramos los valores de cotas del terreno y cotas clave para las tuberías de la red de distribución. Fuente, Autor 2023.

6.4.2. Poner A Prueba El Diseño En Aplicaciones Hidráulicas

Se utiliza la aplicación Epanet para modelar el diseño de la red de distribución para el conjunto de viviendas campestres ubicadas en el predio Juan Bonet, todo esto con los datos obtenidos anteriormente en las hojas de cálculo.

Ilustración 29. Modelación de la red de distribución en Epanet



Nota. En esta imagen se evidencia el modelo hidráulico de la red de distribución en la aplicación Epanet para el conjunto de viviendas campestre ubicadas en el predio Juan Bonet. Fuente, Autor 2023.

Finalmente, luego de llenar todos los datos requeridos por la aplicación Epanet, se procede a realizar la simulación del diseño, el cual va evaluando las presiones en cada nodo de la red, la distribución de caudales en las tuberías y las velocidades. Con los valores de diámetro de las tuberías y cotas de los nodos, se empieza a modificar la modelación de tal forma que se cumplan los parámetros requeridos de presión, caudales demandados en cada nodo y velocidades del flujo.

6.4.3. Realizar Las Modificaciones Pertinentes Para Que El Diseño Cumpla Con Todos Los Parámetros Requeridos

Se modifican los diámetros de las tuberías en la modelación, basados en la tabla de tuberías de presión de PVC de PAVCO, se escogen valores de diámetro entre 2 pulgadas y 2 pulgadas y media, de tuberías con RDE 21 (relación diámetro espesor), todas estas modificaciones con la finalidad de obtener los valores que cumplan con los parámetros de diseño en la red de distribución para el conjunto de viviendas campestres en el predio denominado Juan Bonet.

Ilustración 30. Tuberías de presión

Tuberías Presión PAVCO WAVIN									
Diámetro Nominal		Referencia	Peso	Diámetro Exterior Promedio		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Promedio	
mm	pulg.			mm	pulg.	mm	pulg.		
RDE 9 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 500 PSI									
21	1/2	2900266	218	21.34	0.84	2.37	0.09	16.60	
RDE 11 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 400 PSI									
26	3/4	2900210	304	26.67	1.05	2.43	0.09	21.81	
RDE 13.5 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 315 PSI									
21	1/2	2902449	157	21.34	0.84	1.58	0.06	18.18	
33	1	2900213	364	33.40	1.31	2.46	0.09	28.48	
RDE 21 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 200 PSI									
26	3/4	2900237	189	26.7	1.05	1.52	0.06	23.63	
33	1	2900220	252	33.4	1.31	1.60	0.06	30.20	
42	1.1/4	2900225	395	42.2	1.66	2.01	0.08	38.14	
48	1.1/2	2902450	514	48.3	1.90	2.29	0.09	43.68	
60	2	2902453	811	60.3	2.37	2.87	0.11	54.58	
73	2.1/2	2900230	1185	73.0	2.87	3.48	0.14	66.07	
88	3	2900233	1761	88.9	3.50	4.24	0.17	80.42	
114	4	2900240	2904	114.3	4.50	5.44	0.21	103.42	
168	6	2904616	5835	168.3	6.62	8.03	0.32	152.22	

Nota. En esta imagen se obtienen los valores de diámetro interno de tuberías de PVC de la empresa PAVCO. Fuente, (PAVCO, 2020).

Por último, se procede a ejecutar la aplicación Epanet con las respectivas modificaciones realizadas en cada tubería y cada nodo, la cual nos genera un análisis completo de los diferentes parámetros que se están evaluando en la red de distribución, los cuales son, presión en los nodos, caudales de demanda en cada nodo y velocidad del flujo. Todos estos datos la aplicación Epanet los suministra en un resumen de tablas, así como se muestra a continuación los resultados del diseño.

