



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 15 de Marzo de 2024

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Adonis Alexxis Mosquera Losada, con C.C. No. 1003801482,

Cristian Mauricio García Ibarra, con C.C. No. 1003802640,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

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

titulado Diseño del sistema de acueducto y alcantarillado de los barrios La Unión y Los Andes del centro poblado La Ulloa del municipio de Rivera-Huila

presentado y aprobado en el año 2024 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:

Adonis Alexxis Mosquera Losada

Firma:

Adonis Mosquera

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Cristian Mauricio García Ibarra

Firma:

C. García Ibarra

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 4

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
MOSQUERA LOSADA	ADONIS ALEXXIS
GARCIA IBARRA	CRISTIAN MAURICIO

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

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL

FACULTAD: INGENIERÍA

PROGRAMA O POSGRADO: INGENIERÍA CIVIL

CIUDAD: NEIVA

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2024

NÚMERO DE PÁGINAS: 114

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

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					    ISO 9001 ISO 14001 ISO 45001 iQNet	
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO							
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 4

Diagramas___ Fotografías **X** Grabaciones en discos **X** Ilustraciones en general **X** Grabados___
 Láminas___ Litografías___ Mapas **X** Música impresa___ Planos **X** Retratos___ Sin ilustraciones___
 Tablas o Cuadros **X**

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: Microsoft Word / Adobe Reader

MATERIAL ANEXO:

ANEXO A. PLANO LOTEADO - TOPOGRAFÍA
 ANEXO B. NODOS Y CONSUMOS
 ANEXO C. PRESIONES DE ACUEDUCTO
 ANEXO D. PLANO RED DE ACUEDUCTO
 ANEXO E. PRESUPUESTO ACUEDUCTO, APU Y COMPONENTES
 ANEXO F. PLANOS ALCANTARILLADO
 ANEXO G. TABLAS DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO
 ANEXO H. PLANO ESTRUCTURAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
 ANEXO I. DISEÑO ESTRUCTURAL – ESTRUCTURAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
 ANEXO J. DESPIECE DE REFUERZO
 ANEXO K. PRESUPUESTO ALCANTARILLADO, APU Y COMPONENTES
 ANEXO L. LISTADO USUARIOS ANDES Y UNIÓN

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. <u>Diagnóstico</u>	<u>Diagnosis</u>	6. <u>Proyección</u>	<u>Projection</u>
2. <u>Sistema</u>	<u>System</u>	7. <u>Acueducto</u>	<u>Aqueduct</u>
3. <u>Hidráulica</u>	<u>Hydraulic</u>	8. <u>Alcantarillado</u>	<u>Sewerage</u>
4. <u>Tratamiento</u>	<u>Treatment</u>	9. _____	_____
5. <u>Agua</u>	<u>Water</u>	10. _____	_____

	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 4

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

En el marco de este proyecto de grado, se busca beneficiar a la población que reside entre los barrios La Unión y Los Andes del centro poblado La Ulloa Rivera-Huila, puesto que dicha población carece de sistemas de acueducto y alcantarillado eficientes y sanitarios para solventar sus necesidades básicas de uso domiciliario.

Este proyecto cuenta con diferentes etapas que se realizaron a lo largo del estudio, comenzando con una investigación diagnóstica de los sistemas que han utilizado los residentes de la zona, teniendo en cuenta los parámetros exigidos por la normativa de la Resolución 330 de 2017 y las recomendaciones y procesos dados en el libro "Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados" de Ricardo Alfredo López Cualla 2ª. Edición. A su vez se recolectó información de la Alcaldía de Rivera, de la junta administrativa de servicios públicos C.P. La Ulloa y de la comunidad afectada con la finalidad de trabajar con mayor exactitud para la proyección de dichos sistemas con un periodo de diseño de 25 años.

Las actividades principales para cumplir el objetivo del presente trabajo fueron el diagnóstico de los sistemas de alcantarillado y acueducto con el que ya cuenta la zona, estudio topográfico de la zona, elaboración de diseños del sistema de acueducto con la ayuda del software de uso libre EPANET 2.0 y el sistema de alcantarillado, elaboración de planos y presupuesto final de cada sistema. En última instancia, se dieron recomendaciones para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas propuestos.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

This project is in order to benefit people living in La Unión and Los Andes e neighborhoods in "El Centro Poblado La Ulloa," Rivera-Huila. This population lacks of efficient water supply and sewage systems, as well as sanitary facilities to get their basic household needs.

The project has different steps conducted throughout the study, commencing with a diagnostic investigation of the systems used by the residents in the area. This considers the parameters required by the resolution 330 of 2017 and follows the recommendations and processes outlined in the book "Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados" by Ricardo Alfredo López Cualla, 2nd Edition. Additionally, information was gathered from the municipal government of Rivera, the administrative board of public services C.P. La Ulloa, and the affected community to work with greater accuracy in projecting these systems over a 25-year design period.

The key activities to achieve the objective of this work involves diagnosing the existing sewage and water supply systems in the area, conducting a topographic survey, designing the water supply system using the EPANET 2.0 open-source software, designing the sewage system, and creating final plans and budgets for each system. Finally, recommendations were provided to ensure the proper functioning of the proposed systems.

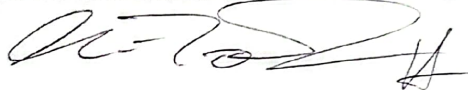
APROBACION DE LA TESIS

Vigilada Mineducación

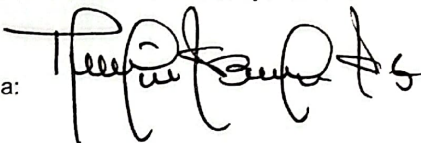
La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de 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 4 de 4

Nombre Presidente Jurado: Jackson Andrés Gil Hernández

Firma: 

Nombre Jurado: Marlio Bedoya Cardoso

Firma: 

Nombre Jurado: Mauricio Duarte Toro

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.



Diseño del sistema de acueducto y alcantarillado de los barrios La Unión y Los Andes del centro
poblado La Ulloa del municipio de Rivera-Huila

Adonis Alexxis Mosquera Losada & Cristian Mauricio García Ibarra

Universidad Surcolombiana

Facultad de ingeniería

Neiva-Huila, Colombia

2023

**Diseño del sistema de acueducto y alcantarillado de los barrios La Unión y Los
Andes del centro poblado La Ulloa del municipio de Rivera-Huila**

Adonis Alexxis Mosquera Losada
Cristian Mauricio García Ibarra

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

Asesor:
MSc. Jaime Izquierdo Bautista



Universidad Surcolombiana
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil
Neiva, Colombia
2023

Dedicatoria

A mi adorada madre, este logro es un tributo a tu amor y apoyo incondicional. Gracias por ser mi mayor inspiración y por alentarme en cada paso hacia esta meta que, hoy con alegría, he alcanzado. Tu sacrificio y aliento han sido mi guía constante.

Adonis Mosquera Losada.

Principalmente a Dios, fuente de paz, tranquilidad y fe. Para mi familia Crimaldos motor de mi vida, este homenaje no hubiese sido posible sin el esfuerzo de cada uno de ustedes, son claro ejemplo de amor sincero, éxito, proyección y agradezco cada mañana a Dios por darme la dicha de haber nacido en este seno familiar. Los amo.

Cristian Mauricio García Ibarra.

Agradecimientos

A mi familia, cimientos de mi educación y valores, por su dedicación incansable. A Aleja, sostén emocional, por su paciencia y aliento. A mis amigos Cristian, Víctor, Bahena y Felipe, por su compañía y colaboración inquebrantable. Al ingeniero Jaime Izquierdo, por su ayuda en la elaboración de este trabajo. A Bobby, compañero leal en todas las etapas, por acompañarme en las largas noches de este viaje académico y a todas las personas, docentes y compañeros, que dieron su valioso aporte en cada paso de este camino.

Adonis Mosquera Losada

Para mis padres José Aldrubal y Dora Lilia, por creer en mis capacidades, ser mi apoyo emocional y educarme en valores éticos y morales. Para mi hermana Dora Magaly mi ejemplo a seguir y compañía incondicional. Amigo y compañero Adonis Alexxis con quien hemos sacado adelante cada una de nuestras metas universitarias. Al ingeniero Jaime Izquierdo por sus tutorías y orientaciones académicas del presente proyecto. A mis amigos y compañeros universitarios por la disposición y contribución académica. Y por último a todos y cada una de las personas que han aportado su grano de arena en mi formación personal y profesional.

Cristian Mauricio García Ibarra.

Este trabajo de grado es fruto de su apoyo constante y de la inspiración que cada uno de ustedes ha aportado a mi vida. En cada línea escrita, veo reflejado el esfuerzo y la ayuda que me han brindado. Agradezco profundamente sus contribuciones a mi crecimiento académico y personal. Este logro es nuestro, y este trabajo lleva impreso el reconocimiento a quienes han sido mi apoyo constante.

Adonis Mosquera Losada & Cristian Mauricio García Ibarra.

Tabla de contenido

Resumen	11
Abstract	12
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES	13
1.1. Introducción	13
1.2. Antecedentes	14
1.3. Justificación.....	15
1.4. Objetivos	15
1.4.1. Objetivo general	15
1.4.2. Objetivos específicos.....	16
1.5. Delimitación	16
1.5.1. Espacio.	16
1.5.2. Cronológica	16
1.5.3. Alcance.....	16
CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL	17
2.1. Marco conceptual o teórico	17
2.1.1. Sistema de acueducto	17
2.1.2. Sistema de alcantarillado.....	21
2.2. Marco contextual.....	28
2.2.1. Localización general	28
2.3. Marco normativo	29
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	30
3.1. Etapa 1. Cuantificación de la población, parámetros y caudal de diseño	30
3.2. Etapa 2. Diagnóstico del sistema actual	31
3.3. Etapa 3. Diseño hidráulico del sistema	31
3.4. Etapa 4. Diseño estructural.....	32
3.5. Etapa 5. Presupuesto	32
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS	32
4.1. Sistema de acueducto	32
4.1.1. Etapa 1. Cuantificación de la población, parámetros y caudal de diseño	32
4.1.1.1. <i>Coefficientes y valores para considerarse en el proyecto</i>	32
4.1.1.1.1. Topografía y área tributaria	32
4.1.1.1.2. Cuantificación de la población adoptada.....	34

4.1.1.1.3.	Dotación de agua potable	36
4.1.1.2.	<i>Caudal de diseño</i>	36
4.1.1.2.1.	Dotación bruta o consumo total.....	37
4.1.1.2.2.	Caudal medio diario.....	38
4.1.1.2.3.	Caudal máximo diario	38
4.1.1.2.4.	Caudal máximo horario (Caudal de diseño)	39
4.1.2.	Etapa 2. Diagnóstico del sistema actual	40
4.1.3.	Etapa 3. Diseño hidráulico del sistema	45
4.1.3.1.	<i>Trazado de la red</i>	45
4.1.3.2.	<i>Modelación de la red en EPANET</i>	46
4.1.3.2.1.	Demanda de agua.....	47
4.1.3.3.	<i>Análisis de la modelación en EPANET</i>	51
4.1.4.	Etapa 4. Diseño estructural.....	54
4.1.5.	Etapa 5. Presupuesto	54
4.2.	Sistema de alcantarillado.....	56
4.2.1.	Etapa 1. Cuantificación de la población, parámetros y caudal de diseño	56
4.2.1.1.	<i>Coefficientes y valores para considerarse en el proyecto</i>	56
4.2.1.1.1.	Terreno y área tributaria	56
4.2.1.1.2.	Coefficiente de retorno	57
4.2.1.1.3.	Cuantificación de la población adoptada.....	57
4.2.1.2.	<i>Caudal de diseño</i>	57
4.2.1.2.1.	Caudal Doméstico.....	57
4.2.1.2.2.	Caudal de aguas residuales no domésticas	58
4.2.1.2.3.	Caudal medio diario.....	58
4.2.1.2.4.	Caudal máximo horario	58
4.2.1.2.5.	Caudal por conexiones erradas	59
4.2.1.2.6.	Caudal por infiltraciones	60
4.2.1.2.7.	Caudal de diseño.....	60
4.2.2.	Etapa 2. Diagnóstico del sistema actual	61
4.2.3.	Etapa 3. Diseño hidráulico del sistema	64
4.2.3.1.	<i>Red de alcantarillado</i>	64
4.2.3.1.1.	Ejemplo de diseño (Tramo pozo 27-28).....	65
4.2.3.2.	<i>Sistema de tratamiento de aguas residuales</i>	80

4.2.3.2.1.	Tratamiento preliminar -Trampa de grasa	80
4.2.3.2.2.	Tratamiento primario – Tanque séptico de acción múltiple	83
4.2.3.2.3.	Tratamiento secundario – Filtro anaerobio.....	87
4.2.4.	Etapa 4. Diseño estructural.....	90
4.2.4.1.	<i>Trampa de grasa</i>	90
4.2.4.2.	<i>Tanque séptico de acción múltiple</i>	91
4.2.5.	Etapa 5. Presupuesto	92
CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		95
5.1.	Conclusiones	95
5.2.	Recomendaciones.....	97
ANEXOS.....		102

Lista de tablas

Tabla 1 Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida	36
Tabla 2 Caudales de diseño	37
Tabla 3 Consumo promedio de agua	43
Tabla 4 Caudal en tubería.....	44
Tabla 5 Presupuesto Red de acueducto	55
Tabla 6 Borde libre en función de la relación Q/Q_0 máxima permitida	72
Tabla 7 Relaciones hidráulicas para conductos circulares (no/n variable)	73
Tabla 8 Pérdida de energía por cambio de dirección	79
Tabla 9 Resultados esperados el Tanque séptico de acción múltiple.....	80
Tabla 10 Caudales de diseño para el tratamiento de aguas residuales	81
Tabla 11 Resumen de trampa de grasa	83
Tabla 12 Profundidad útil tanque séptico	86
Tabla 13 Resumen de tanque séptico	87
Tabla 14 Resumen filtro anaerobio	89
Tabla 15 Datos iniciales trampa de grasa.....	90
Tabla 16 Refuerzo para trampa de grasa	91
Tabla 17 Datos iniciales TSAM	91
Tabla 18 Refuerzo para TSAM	92
Tabla 19 Presupuesto Sistema de alcantarillado.	93

Lista de figuras

Figura 1	Microcuenca	18
Figura 2	Línea de conducción.	19
Figura 3	Tanque de almacenamiento de agua potable.	19
Figura 4	Sistema de distribución ramificada.....	20
Figura 5	Sistema de distribución mallada.	21
Figura 6	Tanque séptico.....	27
Figura 7	Esquema TSAM.....	28
Figura 8	Localización de Municipio de Rivera.....	29
Figura 9	Puntos topográficos.	33
Figura 10	Curvas de nivel	34
Figura 11	Proyección de viviendas	35
Figura 12	Medidor 1.....	40
Figura 13	Medidor 2.....	41
Figura 14	Visita de campo para recolectar información.	41
Figura 15	Ubicación medidores	42
Figura 16	Abastecimiento de agua potable actual.....	43
Figura 17	Medición de caudal entrante al tanque de almacenamiento.	44
Figura 18	Red de distribución.	45
Figura 19	Ubicación red de distribución.....	46
Figura 20	Valores de entrada para modelación en EPANET.....	47
Figura 21	Ejemplo para nodo N_36.....	48
Figura 22	Propiedades de nodo N_36 en EPANET	49
Figura 23	Modelo de red de distribución de agua potable en EPANET	50

Figura 24 Ficha técnica de tubería PVC a usar.52

Figura 25 Aislar sectores de la red.53

Figura 26 Esquema general de hidrante de bajo caudal.53

Figura 27 Pozo séptico colapsado.62

Figura 28 Disposición de aguas residuales actualmente.63

Figura 29 Tubería a emplear en la red de alcantarillado.64

Figura 30 Trampa de grasa.....83

Resumen

En el marco de este proyecto de grado, se busca beneficiar a la población que reside entre los barrios La Unión y Los Andes del centro poblado La Ulloa Rivera-Huila, puesto que dicha población carece de sistemas de acueducto y alcantarillado eficientes y sanitarios para solventar sus necesidades básicas de uso domiciliario.

Este proyecto cuenta con diferentes etapas que se realizaron a lo largo del estudio, comenzando con una investigación diagnóstica de los sistemas que han utilizado los residentes de la zona, teniendo en cuenta los parámetros exigidos por la normativa de la Resolución 330 de 2017 y las recomendaciones y procesos dados en el libro “Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados” de Ricardo Alfredo López Cualla 2ª. Edición. A su vez se recolectó información de la Alcaldía de Rivera, de la junta administrativa de servicios públicos C.P. La Ulloa y de la comunidad afectada con la finalidad de trabajar con mayor exactitud para la proyección de dichos sistemas con un periodo de diseño de 25 años.

Las actividades principales para cumplir el objetivo del presente trabajo fueron el diagnóstico de los sistemas de alcantarillado y acueducto con el que ya cuenta la zona, estudio topográfico de la zona, elaboración de diseños del sistema de acueducto con la ayuda del software de uso libre EPANET 2.0 y el sistema de alcantarillado, elaboración de planos y presupuesto final de cada sistema. En última instancia, se dieron recomendaciones para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas propuestos.

Palabras clave: Diagnóstico, sistema hidráulico, tratamiento de agua, proyección, acueducto eficiente, alcantarillado.

Abstract

This project is in order to benefit people living in La Unión and Los Andes e neighborhoods in “El Centro Poblado La Ulloa,” Rivera-Huila. This population lacks of efficient water supply and sewage systems, as well as sanitary facilities to get their basic household needs.

The project has different steps conducted throughout the study, commencing with a diagnostic investigation of the systems used by the residents in the area. This considers the parameters required by the resolution 330 of 2017 and follows the recommendations and processes outlined in the book "Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados" by Ricardo Alfredo López Cualla, 2nd Edition. Additionally, information was gathered from the municipal government of Rivera, the administrative board of public services C.P. La Ulloa, and the affected community to work with greater accuracy in projecting these systems over a 25-year design period.

The key activities to achieve the objective of this work involves diagnosing the existing sewage and water supply systems in the area, conducting a topographic survey, designing the water supply system using the EPANET 2.0 open-source software, designing the sewage system, and creating final plans and budgets for each system. Finally, recommendations were provided to ensure the proper functioning of the proposed systems.

Keywords: Diagnosis, hydraulic system, water treatment, projection, efficient water supply, sewage system.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

1.1. Introducción

En Colombia es necesario contar con una buena infraestructura hidráulica para solventar las necesidades domiciliarias del sector urbano y rural, donde se carece de información en cuanto a los sistemas de alcantarillado y acueducto, ya que en el sector rural no cuentan con dichos sistemas de forma eficiente debido a la falta de estudios, recursos, gestión de proyectos o simplemente no se le da la suficiente atención ciudadana por parte del Estado.

Para el campo ingenieril hidráulico es necesario adoptar el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2017) el cual señala “los requisitos técnicos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos que utilicen las empresas de servicios públicos del sector, cuando la comisión respectiva haya resuelto por vía general que ese señalamiento es realmente necesario para garantizar la calidad del servicio y que no implica restricción indebida a la competencia” esto garantiza sobre el marco legal la calidad y cumplimiento de los servicios hidráulicos domiciliarios para todo sector del país provocando el mejoramiento de la calidad de vida.

Según el crecimiento de los barrios La Unión y Los Andes del CP La Ulloa del Municipio de Rivera, es conveniente el diagnóstico y diseño de los sistemas de alcantarillado y acueducto, a fin de una ampliación para beneficiar este sector que no cuentan con los respectivos servicios públicos.

En una empresa de servicios públicos es indispensable la prestación de los servicios domiciliarios de buena calidad para la totalidad de sus usuarios, como lo es el caso del rediseño y ampliación de los sistemas para los barrios Los Andes Y La Unión debido que es una población en el casco urbano, con la finalidad de mejorar la calidad de vida. Para llevar a cabo la prestación de estos servicios es necesario un diseño, equipos, maquinaria, personal especializado, administración y sostenimiento de los proyectos.

1.2. Antecedentes

A lo largo de la historia, el progreso de una sociedad se ha medido de diversas maneras, siendo las infraestructuras de agua indicadores clave. Las antiguas civilizaciones como la griega y la romana exhibían un alto desarrollo al contar con avanzadas presas, acueductos, baños públicos y sistemas de alcantarillado (iAgua, 2017); la necesidad de solventar el “saneamiento básico” de las comunidades para uso doméstico del suministro de agua potable y recolección de las aguas residuales, surgió desde el inicio de los tiempos, pero sólo hasta la invención en estas grandes antiguas civilizaciones se empezó a cubrir, mejorando notablemente la calidad de vida de las personas.

Los seres humanos usan el agua para varios y diferentes propósitos, entre los que se hallan la agricultura, la industria y el consumo doméstico. Es por esto, que se requiere contar con buenas fuentes hídricas y sistemas funcionales de acueducto que garanticen el suministro del servicio (Rueda et al, 2018). Como también, es indispensable invertir eficientemente en aguas residuales, pues los servicios de agua, saneamiento e higiene gestionados de forma segura son una parte esencial de la prevención de enfermedades y la protección de la salud humana (Banco Mundial, 2020).

Con los cambios de la constitución política de 1991 frente a la constitución de 1886 en Colombia se añadió la ley 142 de 1994 “por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”. Cuyos objetivos de ley son aumentar las inversiones del sector de agua potable y saneamiento a través de las gestiones municipales, mejorar la calidad y eficiencia de los servicios a través de la participación privada en los sectores más pobres del país, y establecer regulaciones autónomas a nivel nacional (Rodríguez y Rodríguez, 2018).

Todo ello innovaría la ingeniería hidráulica del país beneficiando a las familias colombianas, el acueducto y alcantarillado público domiciliario como es conocido hoy en día. Según Domínguez y Uribe (2005), los sistemas de acueducto y alcantarillado se originan principalmente como prevención a enfermedades como cólera, tifoidea, diarrea y hepatitis, causadas debido a la falta de tratamiento en las fuentes de agua potable que se hace llegar a los hogares, que a su vez ocasiona flujo de aguas residuales siendo descargados sin ningún tipo de tratamiento a recursos naturales de agua.