Ilustración 31. Tramos de la red de distribución.

```

*****
*                               *
*           E P A N E T         *
*   Análisis Hidráulico y de Calidad   *
*   de Redes Hidráulicas a Presión     *
*           Versión 2.0 Ve           *
*                               *
*           Traducido por:           *
*   Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos   *
*   Universidad Politécnica de Valencia   *
*                               *
*****
  
```

Archivo de Entrada: Red de distribución.net

Diseño de la red de distribución del predio Juan Bonet

Tabla Línea - Nudo:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud Diámetro	
			m	mm
T-1	1	2	170	66
T-2	2	3	212	66
T-3	2	5	42	66
T-4	3	4	58	66
T-5	5	6	125	66
T-6	6	4	105	66
T-7	6	8	169	66
T-8	4	7	167	66
T-9	8	10	174	66
T-10	7	9	188	66
T-11	10	11	69	66
T-12	11	9	74	66
T-13	11	12	65	66
T-14	12	13	319	55
T-15	13	14	72	55
T-16	13	15	108	55
T-17	12	16	104	55
T-18	16	15	291	55
T-19	16	17	104	55
T-20	15	18	108	55
T-21	17	18	263	55
T-22	18	21	108	55
T-23	21	23	235	55
T-24	17	19	53	55
T-25	19	20	136	55
T-26	19	23	52	55
T-27	23	25	103	55
T-28	25	22	208	55
T-29	21	22	107	55
T-30	22	24	106	55
T-31	26	24	180	55
T-32	25	26	102	55
T-33	26	27	56	55

Nota. En la imagen se evidencian los diferentes tramos de la red de distribución, con sus respectivos nodos, longitudes y diámetros de tubería, sacados de aplicación Epanet (EPANET, 2023). Fuente, Autor 2023

Ilustración 32. Presiones en la red de distribución.

 Página 2 Diseño de la red de distribución del predio Juan Bonet
 Tabla Línea - Nudo: (continuación)

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
T-42	34	1	10	50

Resultados de Nudo:

ID Nudo	Demanda LPM	Altura m	Presión m	Calidad
1	0,00	159,75	32,75	0,00
2	10,00	158,63	32,63	0,00
3	3,00	158,37	32,37	0,00
4	0,00	158,30	33,30	0,00
5	0,00	158,55	33,55	0,00
6	0,00	158,31	33,31	0,00
7	3,00	158,08	33,08	0,00
8	8,00	158,04	33,04	0,00
9	3,00	157,85	33,85	0,00
10	9,00	157,82	33,82	0,00
11	0,00	157,77	33,77	0,00
12	1,00	157,54	34,54	0,00
13	8,00	157,15	34,15	0,00
14	1,00	157,15	34,15	0,00
15	10,00	157,08	34,08	0,00
16	2,00	157,17	34,17	0,00
17	2,00	156,98	33,98	0,00
18	10,00	156,98	33,98	0,00
19	0,00	156,92	33,92	0,00
20	18,00	156,85	34,85	0,00
21	3,00	156,91	34,91	0,00
22	7,00	156,88	35,88	0,00
23	5,00	156,90	34,90	0,00
24	8,00	156,87	35,87	0,00
25	1,00	156,88	34,88	0,00
26	2,00	156,87	35,87	0,00
27	8,00	156,86	35,86	0,00
34	-122,00	160,00	20,00	0,00 Depósito

Nota. En la imagen se evidencian los diferentes nodos de la red de distribución, con sus respectivos valores de demanda de caudal en LPM (litros por minuto), además de las presiones y alturas piezométricas de la red, sacados de aplicación Epanet (EPANET, 2023). Fuente, Autor 2023

7. CONCLUSIONES

Se realizó satisfactoriamente el diseño de la red de distribución para el conjunto de viviendas campestres ubicadas en el predio Juan Bonet, siguiendo los lineamientos estipulados en la resolución 0330 del 2017 y siguiendo el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico- RAS 2012, el diseño se le entregó al cliente Orbe S.A.S, el cual solo permitió exhibir en este documento las imágenes y datos anteriormente suministrados.