La función de los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales domésticas es preservar la salud de familias colombianas, eliminando infecciones causadas por las aguas residuales, mejorando la calidad de vida de todo aquel que cuenta con dicho servicio público; en un censo revelado por el DANE (2021), se dio a conocer que hasta el 2019 el 13.5 por ciento de la población colombiana no tenía acceso a acueducto público y solamente dentro del Departamento del Huila el 14.1 por ciento no contaba con acceso a acueducto. A su vez el 27 por ciento de los colombianos no contaba con acceso a alcantarillado público y dentro del Departamento del Huila el 34.9 por ciento no contaban con alcantarillado.

1.3. Justificación

El Barrio La Unión del C.P. La Ulloa, se encuentra ubicado al noreste del municipio de Rivera, perteneciente al Departamento del Huila. Actualmente los habitantes del barrio La Unión cubren sus necesidades de agua potable con tuberías conectadas de forma ineficiente al sistema principal de agua potable del centro poblado La Ulloa y sus desechos de aguas residuales están siendo desembocadas en pozos sépticos y terrenos contiguos. El barrio los Andes es un proyecto de urbanización localizado a 530m al noroeste del barrio la Unión.

Con respecto a esto, es relevante mencionar cómo los entes gubernamentales del país están dejando a un lado las necesidades básicas de un servicio público como lo es el acueducto y alcantarillado de los barrios La Unión y Los Andes del C.P. La Ulloa del municipio de Rivera-Huila. La finalidad de este proyecto es la elaboración de diseños del sistema de acueducto y alcantarillado para estos barrios en base con lo que ya cuenta el centro poblado La Ulloa, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes de dicho sector.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Proponer los sistemas hidráulicos que suministren los servicios públicos domiciliarios para los barrios La Unión y Los Andes del centro poblado La Ulloa del municipio de Rivera- Huila.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del sistema de acueducto y alcantarillado que ha utilizado la comunidad para el suministro de agua potable y disposición de aguas residuales.
- Diseñar un sistema de acueducto para los barrios La Unión y Los Andes del centro poblado La Ulloa del municipio de Rivera.
- Diseñar un sistema de alcantarillado para los barrios La Unión y Los Andes del centro poblado La Ulloa del municipio de Rivera.
- Plantear un presupuesto y cantidades de obra para realizar los sistemas de acueducto y alcantarillado.

1.5. Delimitación

1.5.1. Espacio.

Este proyecto tiene como espacio de estudio la comunidad de dos barrios La Unión y Los Andes del C.P. La Ulloa del municipio de Rivera Huila.

1.5.2. Cronológica

Para elaborar el presente proyecto, se invirtió un total de 6 meses, desde Julio de 2023 hasta diciembre del mismo año.

1.5.3. Alcance

En el presente proyecto se pretende elaborar los diseños del sistema de acueducto y el sistema de alcantarillado para los barrios La Unión y Los Andes ubicados en el C.P. La Ulloa, perteneciente al municipio de Rivera - Huila, como también el tramo que conectan estos barrios, donde actualmente no se cuenta con estos servicios. Estos diseños se realizan en base a la información obtenida de diferentes fuentes como el plan básico de ordenamiento territorial de Rivera (PBOT), inspecciones visuales en las visitas de campo, bases de datos geográficas o cartográficas y demás recursos de información.

CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco conceptual o teórico

2.1.1. Sistema de acueducto

Conjunto de sistemas y elementos cuya función es recoger, tratar, dirigir y transportar el agua a un punto determinado donde esta se necesite (Arkiplus, s.f.). El suministro de agua potable es de vital importancia para el desarrollo social y humano, para que las poblaciones eviten enfermedades y se mejore la calidad de vida (Ingeniería Civil y ambiental, s.f.).

2.1.1.1. Tipos de acueducto

Acueducto por gravedad: Este sistema garantiza el suministro de agua potable a todos los puntos sin el uso de elementos que propulsen el agua con energía externa a la gravedad, en este sistema la fuente de captación esta altimétricamente por encima de todos los puntos a abastecer y es sólo por acción de gravedad que se lleva agua a cada uno de estos (International Union for Conservation of Nature, 2010).

Acueducto por bombeo: En este sistema, la zona a abastecer está altimétricamente por encima de la fuente de suministro, por lo que, es necesario el uso de bombas para que impulsen el agua hasta tanques de almacenamiento y redes de distribución, cuando no está en uso la bomba la red funciona por gravedad teniendo como fuente el tanque de almacenamiento (IUCN, 2010).

2.1.1.2. Componentes del sistema de acueducto

El sistema de acueducto consta de varios elementos, desde el origen del agua a distribuir, hasta la red que reparte la misma, siendo los siguientes:

Microcuenca: Área geográfica donde al agua se acumula llegando a salidas principales llamadas nacimientos o desagües, abasteciendo una región sin llegar a desembocar en lagos, ciénagas o mares como en la figura 1 (Acueducto, 2014).

Figura 1
Microcuenca



Nota. Fuente Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad. USAID, 2016.

Captación: Es el proceso mediante el cual el agua es recogida por alguna estructura como bocatomas o pozos para ponerla a disposición del tratamiento de agua, estas estructuras deben ser ubicadas en zonas estratégicas, donde el suelo sea resistente a la erosión (López Cualla, 2003).

Transporte de Agua: El transporte de agua cumple a las necesidades del tipo de fluido, para transportar agua cruda, el termino correcto para referirse al tipo de transporte es *aducción*, en aducciones se puede transportar el agua en tuberías abiertas o cerradas, por otra parte, el termino usado para el transporte de agua tratada es *conducción*, que sólo se hace en tuberías cerradas como se muestra en la figura 2, normalmente con presiones superiores a la atmosférica (López Cualla, 2003).

Figura 2

Línea de conducción.



Nota. Fuente Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad. USAID, 2016.

Tratamiento de agua: Actualmente cualquier agua se debe tratar antes de ser consumida, para ello se emplean procesos como oxidación química, absorción, coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, siempre se debe incluir el cloro, con el objetivo de evitar la contaminación por patógenos durante la conducción (Acueducto, 2014).

Almacenamiento: En ocasiones el caudal demandado por la población es superior al suministro, por lo que, es necesario guardar agua en tanques como los de la figura 3 en los periodos que la demanda del líquido es menor que el suministro y así conseguir agua sin interrupciones en los periodos que la población necesite gran cantidad del líquido (López Cualla, 2003).

Figura 3

Tanque de almacenamiento de agua potable.



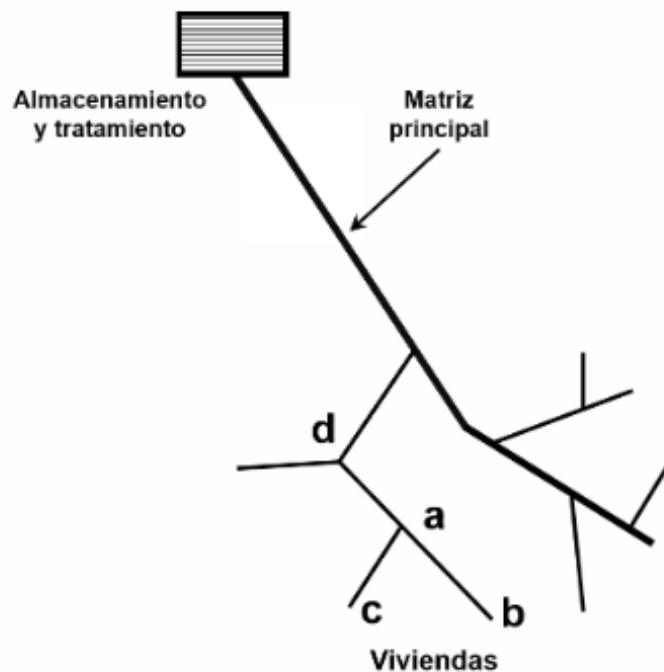
Nota. Fuente Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad. USAID, 2016.

Distribución: La distribución del agua se hace a través de la red de distribución, en donde se transporta el líquido desde la planta de tratamiento o el tanque de almacenamiento hasta la conexión del servicio (Gur & Spuhler, 2018). La red de distribución se divide en red matriz y red secundaria, esta primera es la que se encarga de mantener las presiones básicas, y generalmente no reparte agua en ruta, por otra parte, la red secundaria se deriva de la principal y distribuye le agua en sectores de la población (CARE & Avina, 2012).

Existen dos tipos básicos de red de distribución:

- **Ramificada:** En esta red la tubería principal parte varias ramificaciones o tubería secundaria a puntos ciegos, las redes con esta distribución suelen abastecer poblaciones con predios grandes y considerable separación entre viviendas como se muestra en la figura 4, como en veredas (USAID, 2016).

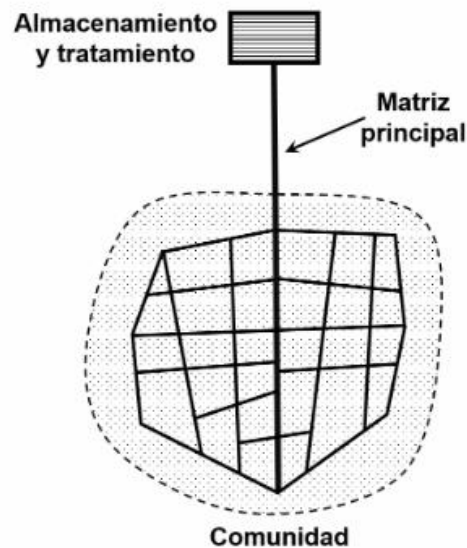
Figura 4
Sistema de distribución ramificada.



Nota. Fuente Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad. USAID, 2016.

- **Mallada:** En esta distribución el agua fluye por tuberías conectadas en malla como se muestra en la figura 5, cerrando el sistema optimizando las presiones y disminuyendo las pérdidas (Gur & Spuhler, 2018).

Figura 5
Sistema de distribución mallada.



Nota. Fuente Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad. USAID, 2016.

2.1.2. Sistema de alcantarillado

El sistema de alcantarillado es una red de tuberías e instalaciones complementarias, necesarias para recoger y evacuar aguas residuales que pueden ser de origen poblacional y/o escorrentía superficial producida por la lluvia. El sistema de alcantarillado surge como necesidad de salubridad pública debido a que se estaban contaminando las fuentes de agua potable ocasionando enfermedades epidemiológicas aumentando así la tasa de mortalidad humana. (López Cualla, 2003)

Un sistema con redes en mal estado puede ocasionar fugas u obstrucción del flujo de caudal ocasionando problemas de salud pública en el sector, siendo más perjudicial en niños de primera infancia (entre 1 a 6 años) puesto que es más común que presenten enfermedades infecciosas, hongos u otros patógenos asociados con el contacto de aguas residuales. Los municipios deben

tener un reporte diagnóstico donde se especifiquen el estado en que se encuentran las redes de alcantarillado con la finalidad de priorizar los recursos económicos y programación de mantenimientos o restauraciones necesarias de la red. (DANE,2014)

2.1.2.1. Tipos de aguas residuales

Aguas residuales domésticas: Estas aguas contienen variedad de desechos sólidos (generalmente materia orgánica biodegradable), materia fecal, sólidos suspendidos (materia inorgánica) y organismos patógenos, provenientes de actividades realizadas en el hogar como el lavado de platos, lavado de ropa, la descarga de inodoros, la preparación de alimentos y otros procesos domésticos.

Aguas residuales industriales: Son aquellas que se originan por procesos industriales o manufactureros, ya que la necesidad de hacer uso de este recurso hídrico es vital para la producción, contaminándose durante el proceso con sustancias específicas como productos químicos, metales pesados, grasas, aceites, materiales tóxicos que deben ser removidos antes de ser vertidos en el sistema de alcantarillado.

Aguas lluvias: También conocidas como aguas pluviales provenientes de la precipitación, generan un impacto en el aumento de caudal que ingresa al sistema de alcantarillado sobrecargando la capacidad para el cual fue diseñado, además de la conducción de sólidos suspendidos los cuales deben ser removidos previamente. (López Cualla, 2003)

2.1.2.2. Tipos de sistemas de alcantarillados

Sistema de alcantarillado convencional: Son los sistemas ampliamente estudiados, regidos por normativas locales, regionales y nacionales con la finalidad de certificar la calidad del sistema fundamentándose en parámetros como: densidad poblacional, tasa de crecimiento, precipitación del sector, topografía, entre otros. Los sistemas convencionales se clasifican así:

- **Alcantarillado separado**, es el sistema donde se trabaja por separado la red de alcantarillado sanitario y la red de alcantarillado pluvial.
- **Alcantarillado combinado**, es un único sistema que transporta las aguas residuales sanitarias y pluviales.

Sistema de alcantarillado no convencionales: Son los sistemas menos sostenibles, los cuales no cumplen la totalidad de los requisitos normativos ya que se adaptan a los recursos limitados de la población. Por lo general estos sistemas necesitan mayor control de caudal y un mantenimiento más consecutivo a comparación de un sistema convencional. Los sistemas no convencionales se clasifican así:

- **Alcantarillado simplificado**, este sistema se diseña bajo los mismos parámetros de un sistema convencional, pero reduciendo los diámetros y distancias entre pozos, a su vez instalando la red a una menor profundidad e implementando unas pendientes de menor inclinación. Con la finalidad de diseñar un sistema flexible a un costo menor.
- **Alcantarillados condominales**, son pequeñas redes de alcantarillado que transportan aguas residuales de un sector menor a 1 hectárea y se conecta a una red de alcantarillado convencional.
- **Alcantarillados sin arrastre de sólidos**, Son sistemas que elimina los sólidos provenientes de las aguas residuales filtradas previamente por un tanque interceptor el cual posteriormente distribuye el flujo de agua por tuberías de menor diámetro como tuberías de 2" ø. (SIAPA,2014)

2.1.2.3. Clasificación de tuberías

- **Iniciales o laterales.** Son las tuberías que solo recolectan aguas residuales domiciliarias.
- **Secundarias.** Tuberías que recolecta el caudal de dos o más tuberías iniciales.
- **Colector secundario.** Tubería por lo general de mayor diámetro que las iniciales y secundarias, que recibe el desagüe de dos o más tuberías secundarias.

- **Colector principal.** Tubería por lo general de mayor diámetro que el colector secundario, que recibe el caudal de dos o más colectores secundarios.
- **Emisario final.** Tubería que dirige la totalidad del desagüe de aguas residuales y/o pluviales hacia su desembocadura, ya sea una planta de tratamiento o vertedero a cuerpo de agua.
- **Interceptor.** Colector ubicado a un costado de un río o canal de forma paralela.

2.1.2.4. Tratamiento de aguas residuales

Es esencial el correcto tratamiento de aguas residuales por la salud humana y de ecosistemas. Este es un proceso integral que consiste en la eliminación de contaminantes presentes en las aguas residuales (domésticas, industriales y pluviales) antes de su devolución al medio ambiente o su reutilización (Baeza, 2018).

2.1.2.4.1. Tipos de tratamientos

Tratamientos físicos: Este tratamiento generalmente consiste en la separación de sólidos por métodos físicos, Como lo pueden ser el tamizado, separación, filtración, y precipitación de sólidos. Estos métodos se rigen por factores físicos contaminantes como la viscosidad, dimensión de partículas y flotabilidad (Rodríguez, 2020).

Tratamientos químicos: Son tratamientos que usan métodos donde se extraen propiedades químicas contaminantes o reactivos antes de ser vertidas nuevamente a cuerpos de aguas para su reutilización. Entre ellas se destacan la eliminación de hierro, oxígeno, fosfatos, nitratos, procesos electroquímicos, oxidación, intercambio de iones, coagulación, entre otras (Rodríguez, 2020).

Tratamientos biológicos: En este proceso se utilizan métodos aeróbicos o anaeróbicos con la finalidad de eliminar contaminantes coloidales, los cuales son microorganismos que generan sobre la materia en suspensión convirtiéndola en sólido sedimentado. Estos procesos pueden ser tales como:

- Lodos activos
- Filtros percoladores
- Biodigestión anaerobia
- Lagunas aireadas

2.1.2.4.2. Etapas de tratamiento

Pretratamiento: En esta etapa se eliminan los sólidos de mayor tamaño, arenas y grasas mediante el método de filtrado. A su vez se mide el caudal de aguas residuales que genera el sistema de alcantarillado. Por lo general en esta etapa también se hace un proceso de pre-aireación del sistema para reducir compuestos orgánicos volátiles disueltos en el agua residual, ya que estos desprenden una demanda química de oxígeno (DQO) con características mal olientes.

Tratamiento primario: Este tratamiento consiste en la eliminación de sólidos suspendidos y materiales de gran tamaño incluyendo procesos físicos como la sedimentación gravitatoria, flotador por aire disuelto (separación de partículas en suspensión mediante burbujas), tratamientos químicos y filtración donde posteriormente se añaden compuestos al caudal como aluminio, polielectrolitos floculantes, y sales férricas.

Tratamiento secundario: Se basa en la reducción de la carga biológica del agua. Usando metodologías para descomponer materia orgánica mediante procesos oxidantes bioquímicos como los tratamientos aeróbicos y anaeróbicos.

Tratamiento terciario: En esta etapa se eliminan agentes patógenos, bacterias provenientes de la materia fecal, aumentando la calidad ya que es la última etapa antes de que el agua residual vuelva a su ciclo hidrológico. Por ende, esta etapa se implementa para eliminar contaminantes específicos que no hayan sido completamente tratados en etapas anteriores. (Rodríguez, 2020)

2.1.2.4.3. Trampa de grasa

Es una estructura de desagüe diseñada para la retención de residuos grasos provenientes de aguas residuales de las cocinas domésticas y/o restaurantes comerciales que puedan manipular aceites o grasas. Su función principal es evitar que dichos aceites y/o grasas ingresen en el sistema de alcantarillado ya que podrían causar obstrucción en el flujo para el cual fue diseñada la red de alcantarillado. Otras funciones que cumplen las trampas de grasa serían:

- Recolección de grasas y aceites.
- Captura de sólidos y control de malos olores.
- Protección del sistema de alcantarillado.
- Prevención de contaminación ambiental.
- Facilitación del tratamiento de aguas residuales. (QUIMA, 2018)

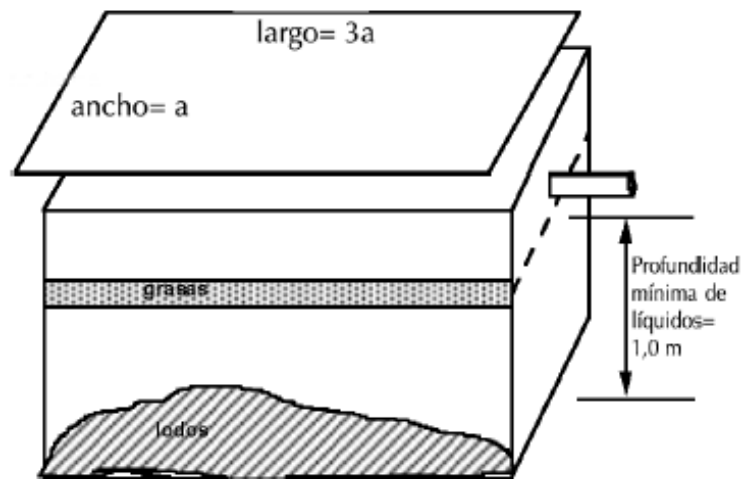
2.1.2.4.4. Tanques sépticos

Son estructuras subterráneas diseñadas para la retención, separación, descomposición y tratamiento de los desechos sólidos que hay en las aguas residuales. El proceso se basa en la separación de los desechos sólidos en capas, donde los sólidos más pesados se sumergen al fondo del tanque mientras que los aceites y grasas flotan en la superficie formando una capa como ve en la figura 6. La función de un tanque séptico sigue por lo general lo siguiente:

- Los sedimentos que están en contacto con aguas residuales entran al tanque.
- Dichos sedimentos se descomponen por acción bacteriana anaerobia.
- El agua residual permanece dentro del tanque durante cierto tiempo ya que fluye a una velocidad lenta.

- Los desechos sólidos más pesados caen al fondo del tanque formando una acumulación de lodos aislando los residuos de los recursos hídricos (Rosales,2005).

Figura 6
Tanque séptico.



Nota. Fuente Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones. Rosales Escalante, 2005.

2.1.2.4.5. Tanques sépticos de acción múltiple

Es un sistema de tratamiento de aguas residuales, basado en los componentes de un sistema de tanque séptico convencional (que cuenta con especificaciones establecidas por alguna normativa: nacional, regional o municipal), diferenciándose en que este tanque séptico se divide en varios componentes. Consta de:

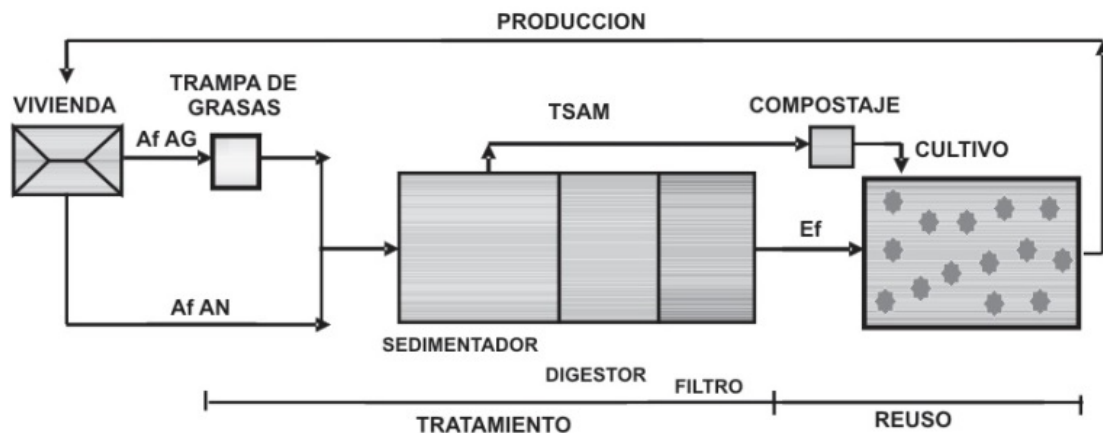
- Tratamiento primario: Tanque séptico (2 unidades)
- Tratamiento secundario: Campo filtrante /Pozo de absorción/Filtro anaerobio.

Se le denomina “tanque de acción múltiple”, a la conjugación en un solo bloque del sistema al tratamiento primario y secundario. Generalmente un tanque séptico de 2 compartimentos complementado con un filtro anaerobio (Valencia, 1997).