La fuente de suministro para la red de distribución queda a cargo de la empresa de servicios públicos de Valledupar Emdupar S.A, debido a que se llegó a un acuerdo entre el cliente Orbe S.A.S y dicha empresa para que estos lleven a cabo la construcción de la línea de conducción que abastecerá la red del conjunto de viviendas campestres, detallándoles en el diseño el caudal requerido por las viviendas, el diámetro de la tubería requerida y las presiones a las cuales debe llegar el suministro al primer nodo en la entrada del predio.

Se elaboró un resumen de pasos para el diseño en específico de esta red de distribución en el capítulo 6.3.3, teniendo en cuenta cada una de las indicaciones estipuladas en la resolución 0330 del 2017 y en la resolución 0799 del 2021 con sus respectivas modificaciones sobre la resolución anterior, además de seguir el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico- RAS 2012, todo esto con el fin de facilitarle al lector los incisos puntuales a los cuales debe acercarse en la norma y en la guía, para cada una de las etapas del diseño de la red de distribución.

Luego se construyeron las tablas de cálculo necesarias requeridas para el diseño de la red de distribución, de las cuales se obtuvieron el caudal de diseño, los caudales requeridos por cada área aferente de la red y las cotas del terreno y clave, para la modelación de la red, estas podemos encontrarlas en las tablas 5,6 y 7, en el capítulo 6.4.1. Finalmente se desarrolló el modelo de la red de distribución en la aplicación Epanet con los datos obtenidos en las hojas de cálculo, en la cual se realizaron modificaciones a los diámetros de las tuberías para cumplir con los parámetros requeridos por la normatividad legal vigente, por último, se ejecutó con satisfacción el modelo hidráulico en Epanet arrojando los resultados mostrados en el capítulo 6.4.3, en las imágenes 31 y 32 del documento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AcuerdoN°003. (2021). Acuerdo N° 003. POR MEDIO DEL CUAL SE ADOPTAN LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE PREGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS SEDE VALLEDUPAR, Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES, 13.

Alcaldía de Valledupar. (25 de abril de 2020). PLAN DE DESARROLLO MUNICIPIO DE VALLEDUPAR 2020-2023. Obtenido de Observatorio Gestión Educativa: <https://obsgestioneducativa.com/download/plan-de-desarrollo-municipal-valledupar-2020-2023/>

DANE. (2022). Proyección de población Valledupar. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/estimaciones-del-cambio-demografico>

EPANET. (2023). EPA. Obtenido de <https://www.epa.gov/water-research/epanet>

Escobar, C. E. (1990). Crecimiento económico y gasto público: una interpretación de las . paris: economic.

Google Earth. (2022). Google Earth. Obtenido de <https://www.google.com/intl/es/earth/>

IAS, C. d. (2022). LINEAMIENTOS Y GUÍA ORIENTADORA PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE INFORMES DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR. Valledupar.

Minvivienda. (2021). Resolución 0799 del 2021. EL MINISTRO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO.

MOLIÁ, R. (2022). Redes de Distribución. Madrid: EOI escuela de negocios.

NSR-10 Titulo H. (2010). Titulo-H-NSR-10-Decreto-Final. Obtenido de <https://www.scg.org.co/Titulo-H-NSR-10-Decreto%20Final-2010-01-14.pdf>

PAVCO. (2020). Manuales técnicos. Obtenido de <https://pavcowavin.com.co/manuales-tecnicos>

RAS Titulo B. (2010). Minvivienda. Obtenido de <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulob-030714.pdf>

Resolución 0330. (2017). Ministerio de Vivienda. Obtenido de Minvivienda: <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0330-2017-0#:~:text=Por%20la%20cual%20se%20adopta,2005%20y%202320%20de%202009.>

Resolución 0799. (2021). Ministerio de vivienda. Obtenido de Minvivienda: <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0799-2021>

Romero, F. C., & Serna, J. I. (2005). Acueductos teoría y diseño. Medellín: Universidad de Medellín.

VYO Ingeniería S.A.S. (2013). Archivos VYO.



ANEXOS

Anexo 1. Carta de Aprobación de la Práctica Académica

**V & O
INGENIERIA SAS**
NIT: 900.600.953-3

Valledupar, 03 de febrero 2023

VYO INGENIERIA S.A.S
NIT: 900.600.953-3

Certifica:

Que el señor **ERNEY CAMILO ARTEAGA OSORIO** identificada con la cédula de ciudadanía número 1.065.837.466 de la ciudad de Valledupar, laboró en la empresa en convenio interadministrativo con la **UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR** NIT: 892.300.285 – 6 en la modalidad de pasantías empresariales desempeñándose en el cargo de **AUXILIAR DE INGENIERÍA** desde el 26 de Agosto del 2022 hasta el 07 de Diciembre del 2022, para cumplir sus 640 horas, en los horarios de lunes a viernes de 8 am a 12 pm y de 2 pm hasta las 6 pm, y sábados de 8 am hasta las 12 pm.

Lo anterior se expide a solicitud del interesado a los 03 días del mes de febrero del 2023, para los fines pertinentes.


ANGELICA PATRICIA VANEGAS
REPRESENTANTE LEGAL
VYO INGENIERIA S.A.S


V & O INGENIERIA SAS
NIT: 900.600.953-3
Ingeniería de Obras, Construcción y Asfalto
Instalaciones, Intervención y Consultoría
Civil, Ambiental y Sanitaria
Especialidad en la Ingeniería de la ciudad de Valledupar

CALLE 2C No. 8-23 URB. LOS CAMPANOS
TELEFAX 5834724 CEL 3126690172 - 3005633896-3107230798
Valledupar- Cesar COLOMBIA

*Vofso
05/02/2023.*

Anexo 2. Carta de Vinculación del Practicante



Valledupar, 25 de agosto 2022

Señor:

Luis Romero Benjumea
Jefe de departamento de Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Universidad Popular del Cesar

Cordial Saludo

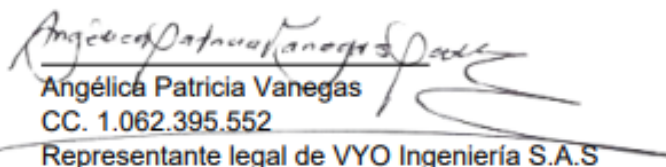
Por medio de la presente, nosotros VYO Ingeniería S.A.S NIT. 900.600.953-3 nos permitimos solicitar al estudiante de ultimo semestre del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria **ERNEY CAMILO ARTEAGA OSORIO** identificado con la cedula de ciudadanía **1.065.837.466** de **Valledupar- Cesar**, para que realice con nosotros sus prácticas laborales en el periodo de **26 de Agosto 2022** hasta **7 de Diciembre 2022**, para cumplir sus 640 horas, en los horarios de lunes a viernes de 8 am a 12 pm y de 2 pm hasta las 6 pm, los sábados de 8 am hasta las 12 pm.

El tutor y supervisor durante el desarrollo de las prácticas del pasante será el Ingeniero **EBERTO ORTEGA SINNING CC. 73.570.037**, encargado de la parte técnica de VYO Ingeniería S.A.S

La empresa se hará cargo de la afiliación de la ARL del pasante.

El pasante desempeñara las siguientes funciones dentro de la empresa:

1. Apoyo a la construcción de estudios y diseños en la parte ambiental y sanitaria.
2. Seguimiento al control de calidad de la empresa VYO Ingeniería S.A.S
3. Visitas de campo
4. Acompañamiento en seguridad y salud en el trabajo con el equipo de tomas de muestras.



Angélica Patricia Vanegas
CC. 1.062.395.552
Representante legal de VYO Ingeniería S.A.S

CALLE 2C No. 8-23 URB. LOS CAMPANOS
TELEFAX 5834724 CEL 3126690172 - 3005633896-3107230798
Valledupar- Cesar COLOMBIA

Anexo 3. Carta de aprobación para las practicas académicas



Valledupar, 25 de agosto de 2022



Señor (a):
ANGÉLICA PATRICIA VANEGAS PADILLA
Representante legal - VyO Ingeniería S.A.S.
La ciudad

Asunto: Presentación y/o aval de estudiante - Prácticas académicas 2022-2.