El Departamento del Huila (Colombia) fue objeto de estudio para Valencia et al, (2010), donde a raíz de su investigación hicieron una propuesta de sistemas descentralizados integrados y sostenibles para el tratamiento de aguas residuales domésticas, los cuales son caracterizados por el reúso y producción. Optimizando en costos, facilidad constructiva, mantenimiento y operación.

Valencia et al, (2010) propusieron 3 prototipos donde uno de ellos es el tanque séptico de acción múltiple (TSAM) con eficiencias teóricas de remoción de 80% en DBO, SS de 94%, G y A de 92%, 62% en N, P de 58% y 99% en CF; convirtiéndose en una alternativa para la contaminación de microcuencas, con una estructura que consta de un sedimentador como tratamiento primario, un digestor y filtro anaerobio de flujo ascendente como tratamiento secundario. Los lodos extraídos del sedimentador serán reutilizados en abono para cultivos. En la figura 7 se muestra un esquema del sistema.

Figura 7
Esquema TSAM



Nota. Fuente Esquema del sistema con tanque séptico de acción múltiple. Sistemas descentralizados integrados para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Valencia et al, 2010.

2.2. Marco contextual

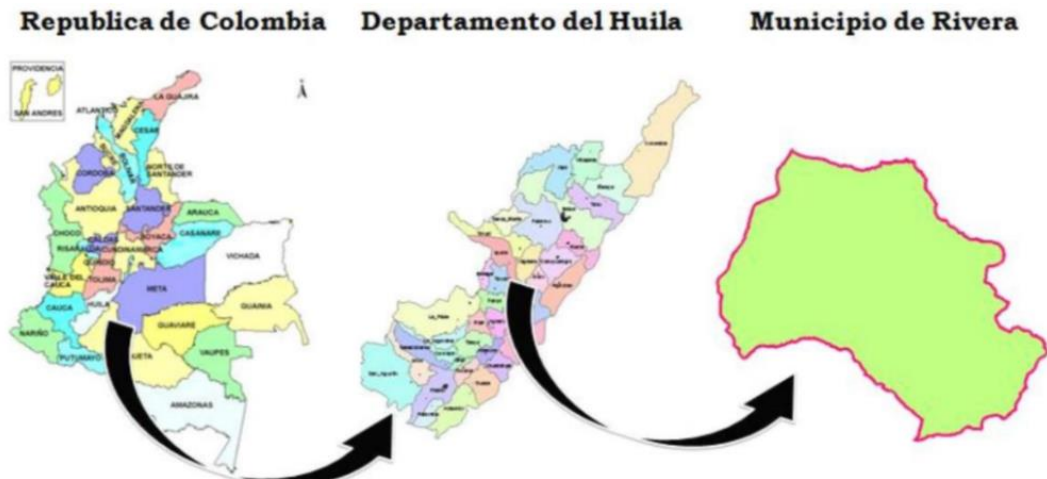
2.2.1. Localización general

Situado en el extremo oriental del Departamento del Huila, Rivera se encuentra entre el valle del Río Magdalena y el piedemonte de las estribaciones del flanco occidental de la cordillera

oriental. Existe una frontera al norte con Neiva, al sur con Campoalegre, al oriente con San Vicente del Caguán (Caquetá) y Algeciras, y al oeste con Palermo. Esta en promedio a 729 m.s.n.m., el centro del municipio se encuentra en las coordenadas 2° 47' 00" Latitud Norte y 75° 16' 00" Longitud Oeste.

Figura 8

Localización de Municipio de Rivera.



Nota. Fuente Plan Básico de Ordenamiento Territorial 2021-2035. Alcaldía de Rivera.

El municipio de Rivera está conformado por su cabecera municipal y 31 veredas, 3 centros poblados rurales, 4 centros poblados urbanos y 1 resguardo indígena. El Centro Poblado la Ulloa, hace parte de los centros poblados urbanos y se ubica al norte del casco urbano de Rivera a una distancia de 5 Km, sobre la Vereda La Ulloa.

2.3. Marco normativo

La ley 142 de 1994 expedida por el congreso de Colombia “Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”, busca velar por la calidad de los bienes de servicio público y su disposición final y asegurar la mejora de la calidad de vida de los usuarios.

Desde el año 2000 en Colombia las instalaciones sanitarias y de agua potable se han regido bajo el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000,

modificados o complementados inicialmente por las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009, teniendo como objetivo “señalar los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y sus actividades complementarias, señaladas en el Artículo 14, numerales 14.19, 14.22, 14.23 y 14.24 de la Ley 142 de 1994”. Ahora, Colombia se basa en la 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”; realizado por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y modificada parcialmente por la Resolución 799 de 2021.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

Para fácil entendimiento del presente informe, donde se diseña el sistema de acueducto y alcantarillado para los barrios La Unión y Los Andes del centro poblado La Ulloa, se dividieron los procesos de cada sistema por independiente, cada uno conformado por 5 etapas que clasifican las actividades y el orden de las mismas. Es decir, el sistema de acueducto y el sistema de alcantarillado se desarrollan con las mismas etapas, sin embargo, cabe recalcar que las metodologías se diferencian entre sí.

3.1. Etapa 1. Cuantificación de la población, parámetros y caudal de diseño

En esta etapa se calcularon los parámetros iniciales de diseño para el sistema de acueducto y alcantarillado:

Sistema de acueducto

- Población futura
- Dotación bruta y neta, de acuerdo con la Resolución 0330 de 2017
- Caudal máximo horario

Sistema de alcantarillado

- Población futura
- Caudal de diseño

3.2. Etapa 2. Diagnóstico del sistema actual

Se evaluaron las condiciones actuales de los sistemas existentes con los cuales la población ha cubierto la necesidad de abastecimiento de agua y disposición de aguas residuales, sabiendo que sólo el barrio La Unión está habitado actualmente y es el único que tiene sistemas hidráulicos.

3.3. Etapa 3. Diseño hidráulico del sistema

Durante esta etapa se elaboraron los cálculos y planos de los sistemas de acueducto y alcantarillado cumpliendo la normativa vigente, la Resolución 0330 de 2017. Todo acorde a las necesidades de la población futura. Para ello se tuvo que:

Sistema de acueducto

- Proponer la red de acueducto nueva.
- Modelar la red propuesta en software de uso libre EPANET.
- Dibujar la red con su respectiva ubicación, cotas y detalles en CIVIL 3D con licencia estudiantil.

Sistema de alcantarillado

- Proponer la red de alcantarillado nueva.
- Calcular la red en Excel siguiendo la metodología mostrada en el libro Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados (López Cualla, 2003).
- Diseñar las estructuras para el tratamiento de aguas residuales, trampa de grasa, tanque séptico y filtro anaerobio.
- Dibujar en CIVIL 3D la red con sus respectivas estructuras ubicación, perfiles, cotas y detalles.

3.4. Etapa 4. Diseño estructural

En esta etapa, se realiza el diseño estructural de los elementos propuestos en el sistema de alcantarillado, asegurando su correcto funcionamiento a lo largo de la vida útil esperada de la estructura. Entre estos elementos se encuentran la trampa de grasa y los tanques de acción múltiple, compuestos por tanques sépticos y filtro anaerobio. Se consideran siempre los parámetros establecidos en la normativa vigente para estructuras, en particular, el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), con un enfoque principal en su capítulo C.23 sobre Tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto.

3.5. Etapa 5. Presupuesto

En la fase final, se procedió primero al cálculo de las cantidades de obra; posteriormente, se recopiló información de precios en el mercado. Finalmente, se llevó a cabo la elaboración de los Análisis de Precios Unitarios (APU), mediante los cuales se obtuvo el presupuesto definitivo, incluyendo tanto los costos directos como los indirectos.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. Sistema de acueducto

4.1.1. Etapa 1. Cuantificación de la población, parámetros y caudal de diseño

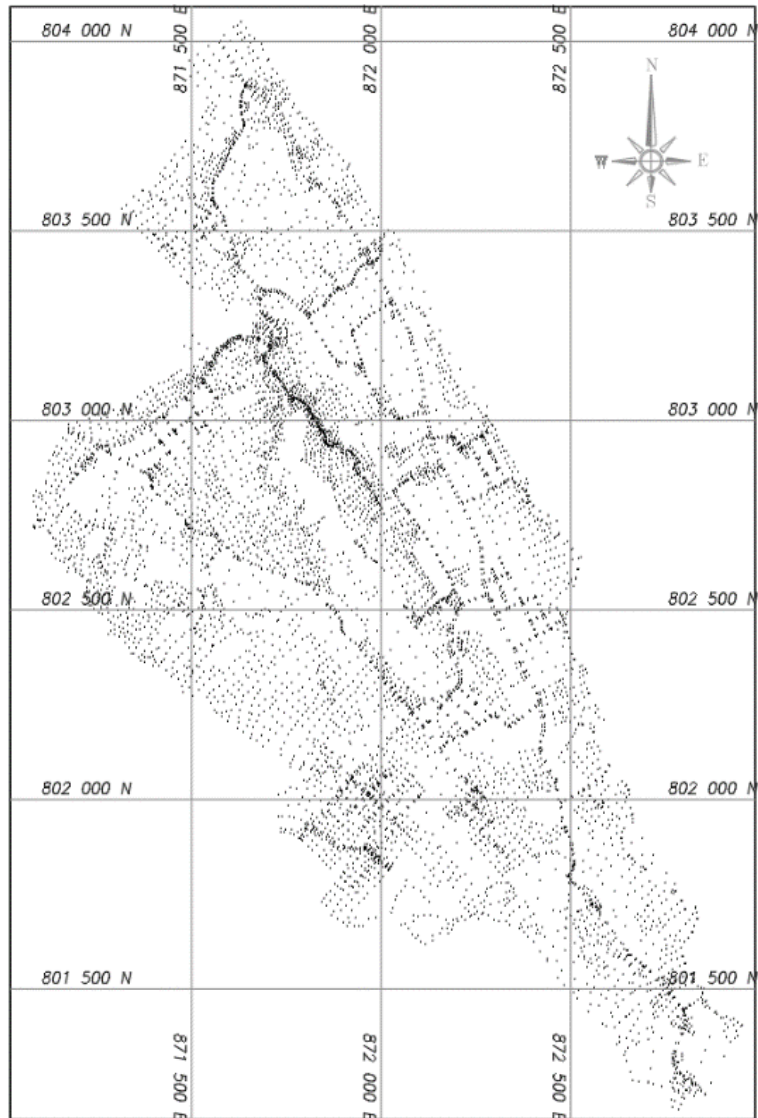
4.1.1.1. Coeficientes y valores para considerarse en el proyecto

4.1.1.1.1. Topografía y área tributaria

La topografía se graficó utilizando los datos encontrados en el PBOT (2021-2035) de Rivera dentro de los anexos de los estudios básicos del municipio, se utilizaron un total de 9881 puntos de

la cartera topográfica de Microsoft Excel para el C.P. La Ulloa y se exportaron a AutoCAD 2022 a través de la herramienta Civilcad para crear las curvas de nivel, en la figura 9 se observan los puntos graficados. Se sobrepuso la grilla de ubicación para tener referencia de la ubicación geográfica de la zona.

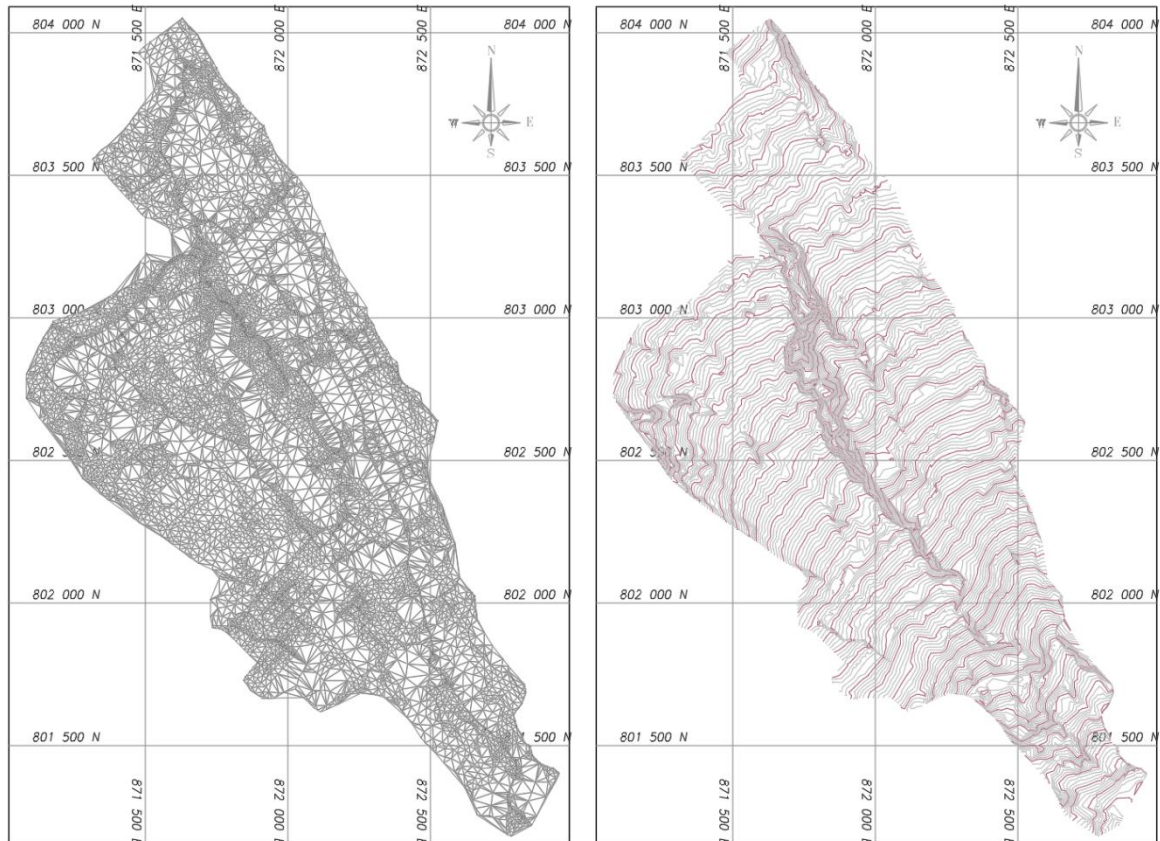
Figura 9
Puntos topográficos.



Para poder trazar las curvas de nivel, inicialmente se triangulan los puntos y luego se hacen las curvas de nivel en base a esos triángulos, en la figura 10 se muestra la triangulación y las curvas

de nivel del terreno obtenidas. Se sobrepuso la grilla de ubicación para tener referencia de la ubicación geográfica de la zona. La topografía se puede apreciar mejor en el Anexo A.

Figura 10
Curvas de nivel



Nota. Fuente puntos extraídos de PBOT (2021-2035) de Rivera. <https://onx.la/b82e0>

El valor del área tributaria que se toma para el proyecto está basado en la topografía graficada, donde se realizó una proyección de expansión de los barrios teniendo en cuenta el terreno óptimo y el área que dicha expansión cubre, el área tributaria cuantificada seria de 5.228 hectáreas.

4.1.1.1.2. Cuantificación de la población adoptada

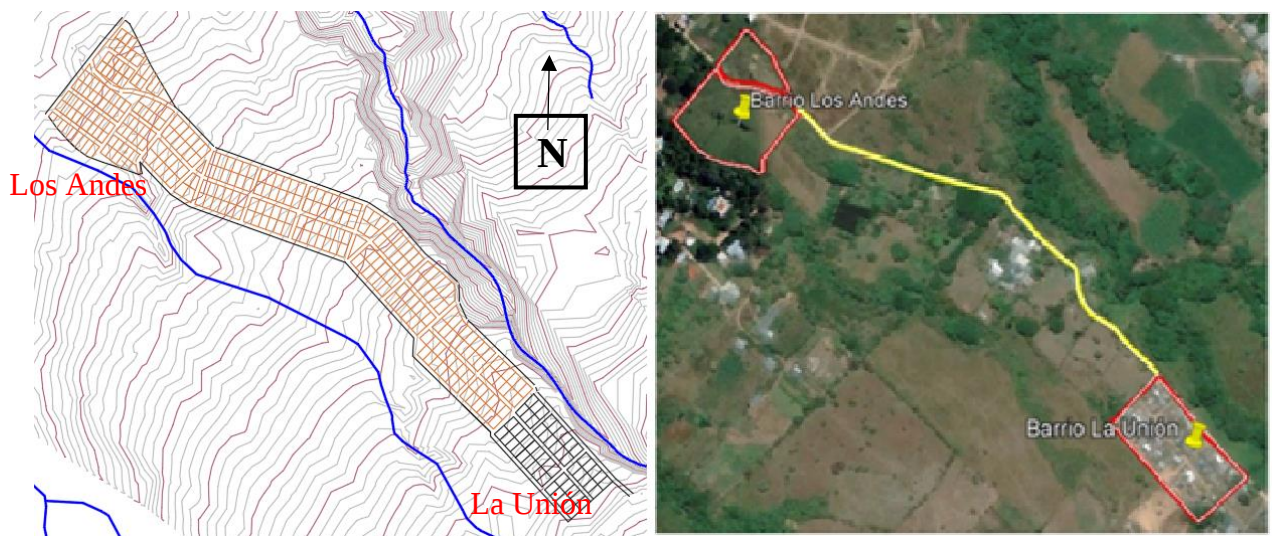
La comunidad del barrio La Unión del centro poblado La Ulloa del municipio de Rivera-Huila, conformado por 59 lotes residenciales y 2 lotes más destinados a parques y/o salón comunal y el barrio Los Andes se entiende ahora como proyecto aprobado por el PBOT de rivera 2021-

2035, aún no tiene distribución definida, por lo que no tiene lotes demarcados ni viviendas, pero se sabe que son 98 lotes. El listado de las personas beneficiadas por el proyecto se observa en el Anexo L, siendo estos los propietarios de cada lote de los barrios.

El área intermedia entre los barrios anteriormente mencionados se ocupa en este proyecto para la proyección de la población puesto que es el único terreno con posibilidad de expansión en esa zona, que sería el lado suroeste de la vía que une los barrios, puesto que en el lado noreste hay un drenaje natural y la topografía dificultaría la construcción de viviendas ahí.

Se proyectó una expansión de los barrios con la finalidad de calcular la cantidad de habitantes según el área de terreno óptimo para el crecimiento de dichos barrios, se propuso una distribución del área entre barrios para el uso de viviendas domiciliarias y vías de acceso; se diseñó una ampliación con un área promedio para cada vivienda de 128m² aproximadamente y para las vías de acceso se diseñó un ancho de calzada de 4.5 m como se muestra en la figura 11, se puede apreciar mejor en el Anexo A.

Figura 11
Proyección de viviendas



Una vez proyectado el trazado se obtuvo un total de 374 viviendas y para el cálculo de habitantes totales se estimó que para cada vivienda habitaban 5 personas; dando un total de 1870 habitantes como la población futura o de diseño.

4.1.1.1.3. Dotación de agua potable

El tipo de consumo determina por el sector predominante en la división del uso del suelo, si el área es residencial el consumo será doméstico (Corcho & Duque, 2005). Según el Artículo 43 de la Resolución 0330 de 2017, se expone que la dotación neta debe determinarse según la información histórica de los consumos de agua potable de los usuarios, siempre y cuando los datos sean consistentes; teniendo en cuenta que en todos los casos se debe usar un valor de dotación neta que no supere los máximos establecidos en la tabla 1.

Tabla 1

Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida

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

Nota. Fuente Resolución 0330 2017

Según la altura promedio sobre el nivel del mar de la zona atendida, que en el caso de los barrios La Unión y Los Andes es de 715 m.s.n.m., se cumple que la dotación neta máxima es de 140 *L/hab * dia*. Por efectos de diseño se opta por una dotación neta de 130 *L/hab * dia* para no trabajar con criterios tan críticos como lo es el máximo, cada habitante consume una cantidad máxima de 130 litros de agua al día.

4.1.1.2.Caudal de diseño

Según el Artículo 47 de la Resolución 0330 de 2017 los caudales de diseño varían según el componente del sistema de acueducto, para ellos se chequea la tabla 2.

Tabla 2
Caudales 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. Fuente Resolución 0330 2017

Se obtiene que para la red de distribución se debe diseñar con el caudal máximo horario (QMH).

4.1.1.2.1. Dotación bruta o consumo total

Siguiendo la Resolución 0330 de 2017, se requiere determinar la dotación bruta para llegar a diseñar cada uno de los componentes que conforman el sistema de acueducto que se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$D_{bruta} = \frac{D_{neta}}{1 - \%P} \quad (1)$$

Donde:

D_{bruta} , es la dotación bruta o consumo total.

D_{neta} , es la dotación neta máxima.

$\%P$, es el porcentaje de pérdidas técnicas máximas para diseño.

Según el Artículo 44 de la Resolución 0330 de 2017 “El porcentaje de pérdidas técnicas máximas en la ecuación anterior engloba el total de pérdidas esperadas en todos los componentes del sistema (como conducciones, aducciones y redes), así como las necesidades de la planta de tratamiento de agua potable, y no debe superar el 25%” es decir $\%P$ es igual al 25% para sistemas con conducción, aducciones y redes. Pero como el diseño que se está realizando solo corresponde

al de redes por ende se desprecia el porcentaje de pérdidas ya que se estaría sobre calculando la dotación bruta así que el %P adoptado es nulo:

$$D_{bruta} = \frac{D_{neta}}{1 - \%P} = \frac{130 \frac{L}{hab * Día}}{1 - 0} = 130 \frac{L}{hab * Día}$$

4.1.1.2.2. Caudal medio diario

Según López Cualla, 2003 “Es el caudal promedio obtenido de un año de registros y es la base para la estimación del caudal máximo diario y del máximo horario, este caudal, expresado en litros por segundo”. Se calcula según la siguiente ecuación:

$$Q_{medio} = \frac{p * D_{bruta}}{86400} \quad (2)$$

Donde:

Q_{medio} , es el caudal medio diario

D_{bruta} , es la dotación bruta

p , es la población proyectada o población futura

$$\begin{aligned} Q_{medio} &= \frac{p * D_{bruta}}{86400 \text{ seg}} \\ Q_{medio} &= \frac{1870 \text{ hab} * 130 \frac{L}{hab}}{86400 \text{ seg}} \\ Q_{medio} &= 2.814 \frac{L}{seg} \end{aligned}$$

El caudal medio diario para este proyecto es de 2.814 litros sobre segundo.

4.1.1.2.3. Caudal máximo diario

El caudal máximo diario es la demanda máxima que se presenta en un día del año. En otras palabras, representa el día de mayor consumo en el año. (López Cualla, 2003)

Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario (K1)

$$QMD = Q_{medio} * K1 \quad (3)$$

Donde según el párrafo 2° del Artículo 47 de la Resolución 0330 de 2017 “para poblaciones menores o iguales de 12.500 habitantes, al periodo de diseño, en ningún caso el factor K1 será superior a 1.3 ni el factor K2 superior a 1.6” por ende se adopta dichos valores, pues no se cuentan con registros históricos de macro medición. Donde el coeficiente de consumo máximo diario K1 de 1.3. Ahora:

$$QMD = 2.814 \frac{L}{seg} * 1.3$$

$$QMD = 3.658 \frac{L}{seg}$$

4.1.1.2.4. Caudal máximo horario (Caudal de diseño)

Corresponde a la demanda máxima que se presenta en una hora durante un año completo (López Cualla, 2003).

El caudal máximo horario, se calcula como el caudal medio diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario (K2), según la siguiente ecuación:

$$QMH = Q_{medio} * K2 \quad (4)$$

Donde el coeficiente de consumo máximo horario K2 es 1.6. Ahora:

$$QMH = 2.814L/s * 1.6$$

$$QMH = 4.502L/s$$

El caudal máximo horario para este proyecto es de 4.502 litros por segundo

4.1.2. Etapa 2. Diagnóstico del sistema actual

En la zona de estudio, sólo el barrio La Unión está habitado por lo que se analizaron los métodos que utiliza la población de este barrio para satisfacer sus necesidades básicas de agua potable. Al resto de la zona no se le hace diagnóstico puesto que no tiene en absoluto ningún sistema hidráulico.

Se visitó el barrio La Unión teniendo como anfitriones al Sr. Andrés Díaz, y al Sr. Reinel Valderrama, presidente y vicepresidente respectivamente de la asociación del barrio en cuestión, quienes nos mostraron la forma en la que se abastecen de agua potable, la comunidad logró conectar dos tubos PVC de ½” con medidores a la red de acueducto del C.P. La Ulloa con el permiso de la Junta administradora de servicios públicos como se evidencia en la figura 12 y figura 13.

Figura 12
Medidor 1



Figura 13
Medidor 2



Figura 14
Visita de campo para recolectar información.



Figura 15
Ubicación medidores



A su vez, el pago que se deba hacer según los medidores y se distribuye en partes iguales entre las familias que usan el agua, lo que en ocasiones genera desigualdad y desacuerdo con el monto a pagar por familia, pues algunos argumentan que hay familias que consumen mucha más agua que otras. De igual manera, el caudal que llega es insuficiente para la comunidad, pues no todas las viviendas pueden usar el agua simultáneamente.

El consumo de los últimos dos años se puede observar en la tabla 3, consumiendo en promedio 181.85 m³ al mes todo el barrio.

Tabla 3

Consumo promedio de agua

CONSUMO 2023 (m ³)			CONSUMO 2022 (m ³)		
Mes	Medidor 1	Medidor 2	Mes	Medidor 1	Medidor 2
Septiembre 2023	232	165	Diciembre 2022	214	180
Agosto 2023	207	144	Noviembre 2022	196	205
Julio 2023	212	106	Octubre 2022	144	152
Junio 2023	208	182	Septiembre 2022	211	153
Abril 2023	138	129	Agosto 2022	232	173
Marzo 2023	230	333	Julio 2022	266	207
Febrero 2023	174	222	Junio 2022	214	158
Enero 2023	155	128	Mayo 2022	142	178
Promedio	172,9	156,6	Abril 2022	220	208
			Marzo 2022	190	284
			Febrero 2022	196	241
			Enero 2022	190	220
			Promedio	201,3	196,6

Nota. Fuente Junta Administradora de Servicios Públicos del centro poblado La Ulloa.

La red que el barrio La Unión utiliza fue construida por la misma comunidad y no cumple ninguna normativa aplicable, algunas tuberías pasan cerca de los desemboques de aguas residuales, no están enterradas y las válvulas no tienen protección alguna, como se ve en la figura 16.

Figura 16

Abastecimiento de agua potable actual.



Cerca al barrio hay un tanque de almacenamiento de agua potable con capacidad para 90m³, para contemplar la posibilidad de dejar la red de distribución con dos suministros. Con la compañía del fontanero Mauricio Mosquera en nombre de la Junta administradora de servicios públicos de C.P. La Ulloa, se midió el tanque y el caudal que pasa por la tubería que llega al tanque en dos horarios diferentes del mismo día, en la figura 17 se evidencia como se hizo, los resultados se muestran en la tabla 4. Para la medición se utiliza el método volumétrico, donde se coloca un recipiente de volumen conocido a captar el agua mientras se toma el tiempo de llenado, así se divide el volumen entre el tiempo y se obtiene el caudal. Para este proyecto se usó un recipiente de 65L.

Figura 17
Medición de caudal entrante al tanque de almacenamiento.



Tabla 4
Caudal en tubería

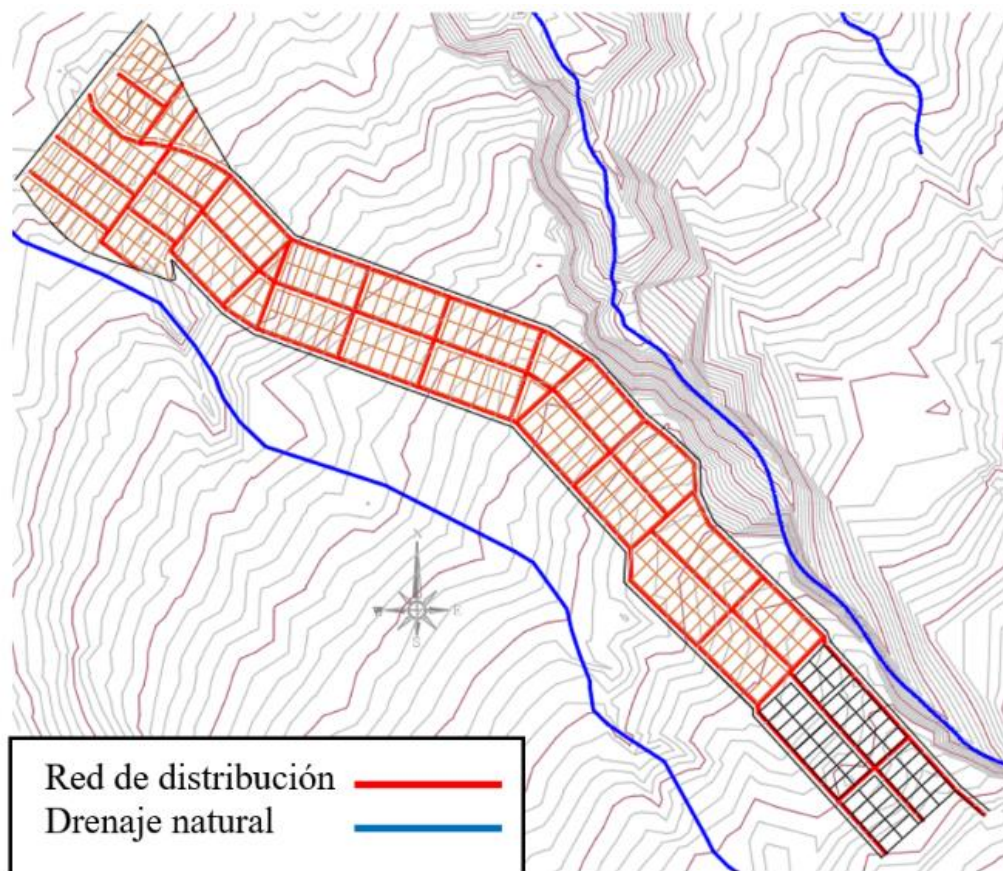
CAUDAL DE TUBERIA DE ENTRADA A TANQUE				
Para 65 Litros				
	Tiempo (s)	Caudal (L/s)		Tiempo (s) Caudal (L/s)
9:00 a.m.	15,67	4,148	3:00 P.m.	14,6 4,452
	14,82	4,386		15,65 4,153
	14,61	4,449		15,15 4,290
	15,12	4,299		15,12 4,299
	Prom. mañana	4,320		Prom. tarde 4,299
PROMEDIO			4,310 L/s	

4.1.3. Etapa 3. Diseño hidráulico del sistema

4.1.3.1. Trazado de la red

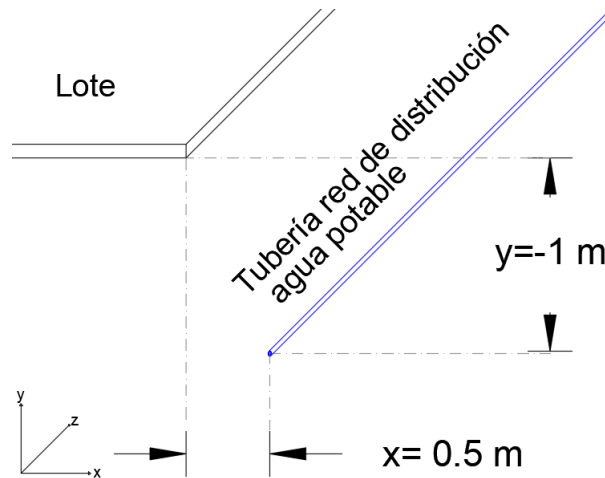
Se trazó la red de distribución de agua potable por los costados norte y oriente de las calles, dando acceso al sistema a toda la población apreciándose en la figura 18.

Figura 18
Red de distribución.



La ubicación de la tubería deber estar a una profundidad de 1m y horizontalmente distanciada 0.5m desde el paramento como se muestra en la figura 19 (Resolución 0330 de 2017).

Figura 19
Ubicación red de distribución.



4.1.3.2. Modelación de la red en EPANET

Para el cálculo de la red, se utilizó el software de uso gratuito EPANET 2.0, donde inicialmente se configuraron los valores iniciales para los cálculos, como definir el tipo de líquido que circulará por la red ingresando los valores del agua como peso específico y viscosidad relativa, como también determinar las ecuaciones a usar, en este proyecto se emplearon las de Hazen-Williams para hallar las pérdidas de presión en las tuberías en función del caudal, el diámetro y el coeficiente de rugosidad de la tubería que en este caso se considera para tuberías de PVC como 150.

El cálculo de demanda en nodos de la red se hizo con el caudal medio diario y se tomó un factor de demanda de 1.6, que es el K2, es decir, el factor de mayoración del caudal medio diario para obtener el caudal máximo horario, que en últimas es el caudal con el que se necesita diseñar la red. También se establece inicialmente el diámetro de la tubería por defecto como 3" o 83.42 mm. En la figura 20 se muestran algunas configuraciones y parámetros a considerar en la modelación.

Figura 20
Valores de entrada para modelación en EPANET

Opción	Valor por Defecto
Unidades de Caudal	LPS
Fórmula de Pérdidas	H-W
Peso Específico Relat.	1
Viscosidad Relativa	1
Máximo Iteraciones	40
Precisión	0.001
Caso de No Equilibrio	Continuar
Curva Modulac. por Defecto	1
Factor de Demanda	1.6
Exponente Emisores	0.5

☐ Guardar Valores por Defecto para futuros proyectos

Aceptar Cancelar Ayuda

Después de configurar los parámetros iniciales, se exporta la red a EPANET desde Civil 3D, se ingresan las cotas de las tuberías y se procede a calcular la demanda de agua por nodos.

4.1.3.2.1. Demanda de agua

$$Qm_n = q * L_{tn} \quad (5)$$

Donde

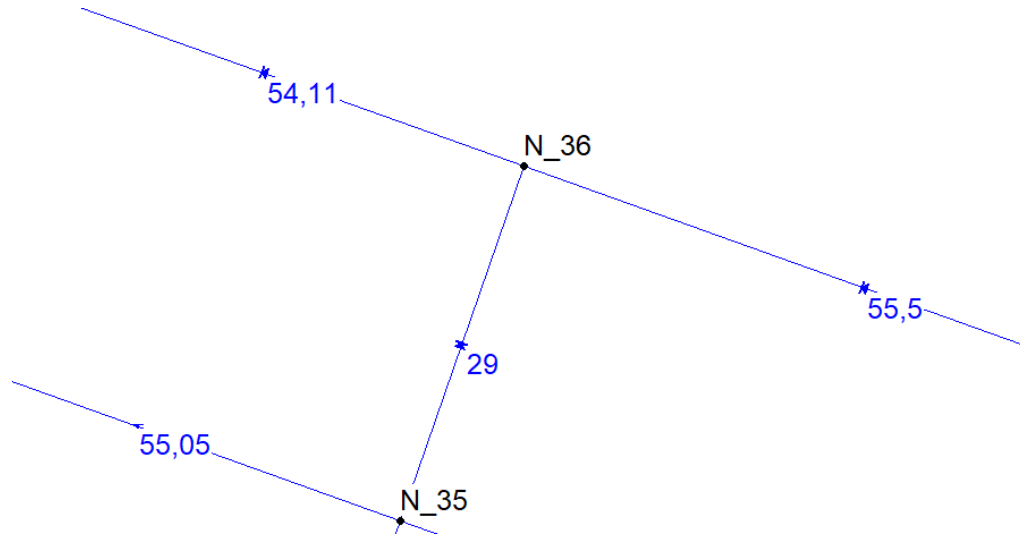
q : Caudal medio diario de circulación por metro de tubería

L_{tn} : Tubería entrante al nodo

La demanda base para cada nodo se calculó con relación a las longitudes de tubería, según el resumen de EPANET, el total de tubería a usar son 3339.806 metros lineales, el caudal medio diario ($Qmd = 2.8136 \text{ L/s}$) se dividió entre el total de tubería para hallar el caudal medio diario por metro de tubería y se calculó el total de tubería que llega al nodo en específico. Como ejemplo

se muestra el cálculo de la demanda base en el nodo N_36, se extrae un fragmento de la red propuesta mostrada en la figura 21, donde aparece la identificación del nodo en texto negro y las longitudes de la tubería en metros que le llegan en texto azul.

Figura 21
Ejemplo para nodo N_36



- Caudal medio diario de circulación por metro de tubería.

$$q = \frac{QMD}{\sum Long. tubería} \quad (6)$$

$$q = \frac{2.81366 \text{ L/s}}{3339.806 \text{ m}}$$

$$q = 0.00084246 \text{ L/s} * m$$

- Tubería entrante al nodo

La longitud de tubería entrante en el nodo se define como la mitad de la longitud de todas y cada uno de los tubos que en él convergen.

$$Lt_{36} = \frac{54.11m}{2} + \frac{55.5m}{2} + \frac{29m}{2}$$

$$Lt_{36} = 69.305 \text{ m}$$

$$Qm_{n36} = 0.00084246 \text{ L/s} * m * 69.305m$$

$$Qm_{n36} = 0.0584 \text{ L/s}$$

El caudal para diseño de la red de acueducto es el caudal máximo horario, que se obtiene de la multiplicación de caudal medio diario Qm_{n36} y K2, ingresado en EPANET como “Factor de demanda”, por lo que, el caudal trabajado en EPANET es de 0.09 L/s como se muestra en la figura 22. El resumen del cálculo de la demanda base para los demás nodos puede apreciarse en el Anexo B.

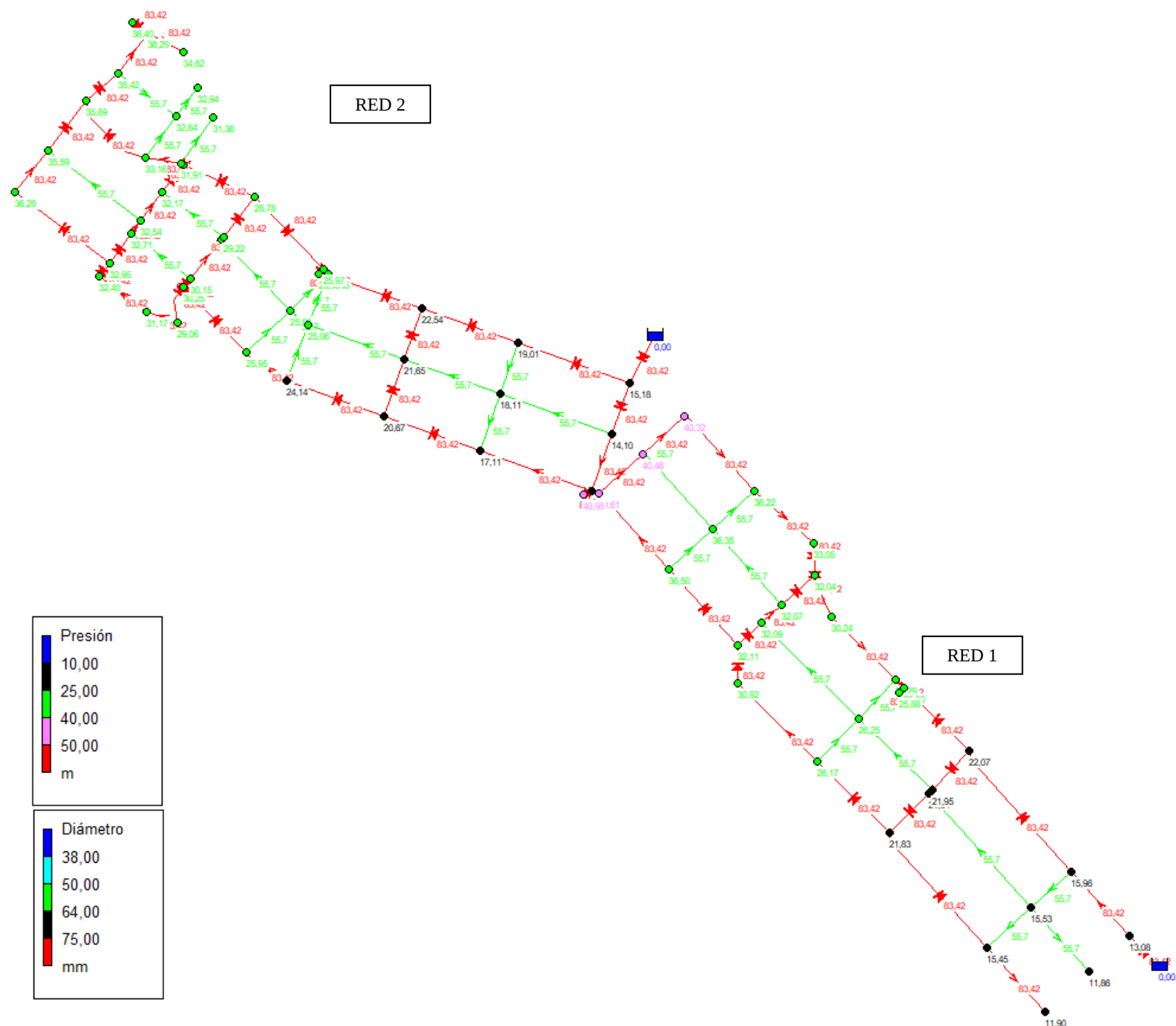
Figura 22

Propiedades de nodo N_36 en EPANET

Nudo de Caudal N_36	
Propiedad	Valor
*ID Nudo de Caudal	N_36
Coordenada X	871686,53
Coordenada Y	802596,07
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	702,6
Demanda Base	0,0584
Curva Modul. Demanda	
Tipos de Demanda	1
Coefficiente del Emisor	
Calidad Inicial	
Intensidad de la Fuente	
Demanda Actual	0,09
Altura Total	725,14
Presión	22,54
Calidad	0,00

Es así, como luego de ejecutar el modelo se obtienen las presiones del sistema, en la figura 23 se muestra el esquema de la red en EPANET, este software no cuenta con posibilidades de imprimir planos desde él mismo, es por eso que se exportó un plano desde EPANET a través de WaterCAD (con licencia de prueba) a AutoCAD 2022, donde se muestran las presiones y flujos del sistema con el objetivo de mostrar de manera legible el plano mostrado en el Anexo C.

Modelo de red de distribución de agua potable en EPANET



4.1.3.3. Análisis de la modelación en EPANET

La simulación se logró bajo diferentes parámetros para que cumpliera la normativa vigente para diseño de sistemas de acueducto, la Resolución 0330 de 2017, dicho parámetros fueron:

- Diámetro de tubería.

Siendo el diámetro mínimo para redes de distribución en zonas urbanas, se consideró un mallado principal en tubería de 3" y tuberías de 2" para la distribución interna del mallado.

- Presión.

La presión mínima permitida es 10 m.c.a. y la máxima de 50 m.c.a. en todos los puntos de la red de distribución. Inicialmente se propuso un sistema completo de 3" anclado al punto de suministro 1 ubicado en 870224.08N, 872085.02E (SM_1), pero las presiones en los puntos más altos no superaban los 8 m.c.a. y la presión en el punto más bajo estaba en 58.62 m.c.a. superior a la máxima permitida, por lo que se aprovechó el punto de suministro 2 ubicado en 802581.44N, 871812.15E (SM_2) para poder dividir la red en 2 y evitar el uso de válvulas reguladoras de presión ni aumentar el diámetro de la tubería. Así, se dividió al red en 2, (red 1 y red 2) cada una con un punto de anclaje independiente y se logró una presión mínima de 11,86 m.c.a. y una presión máxima de 40.95 m.c.a.

- Tubería.

Las especificaciones de las tuberías usadas se extrajeron del Manual técnico Tubosistemas PRESION PVC de PAVCO, las tuberías a usar son las mostradas en la figura 24.

Figura 24
 Ficha técnica de tubería PVC a usar.