Cordial saludo,

Por medio del presente, el Departamento de Ingeniería Ambiental y Sanitaria previo cumplimiento de los requisitos reglamentarios, presenta a la (el) estudiante **ERNEY CAMILO ARTEAGA OSORIO**, identificado (a) con **CC: 1065.837.466** en el marco del **convenio vigente No. 020 de 28 de enero de 2021** suscrito entre la UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR y VyO INGENIERÍA S.A.S., quien fue aceptado (a) para el desarrollo de unas prácticas (**Desde el 26 de agosto de 2022 hasta 07 de diciembre de 2022**) en su reconocida y distinguida empresa y/o institución en el área de **Ingeniería**, según consta en oficio allegado al Departamento y/o correo institucional ambiental@unicesar.edu.co. En ese sentido, el (la) estudiante podrá desempeñarse en distintos roles relacionados con las áreas del diseño técnico, gestión y evaluación ambiental, tales como:

Investigador de la problemática Ambiental y Sanitaria; Director, evaluador y ejecutor de estudios de impacto ambiental; Evaluador de los factores que inciden en la contaminación Ambiental; Diseñador, constructor y evaluador de obras de Saneamiento Básico; Coordinador de acciones tendientes al manejo y preservación de los recursos naturales; Coordinador, director, evaluador, y participante en la formulación de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCAS; Gestor para el manejo de los residuos líquidos y sólidos; Director, evaluador, ejecutor y administrador de obras que prevengan, mitiguen y corrijan los impactos ambientales; Liderar y gestionar proyectos de creación, organización y administración de empresas de consultoría ambiental; Elaborar y desarrollar planes de capacitación en las áreas que competen al profesional en ingeniería ambiental y sanitaria; entre otros roles de acuerdo con su perfil y programa académico.*

Durante el desarrollo de la práctica académica y permanencia en la empresa y/o institución (Mínimo **640** horas), el estudiante debe presentar ante el comité de investigación del programa, los respectivos planes e informes (**FASE 1 y FASE 2**) de conformidad con lo dispuesto en el **cronograma semestral de prácticas académicas 2022-1, lineamientos del comité de investigación y reglamento de modalidades de grado para los programas de pregrado de ingeniería y tecnológicas**. En caso de información adicional, comunicarse a los correos electrónicos: ambiental@unicesar.edu.co y proyectosambientales@unicesar.edu.co

Cordialmente;



Documento con firma digital. La adulteración de su contenido constituye fraude y/o delito conforme a la ley.

Con copia a: Comité de investigación del programa.



CO-SC-CERS18726



CO-SC-CERS18726



www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380
Valledupar Cesar Colombia

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380
Valledupar Cesar Colombia

Anexo 4. Certificado de aportes y pagos de ARL por parte de la empresa VYO


Certificado de Aportes

Se certifica que VYO INGENIERIA SAS identificado(a) con NI 900600953 realizó los siguientes aportes al Sistema de Seguridad Social para ERNEY CAMILO ARTEAGA OSORIO identificado(a) con CC 1065837466

Clave Planilla	Clave Pago	Tipo Planilla	Fecha Pago	Riesgo	Código	Administradora	Concepto	Periodo	Días	Novedades																IBC	Tarifa	Cotización		
										ing	ret	tde	tae	tdp	tap	vsp	cor	vst	sln	ige	lma	vac	avp	vct	irl				vip	
9441432990	1710123880	K	2022-10-18	ARL	14-23	POSITIVA COMPAÑIA DE SEGUROS	COTIZACIÓN OBLIGATORIA	2022-09	30		X																\$1,000,000	6.96%	\$69,600	
9439885143	1642756146	K	2022-09-07	ARL	14-23	POSITIVA COMPAÑIA DE SEGUROS	COTIZACIÓN OBLIGATORIA	2022-08	30																			\$1,000,000	6.96%	\$69,600
9438538129	1592887678	K	2022-08-08	ARL	14-23	POSITIVA COMPAÑIA DE SEGUROS	COTIZACIÓN OBLIGATORIA	2022-07	30																			\$1,000,000	6.96%	\$69,600
9437332792	1551233539	K	2022-07-13	ARL	14-23	POSITIVA COMPAÑIA DE SEGUROS	COTIZACIÓN OBLIGATORIA	2022-06	30																			\$1,000,000	6.96%	\$69,600
9436057427	1500449881	K	2022-06-13	ARL	14-23	POSITIVA COMPAÑIA DE SEGUROS	COTIZACIÓN OBLIGATORIA	2022-05	30																			\$1,000,000	6.96%	\$69,600
9434841712	1456926227	K	2022-05-13	ARL	14-23	POSITIVA COMPAÑIA DE SEGUROS	COTIZACIÓN OBLIGATORIA	2022-04	30	X																		\$1,000,000	6.96%	\$69,600