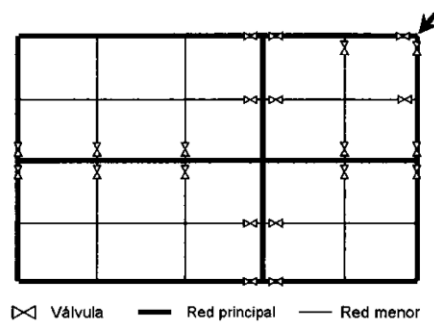
Tuberías Presión PAVCO WAVIN								
Diámetro Nominal		Referencia	Peso	Diámetro Exterior Promedio		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Promedio
mm	pulg.		g/m	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
RDE 9 PVC								
Presión de Trabajo a 23°C: 500 PSI								
21	1/2	2900266	218	21.34	0.84	2.37	0.09	16.60
RDE 11 PVC								
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
RDE 26 PVC								
Presión de Trabajo a 23°C: 160 PSI								
60	2	2900246	655	60.3	2.37	2.31	0.09	55.70
73	2.1/2	2900248	964	73.0	2.87	2.79	0.11	67.45
88	3	2900251	1438	88.9	3.50	3.43	0.13	82.04
114	4	2900254	2376	114.3	4.50	4.39	0.17	105.52
168	6	2904617	4759	168.3	6.62	6.48	0.25	155.32
RDE 32.5 PVC								
Presión de Trabajo a 23°C: 125 PSI								
88	3	2900256	1157	88.9	3.50	2.74	0.11	83.42
114	4	2900258	1904	114.3	4.50	3.51	0.14	107.28
RDE 41 PVC								
Presión de Trabajo a 23°C: 100 PSI								
114	4	2900261	1535	114.3	4.50	2.79	0.11	108.72

Nota. Fuente Manual tecnico Tubosistemas PRESION PVC, PAVCO.

- Válvulas

Se proponen válvulas de corte o mariposa por la red con el objetivo de aislar zonas en caso de rotura o incendio y se pueda atender al resto de la poblacion de manera ininterrumpida. Las válvulas se ubicaron una a la salida de cada conexión, las demas estan ubicadas a lo largo de la red, siguiendo recomendaciones de Lopez Cualla para aislar sectores de la red como se muestra en la figura 25.

Figura 25
Aislar sectores de la red.



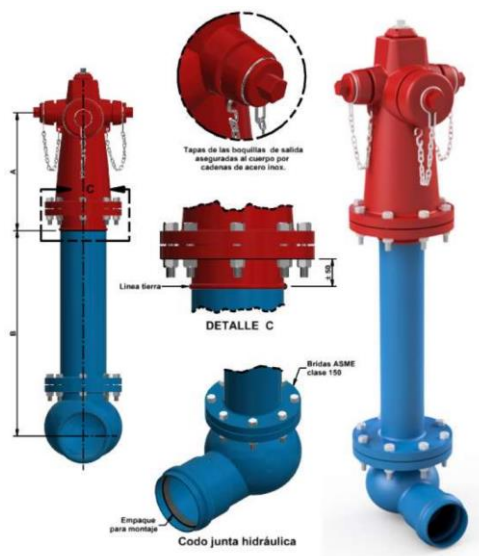
Nota. Fuente Elementos de Diseño de Acueducto y Alcantarillado. López Cualla. 2ª. Edición, 2003.

Se propuso también una válvula de purga al final de cada red, una por cada punto de suministro.

- Hidrantes

Según el Artículo 70 de la Resolución 0330 de 2017, se debe cumplir con un caudal de incendios mínimo de 5 L/s para poblaciones con menos de 12500 habitantes y se deben ubicar a máximo 300 m de separación entre hidrantes, se proponen dos hidrantes para la red, uno por cada red o punto de suministro, serán hidrantes tipo pedestal barril seco 3" o 75mm, se muestran en la figura 26.

Figura 26
Esquema general de hidrante de bajo caudal.



Nota. Fuente Hidrante tipo pedestal barril seco para redes de acueducto, epm.

En el Anexo C se muestran las presiones y caudales de cada nodo e hidrante como también en el Anexo D se ve el plano que muestra gráficamente el diseño de la red completa.

4.1.4. Etapa 4. Diseño estructural

En este sistema no se propuso ninguna estructura especial, por lo que esta etapa se omite de la metodología para el diseño del sistema de acueducto y alcantarillado de los barrios La Unión y Los Andes del centro poblado La Ulloa del municipio de Rivera-Huila.

4.1.5. Etapa 5. Presupuesto

Para determinar el presupuesto de obra general de la red de acueducto diseñada, se consideraron varios criterios al momento de aplicar el análisis respectivo de los materiales a emplear, del personal a contratar y de los tiempos de ejecución.

El presupuesto completo se muestra en el Anexo E, donde se plasman las actividades consideradas para la correcta construcción de la obra y el análisis de precios unitarios (APU) de cada actividad donde los rendimientos fueron considerados de la revista Construdata y la página web DataCauca, con precios de materiales, mano de obra, equipos y transportes actualizados al 2023. Para el proyecto se determinó un A.I.U. (Administración, Imprevistos y Utilidades) del 24%.

El costo que se consideró para el proyecto tiene un valor de \$461.208.184,20 (CUATROCIENTOS SESENTA Y UN MILLONES DOSCIENTOS OCHO MIL CIENTO OCHENTA Y CUATRO PESOS COLOMBIANOS), en la tabla 5 se puede observar, tiene el presupuesto para la red de acueducto los barrios la unión y los andes del centro poblado la Ulloa del municipio de rivera-huila.

Tabla 5
Presupuesto Red de acueducto

	PRESUPUESTO		Vigente desde:		
			Noviembre 30 del 2023		
OBRA "DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA"					
SISTEMA DE ACUEDUCTO					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	PRELIMINARES				\$ 36.192.325,18
1,1	Localización y replanteo. Incluye: materiales, equipos y comisión topográfica.	ML	3.339,80	\$ 3.872,87	\$ 12.934.611,23
1,2	Señalización área de trabajo cumpliendo con el manual de señalización vial vigente.	ML	3.339,80	\$ 6.199,84	\$ 20.706.228,14
1,3	Campamento y almacén de material	UND	1,00	\$ 2.551.485,82	\$ 2.551.485,82
2	EXCAVACION				\$ 95.776.796,22
2,1	Excavación a todo factor manual. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.	M3	3.206,21	\$ 29.872,30	\$ 95.776.796,22
3	RELLENO				\$ 50.501.703,88
3,1	Material soporte en instalación de tubería. Cama de arena de Base 0.10 metros y 0.15 metros por encima de la cota clave de la tubería. Incluye material granular	M3	318,98	\$ 90.711,77	\$ 28.935.239,31
3,2	Relleno de brecha con material seleccionado de la excavación con compactación mecánica tipo canguro, capa máxima de 20 cm. IP< 13%, según Norma Invías 2012, Dm = según PM.95%	M3	2.887,23	\$ 14.584,50	\$ 42.108.776,57
4	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE				\$ 28.991.759,08
4,1	Recolección y cargue de material sobrante en volqueta hasta el botadero. Distancia menor a 5 Km. Factor de expansión de 1,4	M3	467,57	\$ 62.004,91	\$ 28.991.759,08
5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA A PRESIÓN PVC				\$ 112.479.745,23
5,1	Suministro e instalación de Tubería unión mecánica presión de Ø2" RDE 26 PVC	ML	1.241,04	\$ 16.296,48	\$ 20.224.577,53
5,2	Suministro e instalación de Tubería unión mecánica presión de Ø3" RDE 21 PVC	ML	2.098,89	\$ 43.954,33	\$ 92.255.167,70
6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS A PRESIÓN				\$ 20.070.819,17
6,1	Suministro e instalación de tee 3 x 3" PVC	UND	44,00	\$ 58.924,51	\$ 2.592.678,48
6,2	Suministro e instalación de tee 2 x 2" PVC	UND	1,00	\$ 14.901,28	\$ 14.901,28
6,3	Suministro e instalación de cruz PVC 4 vías de 3" PVC	UND	1,00	\$ 200.150,88	\$ 200.150,88
6,4	Suministro e instalación de cruz PVC 4 vías de 2" PVC	UND	6,00	\$ 101.227,65	\$ 607.365,90

6,5	Suministro e instalación de buje reducción PVC presión de 3" a 2" PVC	UND	33,00	\$ 42.972,88	\$ 1.418.105,06
6,6	Suministro e instalación de tapón unión mecánica de 2" PVC	UND	3,00	\$ 69.093,08	\$ 207.279,25
6,7	Suministro e instalación de tapón unión mecánica de 3" PVC	UND	2,00	\$ 104.665,75	\$ 209.331,50
6,8	Suministro e instalación de codo 45° unión mecánica de 2" PVC	UND	1,00	\$ 28.475,08	\$ 28.475,08
6,9	Suministro e instalación de codo 90° unión mecánica de 3" PVC	UND	7,00	\$ 95.875,96	\$ 671.131,73
6,10	Suministro e instalación de codo 45° de 3" PVC	UND	17,00	\$ 71.538,96	\$ 1.216.162,34
6,11	Suministro e instalación de válvula de bola 3" borde liso	UND	37,00	\$ 348.790,21	\$ 12.905.237,65
7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HIDRANTES				\$ 9.694.238,48
7,1	Suministro e instalación de hidrante tipo pedestal barril seco 3" (75mm) válvula en codo junta rápida 232 psi (16 bar) 2 boquillas de 2 1/2"	UND	2,00	\$ 4.847.119,24	\$ 9.694.238,48
TOTAL COSTOS DIRECTOS					\$ 374.249.699,24
AIU	ADMINISTRACIÓN			18%	\$ 68.246.000,00
	IMPREVISTOS			1%	\$ 3.742.496,99
	UTILIDAD			4%	\$ 14.969.987,97
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					\$ 86.958.484,96
COSTO TOTAL DE LA OBRA					\$ 461.208.184,20

4.2. Sistema de alcantarillado

4.2.1. Etapa 1. Cuantificación de la población, parámetros y caudal de diseño

4.2.1.1. Coeficientes y valores para considerarse en el proyecto

4.2.1.1.1. Terreno y área tributaria

El terreno es el mismo, por lo que la topografía es la misma contemplada para el sistema de acueducto. El valor del área tributaria es el mismo que se tomó en el sistema de acueducto, un área tributaria de 5.228 hectáreas.

4.2.1.1.2. Coeficiente de retorno

Es el porcentaje de dotación de agua potable suministrada por el acueducto propuesto para los barrios Los Andes, La Unión y la población proyectada, este porcentaje retorna al alcantarillado como aguas residuales. El porcentaje considerado en el presente proyecto es de 85% por el Artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017, pues es el valor que se considera cuando no se tiene información previa al respecto.

4.2.1.1.3. Cuantificación de la población adoptada

La población atendida por el sistema de alcantarillado será la misma que la población atendida por el sistema de acueducto, se obtuvo un total de 374 viviendas y para el cálculo de habitantes totales se estimó que para cada vivienda habitaban 5 personas; dando un total de 1870 habitantes como la población futura o de diseño.

4.2.1.2. Caudal de diseño

4.2.1.2.1. Caudal Doméstico

Para el cálculo del caudal doméstico se adopta la ecuación formulada según la proyección de población la cual se encuentra en el Artículo 134 de la Resolución 0330 del 2017, la ecuación es:

$$Q_D = \frac{C_R * P * D_{neta}}{86400} \quad (7)$$

Donde

C_R : según la Resolución 0330 de 2017 es “el coeficiente de retorno (C_R) el cual debe estimarse a partir de análisis de información existente en la localidad y/o de mediciones de campo realizadas por la persona prestadora del servicio. De no contar con datos de campo, se debe tomar un valor de 0.85.” como no se cuenta con información existente se adopta un valor de C_R de 0.85.

P: es el número de habitantes proyectados al periodo de diseño o la población futura o población de diseño.

D_{Neta} : es la dotación neta de agua potable proyectada por habitante (L/habitante*día).

Reemplazando en la ecuación de Q_D sería tal que así:

$$Q_D = \frac{0.85 * 1870 \text{ hab} * 130 \left(\frac{L}{\text{hab} * \text{día}} \right)}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}}$$

$$Q_D = 2.392 \frac{L}{\text{seg}}$$

4.2.1.2.2. Caudal de aguas residuales no domésticas

Hace referencia a las zonas netamente industriales, comerciales e institucionales donde se debe elaborar un análisis específico de aportes de aguas residuales. Como para esta red de alcantarillado sanitario se proyectó únicamente viviendas de uso doméstico o residencial, entonces el caudal industrial, comercial e institucional es nulo.

4.2.1.2.3. Caudal medio diario

Se calcula el caudal medio diario como la suma de los aportes de caudal doméstico, industrial, comercial e institucional. Como solo se cuentan con aportes de caudal doméstico y los demás fueron despreciados, entonces, el caudal medio diario será igual al caudal doméstico 2.392L/s.

$$Q_{\text{medio diario}} = 2.392 \text{ L/s} \quad (8)$$

4.2.1.2.4. Caudal máximo horario

Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el factor de mayoración el cual se halla con mediciones de campo, los cuales tengan en cuenta los patrones de consumo de la población. Como hay ausencia de dichos datos de campo, se debe estimar con las ecuaciones aproximadas,

teniendo en cuenta las limitaciones que puedan presentarse en su aplicabilidad. Este valor debe estar entre 1.4 y 3.8.

Según la ecuación de *Harmon*, donde López Cualla, 2003 dice “para poblaciones entre mil y un millón (1.000 – 1’000.000) de habitantes $Q_{máx\ horario} = Q_{medio\ diario} * \left[\frac{18+\sqrt{P}}{4+\sqrt{P}} \right]$ siendo P la población expresada en miles de habitantes”. Se hace uso de la ecuación de *Harmon* ya que cumple con los rangos de población (1870 habitantes):

$$Q_{máx\ horario} = Q_{medio\ diario} * \left[\frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \right]$$

Donde

P: Población dividida entre 1000 para ser expresada en miles de habitantes.

$$Q_{máx\ horario} = 2.392 \frac{L}{seg} * \left[\frac{18 + \sqrt{\frac{1870}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{1870}{1000}}} \right]$$

$$Q_{máx\ horario} = 2.392 \frac{L}{seg} * 3.608$$

Factor mayoración dentro de los rangos 1.4 y 3.8.

$$Q_{máx\ horario} = 8.630 \frac{L}{seg}$$

4.2.1.2.5. Caudal por conexiones erradas

De acuerdo con el ítem 5 del Artículo 134 de la Resolución 0330 del 2017 dice “caudal de conexiones erradas. Los aportes por conexiones erradas deben estimarse a partir de la información existente en la localidad. En ausencia de esta información deberá utilizar un valor máximo de $0.2 \frac{L}{seg*ha}$ ” por ende para el cálculo de caudal de conexiones erradas en $\frac{L}{seg}$ se debe multiplicar el $0.2 \frac{L}{seg*ha}$ por 5.228 hectáreas.

$$Q_{\text{Conexiones erradas}} = 0.2 \frac{L}{\text{seg} * \text{ha}} * 5.228 \text{ ha}$$

$$Q_{\text{Conexiones erradas}} = 1.046 \frac{L}{\text{seg}}$$

4.2.1.2.6. Caudal por infiltraciones

Seguendo el ítem 6 del Artículo 134 de la Resolución 0330 2017 dice “ el caudal de infiltración debe estimarse a partir de aforos en el sistema y de consideraciones sobre la naturaleza y permeabilidad del suelo, la topografía de la zona y su drenaje, la cantidad y distribución temporal de la precipitación, la variación del nivel freático con respecto a las cotas clave de las tuberías, las dimensiones, estado y tipo de tuberías, los tipos, número y calidad constructiva de uniones y juntas, el número de estructuras de conexión y demás estructuras, y su calidad constructiva. Ante la ausencia de información, se debe utilizar un factor entre 0.1 y 0.3 $\frac{L}{\text{seg} * \text{ha}}$, de acuerdo con las características topográficas, de suelos, los niveles freáticos y la precipitación de la zona del proyecto”. Como en este caso no se cuenta con información necesaria para estimar un valor de caudal, entonces, se utiliza un valor de 0.3 $\frac{L}{\text{seg} * \text{ha}}$ como caudal de infiltración el cual debe multiplicarse por el área tributaria para estimar su valor en $\frac{L}{\text{seg}}$. De la siguiente forma:

$$Q_{\text{infiltración}} = 0.3 \frac{L}{\text{seg} * \text{ha}} * 5.228 \text{ ha}$$

$$Q_{\text{infiltración}} = 1.568 \frac{L}{\text{seg}}$$

4.2.1.2.7. Caudal de diseño

Según el ítem 7 del Artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017, “el caudal de diseño se obtiene sumando el caudal máximo horario, los aportes de infiltración y conexiones erradas. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menos que 1.5 $\frac{L}{\text{seg}}$, debe adoptarse este ultimo valor como caudal de diseño para el tramo”.

$$Q_{diseño} = Q_{\max horario} + Q_{infiltración} + Q_{conexiones erradas} \quad (9)$$

$$Q_{diseño} = 8.630 \frac{L}{seg} + 1.568 \frac{L}{seg} + 1.046 \frac{L}{seg}$$

$$Q_{diseño} = 11.244 \frac{L}{seg}$$

$11.244 \frac{L}{seg}$ es el caudal de diseño que resulta de toda la red de alcantarillado sanitario, en el Anexo F se hace énfasis de cada tramo teniendo en cuenta la topografía y el diseño de la red.

4.2.2. Etapa 2. Diagnóstico del sistema actual

Como se mencionó anteriormente, en la zona de estudio sólo el barrio La Unión está habitado, así que se realizó el diagnóstico solo a este barrio. En compañía del presidente y vicepresidente de la asociación de vivienda La Unión se hizo un recorrido por el barrio observando la manera en que las personas desechan las aguas residuales y se notó que las aguas provenientes de inodoros se enviaban a pozos sépticos, uno en cada vivienda construidos sin diseño hidráulico previo, algunos pozos de la zona baja del barrio se hallan llenos, a diferencia de los pozos en zonas más altas, asumiendo así que la infiltración de las aguas residuales de los pozos hace que estas se transporten a pozos altimétricamente más bajos y/o que el suelo de estos pierdan capacidad de infiltración, algunos de estos pozos están en pésimas condiciones, pues a primera vista se ve la losa superior colapsada, como se muestra en la figura 27.

Figura 27
Pozo séptico colapsado.



Las aguas provenientes de duchas, lavamanos, sifones y lavaplatos no se mandan a los pozos sépticos para no saturarlos, estas se envían a través de mangueras de polietileno a un terreno aledaño, a pequeños canales al borde de la vía o simplemente a la vía sin más, como se observa en la figura 28.

Figura 28
Disposición de aguas residuales actualmente.



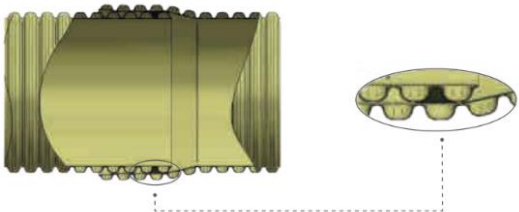
4.2.3. Etapa 3. Diseño hidráulico del sistema

4.2.3.1. Red de alcantarillado

Una vez definido el caudal que transcurre por cada tramo de la red de alcantarillado, se hace el cálculo hidráulico de la red de colectores según el capítulo 14 y 15 del libro de López Cualla. Considerando los parámetros para el correcto diseño como lo son:

- La normativa de la Resolución 0330 de 2017.
- Plano topográfico del área tributaria de los barrios Los Andes y La Unión del C.P. La Ulloa del municipio de Rivera – Huila.
- La profundidad mínima a la clave de la tubería debe ser de 1.2 m con respecto a la rasante de la calzada, aunque en tramos iniciales puede llegar a ser hasta de 0.75 m.
- Material de la tubería de alcantarillado corrugada NTC 3722 - 3 GERFOR de la figura 29, con un coeficiente de rugosidad de Manning, n , igual a 0.01.

Figura 29
Tubería a emplear en la red de alcantarillado.

TABLA DE ESPECIFICACIONES		
		
Especificaciones	NTC 3722 - 3	NTC 5055
Dimensión	110 mm a 500 mm	24" a 48"
Longitud	6.0 m	6.5 m
Rigidez (min)	4 KN/m ² y 8 KN/m ² (28 PSI y 57 PSI)	28 PSI y 46 PSI
Manning	0.009 a 0.011	
Color	Amarillo	
Estructura	Doble Pared (Interior liso y Exterior corrugado)	
Material	Poli Cloruro de Vinilo - PVC	
Sistema Unión	Mecánica con sello elastomérico	
Temperatura de trabajo	23° C	
Tipo de flujo	Flujo Libre	

Nota. Especificaciones técnicas de la tubería de alcantarillado corrugada NTC 3722-3, GERFOR (2022).

- La velocidad máxima sin importar el material del que este hecho la tubería, no debe sobrepasar el límite de 5 m/seg para evitar la abrasión de la tubería.
- El empate de los colectores en los pozos se realiza por medio de la línea de energía (cota de energía).
- El esfuerzo cortante (τ) mínimo para sistemas de alcantarillado sanitarios simplificados es de $1.0 \frac{N}{m^2}$ al que está ligado la velocidad mínima, pues esta se limita a la cortante mínima.
- Diámetro mínimo, para la red de colectores de un alcantarillado sanitario convencional debe ser de 170 mm o 8" comerciales (Artículo 140 de la Resolución 0330 de 2017).
- La pendiente del colector se calcula inicialmente con 1.2 m de profundidad a la cota clave. Posteriormente este valor se puede ajustar con el objetivo que se logre cumplir con la velocidad mínima y el cortante mínimo. Además de optimización de tiempo y costos en el rendimiento de obra.

En el Anexo G se describe los diferentes parámetros de cada tramo como lo es el diámetro de la tubería, pendiente, velocidad, esfuerzo cortante, energía específica, pérdidas en el pozo y cotas.

4.2.3.1.1. Muestra del cálculo de diseño (Tramo pozo 27-28)

Se tomará como muestra el diseño del tramo entre el pozo 27 y pozo 28 para el cálculo hidráulico de la red de colectores.

Datos iniciales para el tramo 27-28

- Tramo: De pozo 27 a pozo 28
- Longitud del tramo: 34.028 m
- Área tributaria parcial del tramo: 0.067 hectáreas
- Área tributaria total del tramo: 1.009 hectáreas
- Población total del tramo: 361 habitantes

- Material de tubería: PVC tubería de alcantarillado corrugada NTC 3722 - 3 GERFOR.
- Coeficiente de Manning: 0.01
- Coeficiente de retorno: 0.85
- Coeficiente de infiltración: $0.3 \frac{L}{seg*ha}$
- Coeficiente de conexiones erradas: $0.2 \frac{L}{seg*ha}$
- %Área: 100% doméstico.
- Caudal de diseño del tramo: $2.37 \frac{L}{seg}$
- Pendiente del tramo: 0.38% o 0.00382
- Profundidad del pozo 27: 1.53 m; cota rasante del pozo 714.060 m.s.n.m.
- Profundidad del pozo 28: 1.81 m; cota rasante del pozo 714.021 m.s.n.m.