Este certificado se expide el día 2023-03-04 a las 10:27.

Anexo 5. Certificado afiliación Positiva.

POSITIVA

**Compañía de Seguros S.A.
N.I.T 860.011.153-6**

VIGILADO
SUPERINTENDENCIA FINANCIERA
DE COLOMBIA

CERTIFICA

Verificada la base de datos de la compañía se encontró que el señor (a): ERNEY CAMILO ARTEAGA OSORIO identificado con Cédula Ciudadanía No. 1065837466, de la empresa V Y O INGENIERIA SAS está afiliado(a) a POSITIVA COMPAÑÍA DE SEGUROS desde el 26/04/2022 con riesgo 5 y se encuentra ACTIVO.

Para validar la información emitida en este certificado, visite nuestra página web: www.positivaenlinea.gov.co y seleccione la opción 'VALIDAR CERTIFICADOS'. Ingrese el siguiente código (válido por un mes): 202201015336515.

Dada en Bogotá, a los 23 días del mes de mayo de 2022

Cordialmente

**GERENCIA DE AFILIACIONES Y NOVEDADES
POSITIVA COMPAÑÍA DE SEGUROS S.A.**

MIS_4_1_3_FR15_v_04



Anexo 6. Sondeo en el predio Juan Bonet, para el estudio de suelos



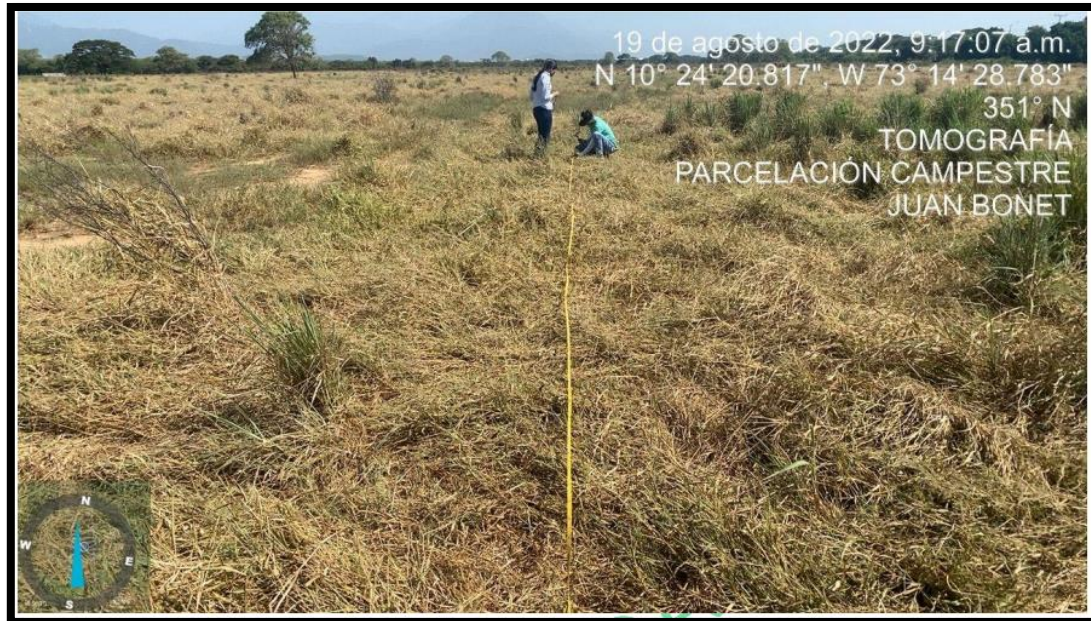
Anexo 7. Sondeo en el predio Juan Bonet, para el estudio de suelos