Densidad de población $\left(\frac{hab}{ha}\right)$

$$D = \frac{P}{A} \quad (10)$$

Donde

P: Población total

A: Área poblacional total

$$D = \frac{1870 \text{ hab}}{5.228 \text{ ha}}$$

$$D \approx 358 \frac{hab}{ha}$$

Población servida (habitantes)

$$P_{servida} = A_{parcial} * D + \sum P_{aguas arriba} \quad (11)$$

Donde

$A_{parcial}$: Área parcial del tramo.

D: Densidad de población.

$P_{aguas arriba}$: Población aguas arriba.

$$P_{servida} = 0.067 \text{ ha} * 358 \frac{\text{hab}}{\text{ha}} + 113 \text{ hab} + 224 \text{ hab}$$

$$P_{servida} = 24 \text{ hab} + 113 \text{ hab} + 224 \text{ hab}$$

$$P_{servida} = 361 \text{ hab}$$

Aporte unitario de aguas residuales domésticas $\left(\frac{L}{\text{seg} * \text{ha}} \right)$

$$Q = \frac{CR * D_{neta} * D}{86400} \quad (12)$$

Donde

CR : Coeficiente de retorno.

D_{neta} : Dotación neta.

D : Densidad de población.

$$Q = \frac{0.85 * 130 \frac{L}{\text{hab} * \text{día}} * 358 \frac{\text{hab}}{\text{ha}}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}}$$

$$Q = 0.457 \frac{L}{\text{seg} * \text{ha}}$$

Aporte unitario ponderado $\left(\frac{L}{\text{seg} * \text{ha}} \right)$

$$\bar{q} = \sum q_i * \%_i \quad (13)$$

Donde

q_i : Aportes unitarios aferentes correspondientes a cada colector.

$\%_i$: Porcentaje del uso del suelo correspondientes a cada colector.

$$\bar{q} = 0.457 \frac{L}{\text{seg} * \text{ha}} * \frac{100}{100}$$

$$\bar{q} = 0.457 \frac{L}{\text{seg} * \text{ha}}$$

Caudal medio diario de aguas residuales $\left(\frac{L}{seg}\right)$

$$\bar{Q}_i = \bar{q}_i * A_i + \sum \bar{Q}_{aguas\ arriba} \quad (14)$$

Donde

$\bar{q}_i$: Aportes unitarios aferentes correspondientes a cada colector.

A_i : Área parcial correspondiente a cada colector.

$\bar{Q}_{aguas\ arriba}$: Caudales recibidos por el colector aguas arriba.

$$\bar{Q}_i = 0.457 \frac{L}{seg * ha} * 0.067 ha + 0.144 \frac{L}{seg} + 0.287 \frac{L}{seg}$$

$$\bar{Q}_i = 0.461 \frac{L}{seg}$$

Coefficiente de mayoración (F), método *Harmon*

$$F = \left[\frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \right] \quad (15)$$

Donde

P: Población servida para cada colector (en miles de habitantes, como se especifica en el apartado 4.2.1.2.4 del presente documento).

$$F = \left[\frac{18 + \sqrt{\frac{361 hab}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{361 hab}{1000}}} \right]$$

$$F = 4.043$$

Caudal máximo horario de aguas residuales $\left(\frac{L}{seg}\right)$

$$Q_{\max \text{ horario}} = \bar{Q}_i * F \quad (16)$$

Donde

$\bar{Q}_i$: Caudal medio diario de aguas residuales a cada colector.

F : Factor mayoración a cada colector.

$$Q_{\max \text{ horario}} = 0.461 \frac{L}{seg} * 4.043$$

$$Q_{\max \text{ horario}} = 1.866 \frac{L}{seg}$$

Caudal de infiltración $\left(\frac{L}{seg}\right)$

$$Q_{inf} = C_{inf} * A_{total} \quad (17)$$

Donde

C_{inf} : Coeficiente de infiltración.

A_{total} : Área total a cada colector.

$$Q_{inf} = 0.3 \frac{L}{seg * ha} * 1.009 ha$$

$$Q_{inf} = 0.303 \frac{L}{seg}$$

Caudal de conexiones erradas

$$Q_{CE} = C_{CE} * A_{total} \quad (18)$$

Donde

C_{CE} : Coeficiente de conexiones erradas.

A_{total} : Área total a cada colector.

$$Q_{CE} = 0.2 \frac{L}{seg * ha} * 1.009 ha$$

$$Q_{CE} = 0.202 \frac{L}{seg}$$

Caudal de diseño $\left(\frac{L}{seg}\right)$

$$Q_{diseño} = Q_{max\ horario} + Q_{inf} + Q_{CE} \quad (19)$$

Donde

$Q_{max\ horario}$: Caudal máximo horario a cada colector.

Q_{inf} : Caudal de infiltración a cada tramo.

Q_{CE} : Caudal de conexiones erradas a cada tramo.

$$Q_{diseño} = 1.866 \frac{L}{seg} + 0.303 \frac{L}{seg} + 0.202 \frac{L}{seg}$$

$$Q_{diseño} = 2.37 \frac{L}{seg}$$

Nota: Según el Artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017, el caudal mínimo de diseño es $1.5 \frac{L}{seg}$, se debe adoptar en casos de que el caudal sea menor a este.

Diámetro teórico de la tubería (m)

$$D = 1.548 * \left(\frac{n * Q_{diseño}}{\frac{1}{S^2}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad (20)$$

Donde

n : Coeficiente de rugosidad de Manning.

$Q_{diseño}$: Caudal de diseño a cada tramo en metros cúbicos.

S : Pendiente del tramo.

$$D = 1.548 * \left(\frac{0.01 * \frac{2.37}{1000}}{0.0041^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$D = 0.08m \text{ o } D = 3.15"$$

Se adopta un diámetro nominal de tubería de 8" ya que es el diámetro mínimo. El diámetro interno real de la tubería es de 0.18 m adoptada de la ficha técnica de la tubería de alcantarillado corrugada NTC 3722 - 3 GERFOR.

Caudal a tubo lleno $\left(\frac{L}{seg}\right)$

$$Q_0 = 312 * \left(\frac{D_{int}^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \right) \quad (21)$$

Donde

D_{int} : Diámetro interno real de la tubería de alcantarillado corrugada en metros.

S : Pendiente del tramo.

n : Coeficiente de Manning.

$$Q_0 = 312 * \left(\frac{0.18^{\frac{8}{3}} * 0.00382^{\frac{1}{2}}}{0.01} \right)$$

$$Q_0 = 19.92 \frac{L}{seg}$$

Velocidad a tubo lleno $\left(\frac{m}{s}\right)$

$$V_0 = \frac{Q_0}{A} = \frac{\frac{Q_0}{1000} * 4}{\pi * D_{int}^2} \quad (22)$$

Donde

Q_0 : Caudal a tubo lleno a cada tramo.

D_{int} : Diámetro interno real de la tubería de alcantarillado corrugada en metros.

$$V_0 = \frac{\frac{19.92 \frac{L}{seg}}{1000 \frac{m^3}{L}} * 4}{\pi * (0.18 m)^2}$$

$$V_0 = 0.783 \frac{m}{seg}$$

Relación entre caudal de diseño y caudal a tubo lleno $Q_{diseño}/Q_0$

Se utiliza para definir el valor del borde libre requerido el cual, con la tabla 6, según el diámetro de la tubería (180mm) nos define que esta relación no debe superar el 0.6 o el 60%.

Tabla 6

Borde libre en función de la relación Q/Qo máxima permitida

Diámetro de la tubería	Q/Qo máxima
200 mm - 600 mm	0,6
600 mm - 1200 mm	0,7
> 1.200 mm	0,9

Nota. Fuente Resolución 0330 2017

$$\frac{Q_{diseño}}{Q_0} \quad (23)$$

Donde

$Q_{diseño}$: Caudal de diseño a cada tramo.

Q_0 : Caudal a tubo lleno a cada tramo.

$$\frac{Q_{diseño}}{Q_0} = \frac{2.37 \frac{L}{seg}}{19.92 \frac{L}{seg}} = 0.12 < 0.6 \text{ Cumple}$$

Según el valor 0.12 que es la relación entre caudal de diseño y caudal a tubo lleno $Q_{diseño}/Q_0$ se determinaron las siguientes relaciones encontradas en la tabla 7.

- Relación entre velocidad real y velocidad a tubo lleno. $\frac{v}{v_0} = 0.570$
- Relación entre lámina de agua y diámetro de la tubería. $\frac{d}{D} = 0.270$
- Relación entre radio hidráulico de la sección de flujo y radio hidráulico a tubo lleno $(D/4) \frac{R}{R_0} = 0.630$
- Relación entre profundidad hidráulica de la sección de flujo y diámetro interno de la tubería. $\frac{H}{D} = 0.188$

Tabla 7
Relaciones hidráulicas para conductos circulares (no/n variable)

Q/Q ₀	Rel.	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	V/V ₀	0,000	0,292	0,362	0,400	0,427	0,453	0,473	0,492	0,505	0,520
	d/D	0,000	0,092	0,124	0,148	0,165	0,182	0,196	0,210	0,220	0,232
	R/R ₀	0,000	0,239	0,315	0,370	0,410	0,449	0,481	0,510	0,530	0,554
	H/D	0,000	0,041	0,067	0,086	0,102	0,116	0,128	0,140	0,151	0,161
0,1	V/V ₀	0,540	0,553	0,570	0,280	0,590	0,600	0,613	0,624	0,634	0,645
	d/D	0,248	0,258	0,270	0,280	0,289	0,298	0,300	0,315	0,323	0,334
	R/R ₀	0,586	0,606	0,630	0,650	0,668	0,686	0,704	0,716	0,729	0,748
	H/D	0,170	0,179	0,188	0,197	0,205	0,213	0,221	0,229	0,236	0,244
0,2	V/V ₀	0,656	0,664	0,672	0,680	0,687	0,695	0,700	0,706	0,713	0,720
	d/D	0,346	0,353	0,362	0,370	0,379	0,386	0,393	0,400	0,409	0,417
	R/R ₀	0,768	0,780	0,795	0,809	0,824	0,836	0,848	0,860	0,874	0,886
	H/D	0,251	0,258	0,266	0,273	0,280	0,287	0,294	0,300	0,307	0,314
0,3	V/V ₀	0,729	0,732	0,740	0,750	0,755	0,760	0,768	0,776	0,781	0,787
	d/D	0,424	0,431	0,439	0,447	0,452	0,460	0,468	0,476	0,482	0,488
	R/R ₀	0,896	0,907	0,919	0,931	0,938	0,950	0,962	0,974	0,983	0,992
	H/D	0,321	0,328	0,334	0,341	0,348	0,354	0,361	0,368	0,374	0,381
0,4	V/V ₀	0,796	0,802	0,806	0,810	0,816	0,822	0,830	0,834	0,840	0,845
	d/D	0,498	0,504	0,510	0,516	0,523	0,530	0,536	0,542	0,550	0,557
	R/R ₀	1,007	1,014	1,021	1,028	1,035	1,043	1,050	1,056	1,065	1,073
	H/D	0,388	0,395	0,402	0,408	0,415	0,422	0,429	0,436	0,443	0,450
0,5	V/V ₀	0,850	0,855	0,860	0,865	0,870	0,875	0,880	0,885	0,890	0,895
	d/D	0,563	0,570	0,576	0,582	0,588	0,594	0,601	0,608	0,615	0,620
	R/R ₀	1,079	1,087	1,094	1,100	1,107	1,113	1,121	1,125	1,129	1,132
	H/D	0,458	0,465	0,472	0,479	0,487	0,494	0,502	0,510	0,518	0,526
0,6	V/V ₀	0,900	0,903	0,908	0,913	0,918	0,922	0,927	0,931	0,936	0,941
	d/D	0,626	0,632	0,639	0,645	0,651	0,658	0,666	0,672	0,678	0,686
	R/R ₀	0,136	1,139	1,143	1,147	1,151	1,155	1,160	1,163	1,167	1,172
	H/D	0,534	0,542	0,550	0,559	0,568	0,576	0,585	0,595	0,604	0,614
0,7	V/V ₀	0,945	0,951	0,955	0,958	0,961	0,965	0,969	0,972	0,975	0,980
	d/D	0,692	0,699	0,705	0,710	0,719	0,724	0,732	0,738	0,743	0,750
	R/R ₀	1,175	1,179	1,182	1,184	1,188	1,190	1,193	1,195	1,197	1,200
	H/D	0,623	0,633	0,644	0,654	0,665	0,677	0,688	0,700	0,713	0,725

0,8	V/Vo	0,984	0,987	0,990	0,993	0,997	1,001	1,005	1,007	1,011	1,015
	d/D	0,756	0,763	0,770	0,778	0,785	0,791	0,798	0,804	0,813	0,820
	R/Ro	1,202	1,205	1,208	1,211	1,214	1,216	1,219	1,219	1,215	1,214
	H/D	0,739	0,753	0,767	0,783	0,798	0,815	0,833	0,852	0,871	0,892
0,9	V/Vo	1,018	1,021	1,024	1,027	1,030	1,033	1,036	1,038	1,039	1,040
	d/D	0,826	0,835	0,843	0,852	0,860	0,868	0,876	0,884	0,892	0,900
	R/Ro	1,212	1,210	1,207	1,204	1,202	1,200	1,197	1,195	1,192	1,190
	H/D	0,915	0,940	0,966	0,995	1,027	1,063	1,103	1,149	1,202	1,265
1	V/Vo	1,041	1,042	1,042	siendo: Q=caudal de diseño V=Velocidad de diseño d=lámina de agua R=radio hidráulico al caudal de diseño Ro=radio hidráulico a tubo lleno H=profundidad hidráulica						
	d/D	0,914	0,92	0,931							
	R/Ro	1,172	1	1,15							
	H/D	1,344	1,445	1,584							

Nota. Fuente Elementos de Diseño de Acueducto y Alcantarillado. López Cualla. 2ª. edición.

Velocidad real en la sección de flujo $\left(\frac{m}{seg}\right)$

Velocidad mínima recomendada es de $0.45 \left(\frac{m}{seg}\right)$

$$V = \frac{V}{V_0} * \frac{Q_0}{A} \quad (24)$$

Donde

$\frac{V}{V_0}$: Relación entre velocidad real y velocidad a tubo lleno.

$\frac{Q_0}{A}$: Velocidad a tubo lleno.

$$V = 0.570 * 0.783 \frac{m}{seg}$$

$$V = 0.45 \frac{m}{seg}$$

Altura de velocidad (m)

$$\frac{V^2}{2g} \quad (25)$$

Donde

V : Velocidad real en la sección de flujo.

g : Aceleración de la gravedad.

$$\frac{\left(0.45 \frac{m}{seg}\right)^2}{2 * 9.81 \frac{m}{seg^2}} = 0.01m$$

Radio hidráulico para la sección de flujo (m)

$$R = \frac{R}{R_0} * \frac{D}{4} \quad (26)$$

Donde

$\frac{R}{R_0}$: Relación entre radio hidráulico la sección de flujo y radio hidráulico a tubo lleno ($D/4$).

D : Diámetro interno real de la tubería en metros.

$$R = 0.630 * \frac{0.18m}{4}$$

$$R = 0.028m$$

Esfuerzo cortante medio τ , $\left(\frac{N}{m^2}\right)$

Esfuerzo cortante mínimo es de $1\left(\frac{N}{m^2}\right)$.

$$\tau = \gamma * R * S \quad (27)$$

Donde

γ : Peso específico del agua en $\frac{N}{m^3}$.

R : Radio hidráulico para la sección de flujo.

S : Pendiente a cada tramo.

$$\tau = 9810 * 0.028 * 0.0038 = 1.06 \frac{N}{m^2}$$

Altura de la lámina de agua (m)

$$d = \frac{d}{D} * D \quad (28)$$

Donde

$\frac{d}{D}$: Relación entre lámina de agua y diámetro interno de la tubería.

D : Diámetro interno real de la tubería.

$$d = 0.270 * 0.18m$$

$$d = 0.049m$$

Energía específica (m)

Suma de alturas de velocidad y lámina de agua.

$$E = d + \frac{V^2}{2g} \quad (29)$$

Donde

d : Altura de lámina de agua.

$\frac{V^2}{2g}$: Altura de velocidad.

$$E = 0.049m + 0.01m$$

$$E = 0.059m$$

Profundidad hidráulica en la sección de flujo (m)

$$H = \frac{H}{D} * D \quad (30)$$

Donde

$\frac{H}{D}$: Relación entre profundidad hidráulica de la sección de flujo y diámetro interno de la tubería.

D : Diámetro interno real de la tubería.

$$H = 0.188 * 0.18m$$

$$H = 0.034m$$

Numero de Froude NF

$NF \leq 0.9$: *regimen de flujo subcrítico*

$NF \geq 1.1$: *regimen de flujo supercrítico*

$$NF = \frac{V}{\sqrt{g * H}} \quad (31)$$

Donde

V : Velocidad real en la sección de flujo.

g : Aceleración de la gravedad.

H : Profundidad hidráulica en la sección de flujo.

$$NF = \frac{0.45 \frac{m}{seg}}{\sqrt{9.81 \frac{m}{seg^2} * 0.034m}}$$

$$NF = 0.8$$

Pérdida de energía por transición (m)

$$\Delta H_t = k \left| \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right| \quad (32)$$

Donde

k : Coeficiente de pérdida para aumentar o disminuir la velocidad siguiente. Donde $k=0.1$, para aumento de velocidad y $k=0.2$, para disminución de velocidad.

$\left| \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right|$: Diferencia en las velocidades de los tramos siguientes y el actual.

$$\Delta H_t = 0.1 * |0.108m - 0.010m|$$

$$\Delta H_t = 0.01m$$

Relación del radio de curvatura al diámetro de la tubería de salida $\left(\frac{r_c}{D_s}\right)$

“Determinada para evaluar la pérdida de energía en el pozo por cambio de dirección. Para diámetros menores a 24” y cambios de dirección a 90°, el diámetro del pozo es de 1.20m y el radio de la curva es de 0.60m”.

$$\frac{r_c}{D_s} \quad (33)$$

Donde

r_c : Radio de la curva en metros.

D_s : Diámetro de la tubería siguiente.

$$\frac{0.60m}{0.18m} = 3.33$$

Pérdida de energía por cambio de dirección (m)

$$h_{curva} = K * \frac{\overline{V^2}}{2g} \quad (34)$$

Donde

K : Coeficiente de pérdidas por cambio de dirección.

$\frac{\overline{V^2}}{2g}$: Promedio entre las alturas de velocidad de los tramos siguientes y el actual.

La relación $\left(\frac{r_c}{D_s}\right)$ determina el coeficiente de pérdida (K) según la tabla 8.

Tabla 8

Pérdida de energía por cambio de dirección

Régimen de flujo	rc/Ds	ΔH_d
Subcrítico	1,0 - 1,5	$0,40 v^2/2g$
	1,5 - 3,0	$0,20 v^2/2g$
	> 3,0	$0,05 v^2/2g$
Supercrítico	6,0 - 8,0	$0,40 v^2/2g$
	8,0 - 10,0	$0,20 v^2/2g$
	> 10,0	$0,05 v^2/2g$

Nota. Fuente Elementos de Diseño de Acueducto y Alcantarillado. López Cualla. 2ª. edición.

$$h_{curva} = 0.05 * \left(\frac{0.01m + 0.108m}{2} \right)$$

$$h_{curva} \approx 0.003m$$

Total de pérdidas en el pozo aguas abajo del tramo considerado (m)

$$H_{total} = \Delta H_t + h_{curva} \quad (35)$$

Donde

ΔH_t : Pérdidas de energía por transición a cada tramo.

h_{curva} : Pérdida de energía por cambio de dirección a cada tramo.

$$H_{total} = 0.01m + 0.003m$$

$$H_{total} = 0.013m$$

Una vez diseñada la red de alcantarillado se dibujó en Civil 3D de Autodesk con el objetivo de mostrar los planos de la red en planta, perfil y secciones con los volúmenes de movimiento de tierra, todo esto en el Anexo F.

4.2.3.2. Sistema de tratamiento de aguas residuales

Para dar solución efectiva a las aguas residuales de la población, se propone también un sistema de tratamiento de aguas residuales compuesto por un tratamiento preliminar (trampa de grasa-rejilla), tratamiento primario y un tratamiento secundario (Tanque séptico de acción múltiple). Se emplea la metodología usada por Valencia en 1997 en el libro Saneamiento rural, donde al igual que él, se esperan los resultados mostrados en la tabla 9.

Tabla 9

Resultados esperados el Tanque séptico de acción múltiple.

PARAMETROS	AFLUENTE	REMOCION	EFLUENTE
DQO	75-80 g/cd	80%	15-16 g/cd
DBO	30-35 g/cd	85%	4,5-5,25 g/cd
Sólidos suspendidos	25-35 g/cd	90%	2,5-3,5 g/cd
Coliformes totales	10 ⁸ NMP/100 ml	2 unid. Log.	10 ⁶ NMP/100 ml
Nitrógeno	8-9- g/cd	--	8-9- g/cd
Fosforo	3,5-4 g/cd	--	3,5-4 g/cd
Huevos de Helmintos	900 huevos/L	50%	450 huevos/L

Nota. Fuente Saneamiento Rural. Valencia Granada, 1997.

4.2.3.2.1. Tratamiento preliminar -Trampa de grasa

En el sistema de tratamiento de aguas residuales descentralizados, con el fin de proteger los procesos de tratamiento de aceites y grasas tales como pozos sépticos y filtro anaeróbicos, se instalan trampas de grasas. Su diseño está regido por el Artículo 172 de la Resolución 0330 de 2017 “Trampas de grasa”.

Caudal de diseño

La tabla 10 indica el caudal que debe tenerse en cuenta para diseño de sistema de tratamiento de aguas residuales, siendo para trampas de grasa el caudal máximo horario, $Q_{MH} = 8.63 \text{ L/s}$ según el inciso 4.2.1.2.4. del presente documento. En comparación con el caudal de

diseño de la red de alcantarillado $Q_{diseño} = 11.244 \text{ L/s}$ calculado en el inciso 4.2.1.2.7. del presente documento, se optó por elegir el caudal más grande para el diseño de la trampa de grasa.