Anexo 8. Tomografía en el predio Juan Bonet



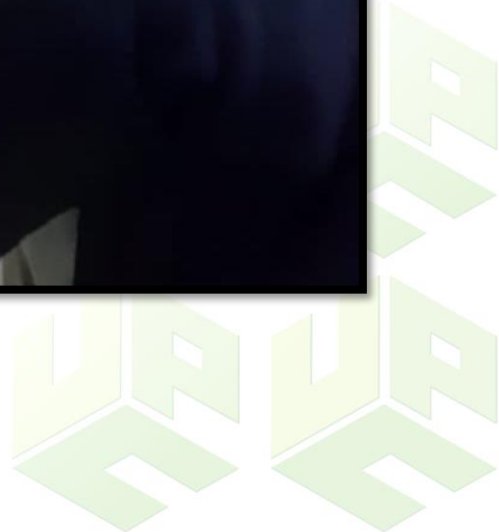
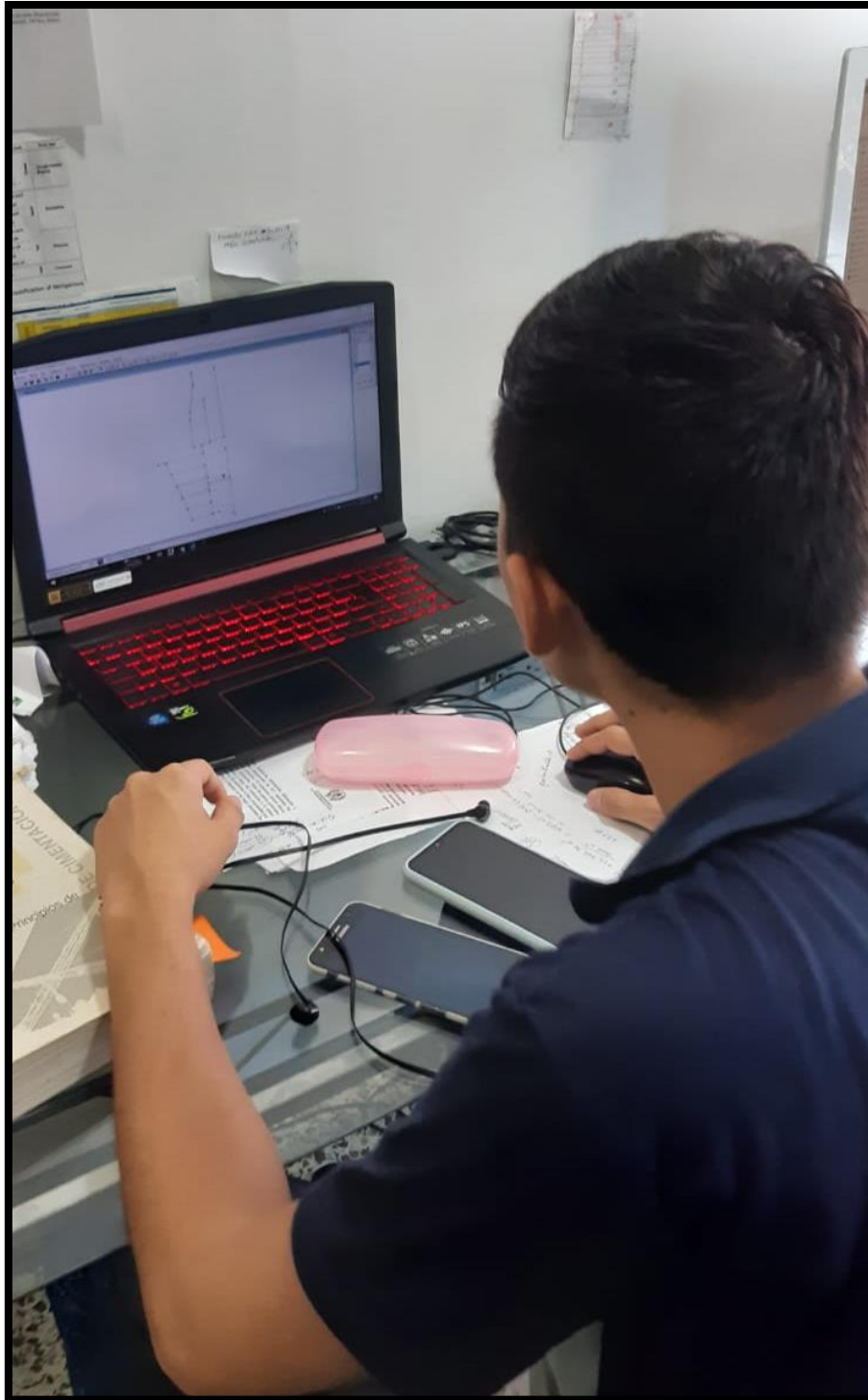
Anexo 9. Tomografía en el predio Juan Bonet



Anexo 10. Tomografía en el predio Juan Bonet



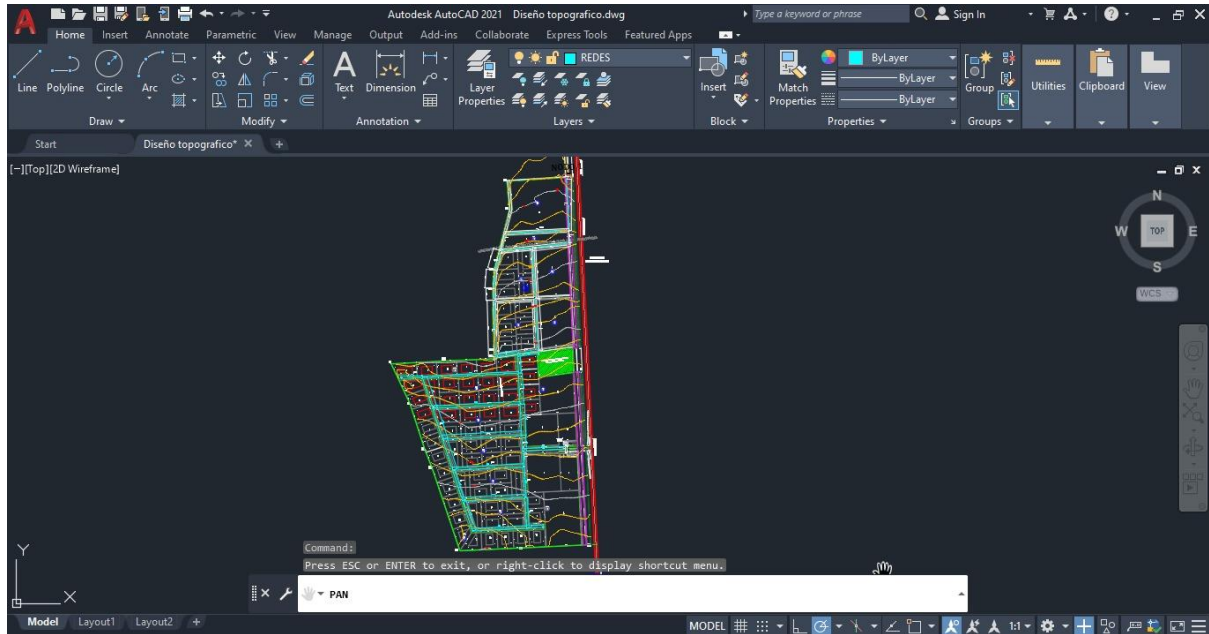
Anexo 11. Proceso de diseño de la red de distribución



Anexo 12. Proceso de diseño de la red de distribución



Anexo 13. Diseño en AutoCAD



Anexo 14. Diseño en AutoCAD