Tabla 10

Caudales de diseño para el tratamiento de aguas residuales

Caudal	Descripción	Aplicación
Caudal medio de diseño	Caudal medio diario de capacidad de la PTAR	- Caudal medio de referencia - Caudal de diseño de unidades de tanques sépticos - Sistemas lagunares
Caudal máximo horario	Máximo volumen en una hora, identificado en los registros estudiados	- Dimensionamiento de sistemas de bombeo, procesos físicos (desarenadores, cribados, trampas de grasa y sedimentadores primarios y secundarios) - Desarrollo de estrategias operativas - Conductos de interconexión de unidades de proceso
Caudal máximo diario	Máximo volumen en un día, identificado en los registros estudiados	- Dimensionamiento de tanques de regulación - Dimensionamiento de sistemas de bombeo de lodos - Dimensionamiento de dosificación química
Caudal máximo mensual	Caudal promedio diario para el mes con el mayor volumen mensual identificado en los registros estudiados	- Dimensionamiento de biorreactores. - Dimensionamiento del almacenamiento de químicos

Nota. Fuente Resolución 0330 2017

Cálculo de volumen efectivo

$$Ve = Q_{diseño} * t \quad (36)$$

Siendo el periodo de retención igual al mínimo permitido en la Resolución 0330 de 2017,
 $t = 2.5 \text{ min} = 150s$

$$Ve = 11.244 \text{ L/s} * 150s$$

$$Ve = 1687 \text{ L} = 1.6866m^3$$

Cálculo dimensional del tanque

Se empieza suponiendo una altura de 1m siendo mayor que la altura mínima (0.35m) con un borde libre de 0.3m. La relación largo-ancho del área superficial de la trampa de grasa deberá estar comprendida entre 1:1 a 3:1. Se elige 1.7m para el largo (L) y 1m para el ancho (a).

- Área mínima de la sección horizontal

$$A_{min} = \frac{Ve}{H} \quad (37)$$

$$A_{min} = \frac{1.6866m^3}{1m} = 1.687m^2$$

- Área de la sección horizontal propuesto

$$A = L * a \quad (38)$$

$$A = 1.7m * 1m = 1.7m^2$$

$$A \geq A_{min}$$

$$1.7m^2 \geq 1.687m^2$$

- Relación largo-ancho

$$L:a \rightarrow 1:1 - 3:1$$

$$L/a \rightarrow 1 - 3$$

$$L/a \rightarrow \frac{1.7m}{1m} = 1.7$$

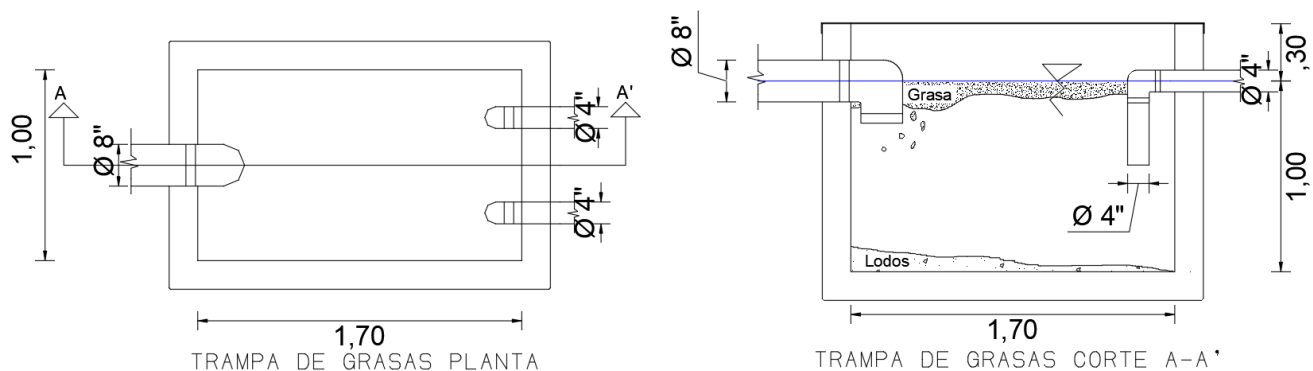
$$1 < 1.7 < 3$$

Las medidas se resumen en la tabla 11 y la composición de la trampa de grasa diseñada se ve en la figura 30 y en el Anexo H.

Tabla 11
Resumen de trampa de grasa

TRAMPA DE GRASA RESUMEN	
Altura	1,3 m
Largo	1,7 m
Ancho	1 m
Volumen efectivo	1,7 m ³
Periodo de retención	2,5 min

Figura 30
Trampa de grasa



4.2.3.2.2. Tratamiento primario – Tanque séptico de acción múltiple

Para el tratamiento de aguas residuales recogidas por el sistema de alcantarillado, se optó por un tratamiento descentralizado con un tanque séptico de acción múltiple (TSAM), este resulta más viable que conectarla a la red pública existente, pues está considerablemente distanciada del pozo de salida del sistema. Se diseñan dos TSAM idénticos paralelos cumpliendo con los parámetros establecido en el Artículo 173 de la Resolución 0330 de 2017 “Tanques sépticos construidos in situ”

Caudal de diseño

El caudal que debe tenerse en cuenta para el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales para tanques sépticos es el caudal medio de diseño como se muestra en la tabla 10, considerando que, en el Artículo 166 de la Resolución 0330 de 2017 se especifica que este caudal medio de diseño es la suma del caudal medio diario calculado en el apartado 4.2.1.2.3. del presente trabajo y un caudal de infiltración calculado con un factor de 0.1 L/s por área aferente del alcantarillado.

$$Q_{md} = Q_{medio\ diario} + Q_{inf} \quad (39)$$

Donde

Q_{md} : Caudal medio de diseño

$Q_{medio\ diario}$: Caudal medio diario

Q_{inf} : Caudal de infiltraciones

- Caudal de infiltraciones

$$Q_{inf} = 0.1 \text{ L/s} * ha \quad (40)$$

$$Q_{inf} = 0.1 \text{ L/s} * 5.228ha$$

$$Q_{inf} = 0.523 \text{ L/s}$$

$$Q_{md} = 2.392 \text{ L/s} + 0.523 \text{ L/s}$$

$$Q_{md} = 2.915 \text{ l/s}$$

$$Q_{md} = \frac{2.915 \text{ L/s}}{1870 \text{ hab}} * \frac{86400 \text{ s}}{\text{dia}} = 134.65 \text{ L/hab} * \text{dia}$$

Cálculo de volumen efectivo

$$Ve = P * Qmd * tr \quad (41)$$

Donde

Ve: Volumen efectivo.

P: Población servida.

Qmd: Caudal medio diseño.

tr: Tiempo de retención (12 h).

El tiempo de retención a considerar debe estar entre 12 a 24 horas (Resolución 0330 de 2017), a su vez, la población total se divide en dos para diseñar dos tanques idénticos y no proponer uno solo con medidas colosales.

$$Ve = \frac{1870 \text{ hab}}{2} * 134.65 \text{ L/hab} * \text{dia} * 0.5 \text{ dia}$$
$$Ve = 62950.61 \text{ L}$$

Cálculo de volumen de lodos

$$Vl = Ac * P * tl \quad (42)$$

Donde

Vl: Volumen de lodos

Ac: Tasa de acumulación de lodos

P: Población servida

tl: Tiempo de remoción de lodos (1.2 años)

La tasa de acumulación de lodos se toma como $40 \text{ L/hab} * \text{año}$ como una aproximación razonable (Valencia, 1997).

$$Vl = 40 \text{ L/hab} * \text{año} * 935 \text{ hab} * 1.2 \text{ año}$$
$$Vl = 44880 \text{ L}$$

Volumen de diseño

$$Vd = Vl + Ve \quad (43)$$

$$Vd = 44880 L + 62950.61 L$$

$$Vd = 107830.6 L$$

Comprobación de periodo de limpieza

$$tl = \frac{Vd}{(3P * Ac)} \quad (44)$$

$$tl = \frac{107830.6 L}{(3(935 hab) * 40 L/hab * año)}$$

$$tl = 0.97 año \approx 1 año$$

Cálculo dimensional de los dos tanques

La relación entre el largo-ancho del tanque séptico debe ser como mínimo 2:1 y como máximo 5:1, se emplea la relación mínima. La profundidad útil debe estar entre los valores mínimos y máximos dados en la tabla 12, para $Ve = 62m^3$ se selecciona 2.5m.

Tabla 12

Profundidad útil tanque séptico

Volumen útil (m ³)	Profundidad útil mínima (m)	Profundidad útil máxima (m)
Hasta 6	1,2	2,2
De 6 a 10	1,5	2,5
Más de 10	1,8	2,8

Nota. Fuente Resolución 0330 de 2017

$$Vd = largo * ancho * prof \quad (45)$$

$$Vd = L * A * y ; L = 2A \quad (46)$$

$$Vd = 2(A^2)y \quad (47)$$

$$A = \sqrt{\frac{Vd}{2y}} = \sqrt{\frac{107.83 m^3}{2(2.5m)}} = 4.64m \approx 4.7m \quad (48)$$

$$L = \frac{Vd}{Ay} = \frac{107.83 \text{ m}^3}{4.7\text{m} * 2.5\text{m}} = 9.18\text{m} \approx 9.2\text{m} \quad (49)$$

El pozo deberá tener como mínimo dos cámaras, el volumen de la primera cámara deberá ser igual a 2/3 del total del volumen.

- Longitud de primera unidad (L1)

$$L1 = 2/3 L \quad (50)$$

$$L1 = \frac{2}{3} * 9.2\text{m} = 6.1\text{m}$$

- Longitud de segunda unidad (L2)

$$L2 = 1/3 L \quad (51)$$

$$L2 = \frac{1}{3} * 9.2\text{m} = 3.1\text{m}$$

Cálculo de borde libre

Se adopta un borde libre del 25% de la profundidad del tanque

$$BL = 0.25 * 2.5\text{m} = 0.63 \approx 0.7\text{m}$$

Profundidad total

$$H = y + BL \quad (52)$$

$$H = 2.5\text{m} + 0.7\text{m}$$

$$H = 3.2\text{m}$$

En la tabla 13 se resumen las dimensiones de los depósitos del tanque séptico.

Tabla 13
Resumen de tanque séptico

TANQUE SÉPTICO RESUMEN					
Tanque N°1	Largo	6,1 m	Tanque N°2	Largo	3,1 m
	Ancho	4,7 m		Ancho	4,7 m
	Alto	3,2 m		Alto	3,2 m
	Vol. útil	71,67 m ³		Vol. útil	36,43 m ³

4.2.3.2.3. Tratamiento secundario – Filtro anaerobio

El TSAM consta de 3 albercas, dos cumplen la función del tratamiento primario, la última es un tanque con agregados de diferentes tamaños por donde el agua debe pasar, este último se denomina filtro anaerobio y cumple con la función del tratamiento secundario.

Volumen de filtro

$$Vf = P * Vunit * C \quad (53)$$

Donde

Vf : Volumen de filtro

$Vunit$: Volumen unitario por habitante servido

C : Coeficiente de mayoración

Se emplea un volumen unitario de $0.05m^3$ por habitante servido (Valencia, 1997)

$$\begin{aligned} Vf &= 935hab * 0.05m^3/hab * 1.2 \\ Vf &= 56.1 m^3 \end{aligned}$$

Para el filtro, se colocan 3 capas de agregados de diferentes tamaños distribuidos así:
En el fondo una capa de grava gruesa, con tamaño de agregados de 25 a 30mm, en la capa intermedia una gravilla con tamaño de agregados de 12 a 18 mm, y en la capa superior una capa de arena gruesa con agregados de 3 a 6 mm.

Altura de agregados

La altura de los agregados fue seleccionada según Valencia, 1997 en *Saneamiento rural*, optando por tomar espesores proporcionales a los usados en el apartado 6.3.2.2. del documento anteriormente mencionado. Siendo para la capa de fondo 0.6m, para la capa intermedia 1m y para la capa superior 0.6m.

$$\begin{aligned} Aa &= C.fondo + C.Intermedia + C.superior \\ Aa &= 0.6m + 1m + 0.6m = 2.2m \end{aligned} \quad (54)$$

Altura del filtro

La salida del efluente será de 0.25m

$$Af = Aa + \text{Salida del efluente} \quad (55)$$

$$Af = 2.2m + 0.25m = 2.45m$$

Pérdidas de energía por el paso en el lecho filtrante

$$Hf = y - Af \quad (56)$$

$$Hf = 2.5m - 2.45m = 0.005m$$

Largo del filtro

$$Lf = \frac{Vf}{\text{Ancho } f * Aa} \quad (57)$$

$$Lf = \frac{53.1m^3}{4.7m * 2.2m}$$

$$Lf = 5.4m$$

En la tabla 14 se resumen las medidas del filtro anaerobio, con esto dado por diseñado por completo en TSAM, quedando como se muestra en Anexo H.

Tabla 14

Resumen filtro anaerobio

FILTRO ANAEROBIO			
RESUMEN			
Largo	5,4 m	Salida efluente	0,25 m
Ancho	4,7 m	Capa superior (Ø 3-6mm)	0,6 m
Alto	2,45 m	Capa intermedia (Ø 12-18mm)	1 m
Vol. filtro	56,1 m ³	Capa inferior (Ø 25-30mm)	0,6 m

4.2.4. Etapa 4. Diseño estructural

El diseño estructural se hace para la trampa de grasa y el tanque de acción múltiple cumpliendo los parámetros y requisitos mínimos exigidos en la normativa vigente

4.2.4.1. Trampa de grasa

Los datos iniciales para el diseño estructural de la trampa de grasa se muestran en la tabla 15. El diseño estructural de la trampa de grasa se hará en base a lo establecido en NSR-10 en su capítulo C.23 Tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto. Para tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto $\gamma_c = 24 \text{ KN/m}^3$, se debe diseñar con resistencia mínima de $F'_c = 28 \text{ MPa}$, según la tabla C.23-C.4.3.1 (NSR-10), se empleará acero $F_y = 420 \text{ MPa}$ (C.23-C.7.12.2.1).

Tabla 15

Datos iniciales trampa de grasa.

TRAMPA DE GRASA DATOS INICIALES	
Altura	1,5 m
Largo	2 m
Ancho	1,3 m
F'c concreto	28 MPa
Fy Acero	420 MPa

El diseño completo del acero requerido y su configuración se muestra a detalle en el Anexo H, los resultados se muestran en la tabla 16 y el despiece del acero de refuerzo en el Anexo J.

Tabla 16

Refuerzo para trampa de grasa

REFUERZO PARA ESTRUCTURAS DE LA TRAMPA DE GRASA		
Estructura	Refuerzo principal	Refuerzo por retracción y temperatura
Muros	b#4 c./0,3	b#4 c./0,3
Losa de fondo	b#4 c./0,3	b#4 c./0,3

4.2.4.2. Tanque séptico de acción múltiple

Los datos iniciales para el diseño estructural del TSAM se muestran en la tabla 17. El diseño estructural del TSAM se hará en base a lo establecido en NSR-10 en su capítulo C.23 Tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto. Para tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto $\gamma_c = 24 \text{ KN/m}^3$, se debe diseñar con resistencia mínima de $F'_c = 28 \text{ MPa}$, según la tabla C.23-C.4.3.1 (NSR-10), se empleará acero $F_y = 420 \text{ MPa}$ (C.23-C.7.12.2.1).

Tabla 17

Datos iniciales TSAM

TSAM DATOS INICIALES					
Tanque N°1	Largo	6,1 m	Tanque N°2	Largo	3,1 m
	Ancho	4,7 m		Ancho	4,7 m
	Alto	3,2 m		Alto	3,2 m
Losa superior	Largo	15,8 m	Losa inferior	Largo	15,8 m
	Ancho	4,7 m		Ancho	4,7 m
Vigas	Largo	4,7 m	F'c concreto 28 MPa		
	Alto	0,3m	Fy Acero 420 MPa		
	Ancho	0,3m	Peso específico concreto $\gamma_c = 24 \text{ KN/m}^3$		

El diseño completo del acero requerido y su configuración se muestra a detalle en el Anexo H, los resultados se muestran en la tabla 18 y el despiece del acero de refuerzo en el Anexo J.

Tabla 18
Refuerzo para TSAM

REFUERZO PARA ESTRUCTURAS DEL TSAM			
Estructura	Refuerzo principal	Refuerzo por retracción y temperatura	
Muros	b#4 c./0,25	b#4 c./0,25	
Losa superior	b#4 c./0,2	b#4 c./0,2	
Losa de fondo	b#5 c./0,14	b#4 c./0,25	
	Refuerzo longitudinal	Refuerzo transversal	
Vigas	2 b #8	Zona No confinada	12E #3 c./0,3
		Zona confinada	6E #3 c./0,22

4.2.5. Etapa 5. Presupuesto

Los costos de obra general del sistema de acueducto propuesto se basan en las mismas fuentes que para la red de agua potable, en cuanto a precios y rendimientos. El presupuesto completo se muestra en el Anexo K, donde se plasman las actividades consideradas para la correcta construcción de la obra y el análisis de precios unitarios (APU) de cada actividad.

El costo que se consideró para el proyecto tiene un valor de \$1.037.651.623 (MIL TREINTA Y SIETE MILLONES SEISCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL SEISCIENTOS VEINTITRÉS PESOS COLOMBIANOS), en la tabla 19 se puede observar el presupuesto para el sistema de alcantarillado para los barrios la unión y los andes del centro poblado la Ulloa del municipio de rivera-huila, incluyendo el tratamiento del agua residual, trampa de grasa y TSAM para disposición final en un drenaje natural.

Tabla 19

Presupuesto Sistema de alcantarillado.

 MUNICIPIO RIVERA	PRESUPUESTO		Vigente desde:		
			Noviembre 30 del 2023		
OBRA "DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA"					
SISTEMA DE ALCANTARILLADO					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	PRELIMINARES				\$ 31.626.862,22
1,1	Localización y replanteo. Incluye: materiales, equipos y comisión topográfica.	ML	2.825,16	\$ 4.091,75	\$ 11.559.834,30
1,2	Señalización área de trabajo cumpliendo con el manual de señalización vial vigente.	ML	2.825,16	\$ 6.199,84	\$ 17.515.542,09
1,3	Campamento y almacén de material	UND	1,00	\$ 2.551.485,82	\$ 2.551.485,82
2	EXCAVACION				\$ 77.895.267,38
2,1	Excavación a todo factor mecánica. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.	M3	3.051,17	\$ 23.110,42	\$ 70.513.833,16
2,2	Entibado por ambas caras en lamina metálica estandarizado para zanjas con altura mayor a 2 metros. (reutilización)	M2	164,49	\$ 44.874,67	\$ 7.381.434,22
3	RELLENO				\$ 56.908.320,71
3,1	Suministro e instalación de material mixto para soporte de tubería. Cama de arena de Base 0.10 metros.	M3	163,32	\$ 90.936,48	\$ 14.851.746,71
3,2	Relleno de brecha con material seleccionado de la excavación con compactación mecánica tipo canguro, capa máxima de 20cm. IP< 13%, según Norma Invías 2012, Dm = según PM.95%	M3	2.883,65	\$ 14.584,50	\$ 42.056.574,00
4	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE				\$ 46.993.520,15
4,1	Recolección y cargue de material sobrante en volqueta hasta el botadero. Distancia menor a 5 Km. Factor de expansión de 1.4.	M3	757,90	\$ 62.004,91	\$ 46.993.520,15
5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA CORRUGADA DOBLE PARED PVC				\$ 251.905.310,88
5,1	Suministro e instalación de Tubería corrugada doble pared NTC 3722-3 de Ø8" PVC GERFOR	ML	2.825,16	\$ 89.164,97	\$ 251.905.310,88
6	CONSTRUCCIÓN POZOS DE INSPECCIÓN PARA ALCANTARILLADO				\$ 170.776.285,47
6,1	Construcción de pozo de inspección en concreto reforzado de 3000 PSI impermeabilizado de diámetro interno de 1.20 metros y con espesor de pared de 0.20 metros. Incluye formaleta metálica, peldaños, cañuelas pulidas en concreto, escalones en gato en varilla de acero de 5/8", aro base y tapa tráfico pesado, mano de obra, curado, desencofrado, equipos, herramientas y todo lo necesario para la ejecución de la estructura.	ML	108,32	\$ 1.317.972	\$ 142.756.166,48

6,2	Placa base circular del pozo de inspección diámetro de 1.20 metros construido con concreto de 3000 PSI impermeabilizado de espesor de 0.1 incluye cañuela.	UND	66,00	\$ 424.547,26	\$ 28.020.118,99
7	CONSTRUCCIÓN TRAMPA DE GRASA				\$ 1.844.285,55
7,1	Localización y replanteo. Incluye: materiales, equipos y comisión topográfica.	M2	2,70	\$ 4.091,75	\$ 11.047,71
7,2	Señalización área de trabajo cumpliendo con el manual de señalización vial vigente.	ML	7,60	\$ 6.199,84	\$ 47.118,79
7,3	Excavación a todo factor manual. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.	M3	5,90	\$ 29.872,30	\$ 176.246,55
7,4	Losa en concreto de 4000psi fc:280kg/cm2 incluye: materiales, mezclado y vaciado.	M3	1,1	\$ 241.958	\$ 266.153,37
7,5	Concreto reforzado de 4000psi fc:280kg/cm2.	M3	1,28	\$ 784.226	\$ 1.003.808,92
7,6	Suministro e instalación accesorio codo 90° Ø8" PVC sanitaria.	UND	1	\$ 207.431	\$ 207.430,96
7,7	Suministro e instalación accesorio codo 90° Ø4" PVC sanitaria.	UND	2	\$ 66.240	\$ 132.479,25
8	CONSTRUCCIÓN TANQUE SEPTICO DE ACCIÓN MULTIPLE (TSAM)				\$ 196.477.979,85
8,1	Localización y replanteo. Incluye: materiales, equipos y comisión topográfica.	M2	167,60	\$ 4.091,75	\$ 685.776,46
8,2	Señalización área de trabajo cumpliendo con el manual de señalización vial vigente.	ML	102,00	\$ 6.199,84	\$ 632.383,76
8,3	Excavación a todo factor mecánica. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.	M3	535,92	\$ 23.110,42	\$ 12.385.338,56
8,4	Losa en concreto de 4000psi fc:280kg/cm2 incluye: materiales, mezclado y vaciado.	M3	164,3	\$ 241.958	\$ 39.753.635,56
8,5	Concreto reforzado de 4000psi fc:280kg/cm2. Incluyendo vigas, muros y losa superior.	M3	123,81	\$ 784.226	\$ 97.094.986,44
8,6	Construcción filtro anaerobio	M3	111,6	\$ 402.354	\$ 44.902.696,82
8,7	Suministro e instalación tubería Ø2"PVC sanitaria.	ML	21,6	\$ 11.281	\$ 243.665,89
8,8	Suministro e instalación tubería Ø4"PVC sanitaria.	ML	14	\$ 20.917	\$ 292.831,47
8,9	Suministro e instalación accesorio tee Ø4" PVC sanitaria.	UND	8	\$ 60.833	\$ 486.664,90
TOTAL COSTOS DIRECTOS					834.427.832,22
AIU	ADMINISTRACIÓN			19%	161.502.400,00
	IMPREVISTOS			1%	8.344.278,32
	UTILIDAD			4%	33.377.113,29
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					203.223.791,61
COSTO TOTAL DE LA OBRA					1.037.651.623,83

CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Es importante destacar que en este trabajo de pregrado se propuso desarrollar diagnóstico, diseño y presupuesto de los sistemas de acueducto y alcantarillado de los barrios Los Andes y La Unión del centro poblado La Ulloa siguiendo diversas metodologías para cada uno de los sistemas, de acuerdo con los objetivos específicos planteados. Asimismo, del presente trabajo se concluye:

- El diagnóstico muestra condiciones inadecuadas de los sistemas usados por la comunidad, lo que representa un serio problema para la salubridad de las personas del barrio La Unión del C.P. La Ulloa de Rivera-Huila, pues los sistemas empleados actualmente no cuentan con regulaciones por entidades prestadoras de servicios públicos y su construcción no tuvo consideraciones de diseño en base a reglamentos ni normativas.
- De acuerdo con el diseño realizado en el software EPANET 2.0, se confirma que la propuesta cumple con los requisitos establecidos en la Resolución 0330 de 2017. La presión en la red de distribución se encuentra dentro del rango establecido para poblaciones menores a 12,500 habitantes, oscilando entre 10 m.c.a. y 50 m.c.a. En este contexto, la presión mínima registrada es de 11.86 m.c.a., mientras que la presión máxima alcanza los 40.95 m.c.a. Estos valores garantizan que toda la comunidad tendrá acceso a un caudal de agua potable adecuado. En términos de diseño, la red de distribución se organiza en dos sistemas independientes, cada uno con un nodo de suministro, válvula de purga y un hidrante que cumple con un caudal mínimo de 5 L/s para situaciones de incendio. El caudal total requerido por la red es de 14.5 L/s, distribuido entre la red 1 con 7.04 L/s y la red 2 con 7.46 L/s. Despreciando el caudal asignado para incendios, los caudales necesarios son de 2.04 L/s y 2.46 L/s para la red 1 y 2, respectivamente. El diseño propuesto garantiza no solo el cumplimiento de normativas específicas, sino también la satisfacción de las demandas de agua potable de la comunidad, asegurando un suministro adecuado y eficiente.

- En conclusión, para el diseño de la red de alcantarillado se propuso una red de uso totalmente residencial e independiente a la red de alcantarillado actual del C.P. La Ulloa por lo que no fue necesario solamente el diseño de la red de alcantarillado sino también el diseño de las estructuras que harían el tratamiento de agua servidas de la zona, proyectando así, una trampa de grasa con rejilla como tratamiento preliminar y dos unidades de tanque séptico de acción múltiple con filtro anaerobio como tratamiento primario y secundario.
- Se logró diseñar el sistema de alcantarillado de los barrios La Unión y Los Andes del centro poblado La Ulloa, donde se puede mostrar el cumplimiento de los diferentes parámetros normativos requeridos por la Resolución 0330 de 2017, como el criterio de autolimpieza en alcantarillado donde se especifica que la velocidad mínima real permitida en el colector debe ser aquella que genere un esfuerzo cortante mínimo de 1.0Pa, resultando como tramo crítico la tubería entre pozo 27 y 28 con esfuerzo cortante crítico de 1.06 Pa y velocidad de 0.45 m/s. A su vez, se tiene en cuenta que la velocidad máxima real no debe sobre pasar 5 m/s obteniendo como tramo crítico la tubería comprendida entre el pozo 46 y 54, pues la velocidad máxima calculada fue de 2.11 m/s con un esfuerzo cortante de 25.19 Pa. El diámetro mínimo real permitido es de 170 mm u 8 pulgadas comerciales, que fue el adoptado en toda la red con pendiente suficiente para que los esfuerzos cortantes y velocidades estuviesen dentro de los rangos exigidos.
- Finalmente, evaluado el diseño de los sistemas de alcantarillado y acueducto de los barrios La Unión y Los Andes del C.P. La Ulloa de Rivera- Huila, se calculó un presupuesto por cada sistema hidráulico independiente uno del otro, donde se detallan las diferentes actividades necesarias para la correcta construcción, entre otros componentes a tener en cuenta a la hora de realizar un presupuesto como lo es APU, el AIU y los costos de materiales entre otros. En la red de acueducto se calculó un costo final o presupuesto de \$461.208.184 (CUATROCIENTOS SESENTA Y UN MILLONES DOSCIENTOS OCHO MIL CIENTO OCHENTA Y CUATRO PESOS COLOMBIANOS) y para el sistema de alcantarillado sanitario un costo de \$1.037.651.623 (MIL TREINTA Y SIETE MILLONES SEISCIENTOS CINCUENTA

Y UN MIL SEISCIENTOS VEINTITRÉS PESOS COLOMBIANOS) mostrándose en los Anexos E y K respectivamente.

5.2. Recomendaciones

- Se sugiere la pronta ejecución del presente proyecto para mejorar la calidad de vida de las personas que residen en la zona de estudio, pues además de mejorar la salubridad, evitaría conflictos típicos entre la población por el uso del limitado sistema de acueducto y por las aguas servidas de algunas viviendas dispuestas en zonas comunes y públicas.
- En caso de emergencias por fuego, es indispensable que el caudal de incendios esté siempre a disposición. Para ello se debe garantizar siempre el correcto funcionamiento de los hidrantes, por esto se recomienda realizar pruebas de flujo al menos una vez al año, lo que implicaría abrir completamente el hidrante y verificar que el caudal entregado sea el establecido en el diseño (5 L/s), que sea de fácil apertura para lo que se requiere hacer un debido mantenimiento mecánico donde se lubriquen las partes móviles del hidrante y se aborde cualquier problema de corrosión.
- Para la correcta operación del sistema de alcantarillado, se recomienda mantenimiento programado para regular las obstrucciones de sedimentos y/o el posible daño en la red de alcantarillado como también en el sistema de tratamiento de aguas residuales, pues el periodo mínimo de limpieza contemplado en el diseño de los tanques sépticos de acción múltiple es de 1 año para evitar la sobre acumulación de lodos y reducción en la eficiencia de los TSAM.
- Se recomienda realizar un análisis anual de la calidad de agua residual una vez pasada por el tratamiento de aguas servidas. Esto para corroborar que el caudal desembocado en el cuerpo de agua natural este tratada correctamente para volver a su flujo y evitar afectaciones ambientales que sean potenciales riesgos en la salud de las personas, la fauna o la flora aguas abajo.

- Para llevar los precios a la realidad, se aconseja ajustar el presupuesto en el momento en que se ejecute la obra, pues el costo de materiales y mano de obra puede variar según el comercio local o nacional a través del tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

Acueductos. (2014). Recuperado el 25 de mayo de 2023, de OBRAS CIVILES.

<http://bit.ly/3tcsGHi>

Baeza Gómez, E. (2018). *Técnicas y métodos de tratamiento para diferentes tipos de aguas residuales*. (Informe BCN). Biblioteca del Congreso Nacional BCN.

Banco Mundial. (2020, 19 de marzo). *El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medio ambiente y las economías*. [Comunicado de prensa] <https://bit.ly/3NjevgV>

CARE Internacional - Avina (2012). *Programa Regional Unificado de Fortalecimiento de Capacidades para Organizaciones Comunitarias de Servicios de Agua y Saneamiento – OCSAS, en América Latina y el Caribe*. Módulo 5: Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable. <https://bit.ly/47QErZr>

Congreso de la república de Colombia. (1994). *Ley 142 de 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones*.

Construdata. (2018). *Costos y presupuestos*.

Corcho, F. H., & Duque, J. I. (2005). *Acueductos: teoría y diseño*. UNIVERSIDAD DE MEDELLIN.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2021). *Debate de control político sobre los servicios de acueducto y alcantarillado en Colombia*. Gobierno de Colombia.

Domínguez Torres, C y Uribe Botero, E. (2005). *Evolución del Servicio de Acueducto y Alcantarillado Durante La Última Década*. Universidad de Los Andes, Facultad de Economía, CEDE. <http://hdl.handle.net/1992/7919>

Gobernación del cauca, DataCauca. (2016). Base de Datos en Construcción.

<https://datacauca.gov.co>

Gur, E., & Spuhler, D. (2018). *Water Distribution Pipes*. Sustainable Sanitation and Water Management (SSWM) Toolbox. [Water Distribution Pipes | SSWM - Find tools for sustainable sanitation and water management!](#)

iAgua. (2017). *Los pioneros del agua en la historia*. [Los pioneros del agua en la historia | iAgua](#)
Ingeniería Civil y Ambiental. (s. f.). *Diseño de acueductos*. [Diseño de acueductos \(ingenieriacivilyambiental.com\)](#)

International Union for Conservation of Nature. (2010). *Operation and Maintenance of Water Supply Systems*.
https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/3_5_fasciculo_4_operacion_y_mantenimiento.pdf

López Cualla, R. A. (2003). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillado*. 2 ed.
Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. Resolución 0330 de 2017. (8 de junio de 2017). Resolución 0330

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. Resolución 799 de 2021. (9 de diciembre de 2021). Resolución 799

QUIMA. (2018). *Aplicaciones de trampas de grasa, beneficios trampa de grasa. Trampa de grasa*
Rodríguez Díaz, H. & Rodríguez Muñoz, M. (2018). *Planes departamentales de acueductos en Colombia. marco general y conceptual*. criterios. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. <http://revistas.escuelaing.edu.co/index.php/reci/article/view/39/35>

- Rodríguez, L. (2020). *El proceso de tratamiento de aguas residuales y eliminación de contaminantes emergentes*. Tratamiento del agua.
- Rosales Escalante, E. (2005). *Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones*. Vol. 18 N°2 Especial. CIVCO-ITCR
- Rueda Camberos, F., Arboleda Girón, W., & Pérez Gutiérrez, N. (2018). *La calidad del agua de los acueductos de las áreas urbanas del Departamento del Meta, Colombia*. Revista Investigaciones Andina, 19(35). <https://doi.org/10.33132/01248146.945>
- SIAPA. (2014). *Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades. Alcantarillado sanitario*.
- USAID (2016). *Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad. Tegucigalpa (Honduras)*. United States Agency for International Development (USAID), Manual 23, Servicios Públicos, caja de herramientas 2. [USAID 2016. Manual operación y mantenimiento de agua por gravedad.pdf \(sswm.info\)](https://sswm.info/manuals/23-manual-de-operacion-y-mantenimiento-de-sistemas-de-agua-potable-por-gravedad.pdf)
- Valencia Granada, E. (1997). *Saneamiento rural*. Neiva: Universidad Surcolombiana.
- Valencia Granada, E., Silva G, I J., y Narváez R, C P. (2010). *Sistemas descentralizados integrados para el tratamiento de aguas residuales domésticas*. Facultad ingeniería Universidad Surcolombiana.
- Yepes V. (s. f.). *Peso específico*. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia. <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/peso-especifico/>

ANEXOS

ANEXO A. PLANO LOTEADO - TOPOGRAFÍA

ANEXO B. NODOS Y CONSUMOS

ANEXO C. PRESIONES DE ACUEDUCTO

ANEXO D. PLANO RED DE ACUEDUCTO

ANEXO E. PRESPUPUESTO ACUEDUCTO, APU Y COMPONENTES

ANEXO F. PLANOS ALCANTARILLADO

ANEXO G. TABLAS DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO

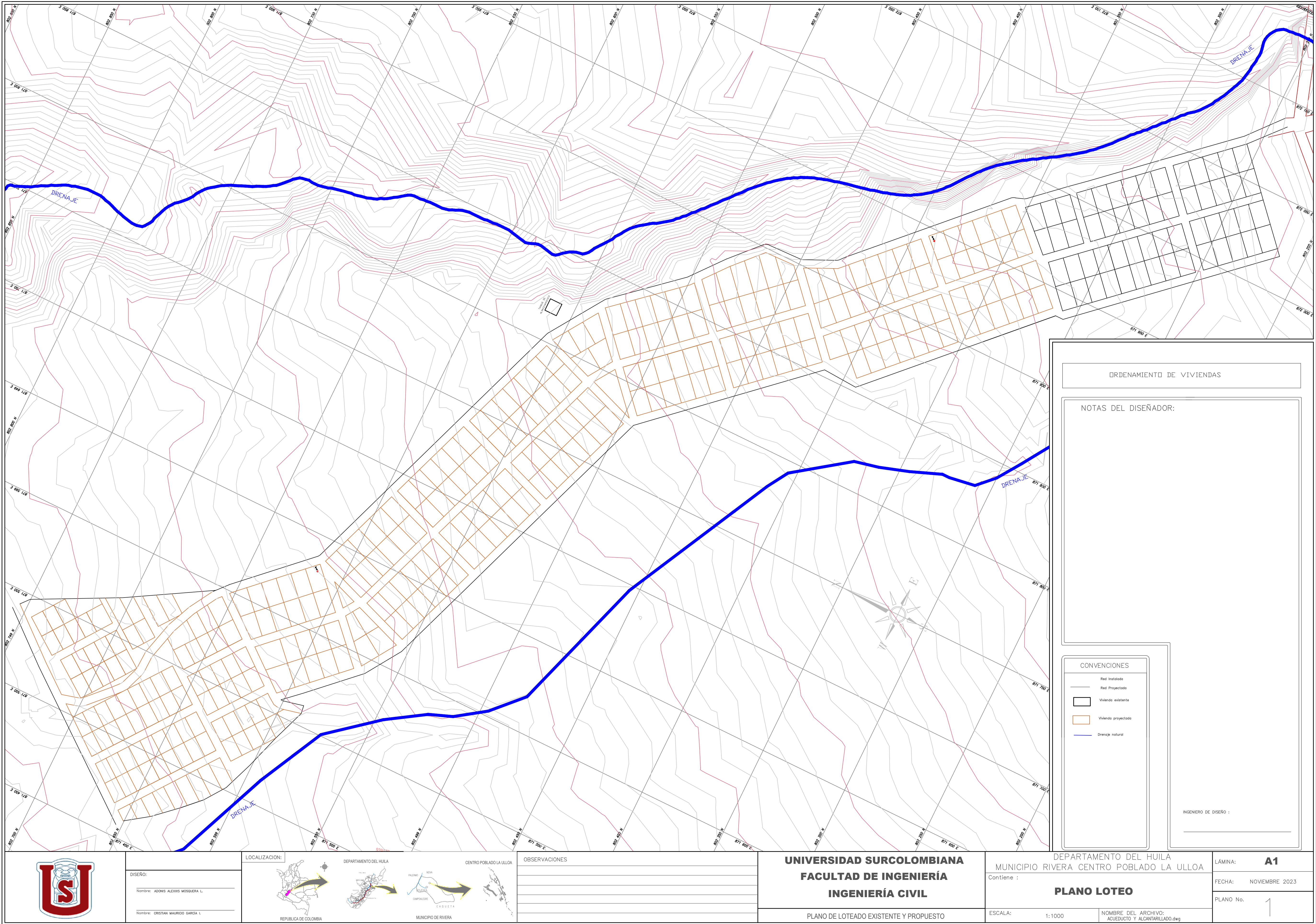
ANEXO H. PLANO ESTRUCTURAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

**ANEXO I. DISEÑO ESTRUCTURAL – ESTRUCTURAS DE TRATAMIENTO DE
AGUA RESIDUAL**

ANEXO J. DESPIECE DE REFUERZO

ANEXO K. PRESUPUESTO ALCANTARILLADO, APU Y COMPONENTES

ANEXO L. LISTADO USUARIOS ANDES Y UNIÓN



ORDENAMIENTO DE VIVIENDAS

NOTAS DEL DISEÑADOR:

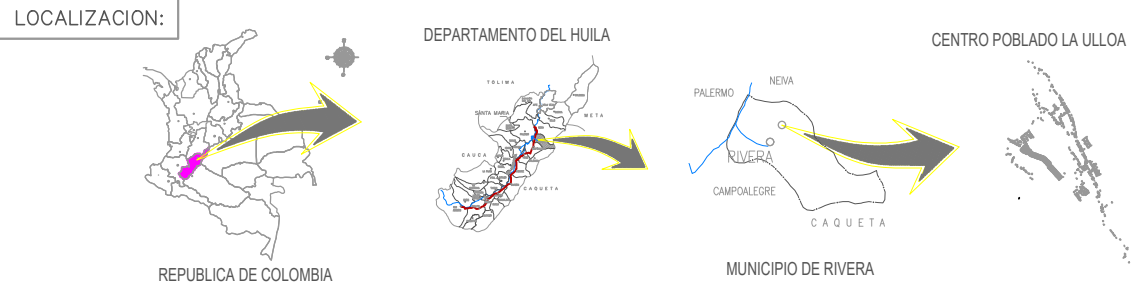
CONVENCIONES

- Red Instalado
- Red Proyectoado
- Vivienda existente
- Vivienda proyectado
- Drenaje natural

INGENIERO DE DISEÑO :



DISEÑO:
Nombre: ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.
Nombre: CRISTIAN MAURICIO GARCIA L.



OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

PLANO DE LOTEADO EXISTENTE Y PROPUESTO

DEPARTAMENTO DEL HUILA
MUNICIPIO RIVERA CENTRO POBLADO LA ULLOA
Contiene :
PLANO LOTEO
ESCALA: 1:1000
NOMBRE DEL ARCHIVO: ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.dwg

LÁMINA: **A1**
FECHA: NOVIEMBRE 2023
PLANO No. 1

Demanda base				
NODO	TUBERIA/NODO			CAUDAL MEDIO DE CIRCULACION
	TUBERIA	LONG	q	
		m	l/s*m	
N_2	T1	23,74	0,00084	0,0200
	T2	23,395	0,00084	0,0197
				0,0397
N_3	T3	23,23	0,00084	0,0196
				0,0196
N_4	T4	23,23	0,00084	0,0196
				0,0196
N_5	T4	23,23	0,00084	0,0196
	T5	16,075	0,00084	0,0135
	T9	41,075	0,00084	0,0346
				0,0677
N_6	T3	23,23	0,00084	0,0196
	T5	16,075	0,00084	0,0135
	T6	14,62	0,00084	0,0123
	T8	41,48	0,00084	0,0349
				0,0804
N_7	T2	23,395	0,00084	0,0197
	T6	14,62	0,00084	0,0123
	T7	43,04	0,00084	0,0363
				0,0683
N_8	T9	41,075	0,00084	0,0346
	T10	14,825	0,00084	0,0125
	T15	27,75	0,00084	0,0234
				0,0705
N_9	T8	41,48	0,00084	0,0349
	T10	14,825	0,00084	0,0125
	T11	1,436	0,00084	0,0012
				0,0486
N_10	T11	1,436	0,00084	0,0012
	T12	14,485	0,00084	0,0122
	T14	27,75	0,00084	0,0234
				0,0368
N_11	T7	43,04	0,00084	0,0363
	T12	14,485	0,00084	0,0122
	T13	25,337	0,00084	0,0213
				0,0698

Demanda base				
NODO	TUBERIA/NODO			CAUDAL MEDIO DE CIRCULACION
	TUBERIA	LONG	q	
		m	l/s*m	
N_12	T15	27,75	0,00084	0,0234
	T16	16,245	0,00084	0,0137
	T20	30	0,00084	0,0253
				0,0623
N_13	T14	27,75	0,00084	0,0234
	T16	16,245	0,00084	0,0137
	T17	14,5	0,00084	0,0122
	T19	36,71	0,00084	0,0309
N_14				0,0802
	T94	2,412	0,00084	0,0020
	T17	14,5	0,00084	0,0122
	T18	24,5	0,00084	0,0206
N_15				0,0349
	T20	30	0,00084	0,0253
	T25	10,325	0,00084	0,0087
				0,0340
N_16	T24	8,94	0,00084	0,0075
	T25	10,325	0,00084	0,0087
	T29	27,75	0,00084	0,0234
				0,0396
N_17	T19	36,71	0,00084	0,0309
	T23	7,31	0,00084	0,0062
	T24	8,94	0,00084	0,0075
				0,0446
N_18	T22	12,025	0,00084	0,0101
	T23	7,31	0,00084	0,0062
	T28	27,685	0,00084	0,0233
				0,0396
N_19	T21	12,165	0,00084	0,0102
	T22	12,025	0,00084	0,0101
	T26	8,675	0,00084	0,0073
				0,0277
N_20	T18	24,5	0,00084	0,0206
	T21	12,165	0,00084	0,0102
				0,0309

Demanda base				
NODO	TUBERIA/NODO			CAUDAL MEDIO DE CIRCULACION
	TUBERIA	LONG	q	
		m	l/s*m	
N_21	T26	8,675	0,000842	0,0073
	T27	21,28	0,000842	0,0179
				0,0252
N_22	T29	27,75	0,000842	0,0234
	T30	16,245	0,000842	0,0137
	T34	27,75	0,000842	0,0234
				0,0604
N_23	T28	27,685	0,000842	0,0233
	T30	16,245	0,000842	0,0137
	T31	15,1	0,000842	0,0127
	T33	27,81	0,000842	0,0234
				0,0732
N_24	T27	21,28	0,000842	0,0179
	T31	15,1	0,000842	0,0127
	T32	27,825	0,000842	0,0234
				0,0541
N_25	T32	27,825	0,000842	0,0234
	T36	15,275	0,000842	0,0129
				0,0363
N_26	T33	27,81	0,000842	0,0234
	T35	15,765	0,000842	0,0133
	T36	15,275	0,000842	0,0129
				0,0496
N_27	T34	27,75	0,000842	0,0234
	T35	15,765	0,000842	0,0133
				0,0367
N_28	T39	0	0,000000	0,0000
	T40	16,25	0,000842	0,0137
	T44	32	0,000842	0,0270
				0,0406
N_29	T40	16,25	0,000842	0,0137
	T41	14,5	0,000842	0,0122
	T43	32	0,000842	0,0270
				0,0529

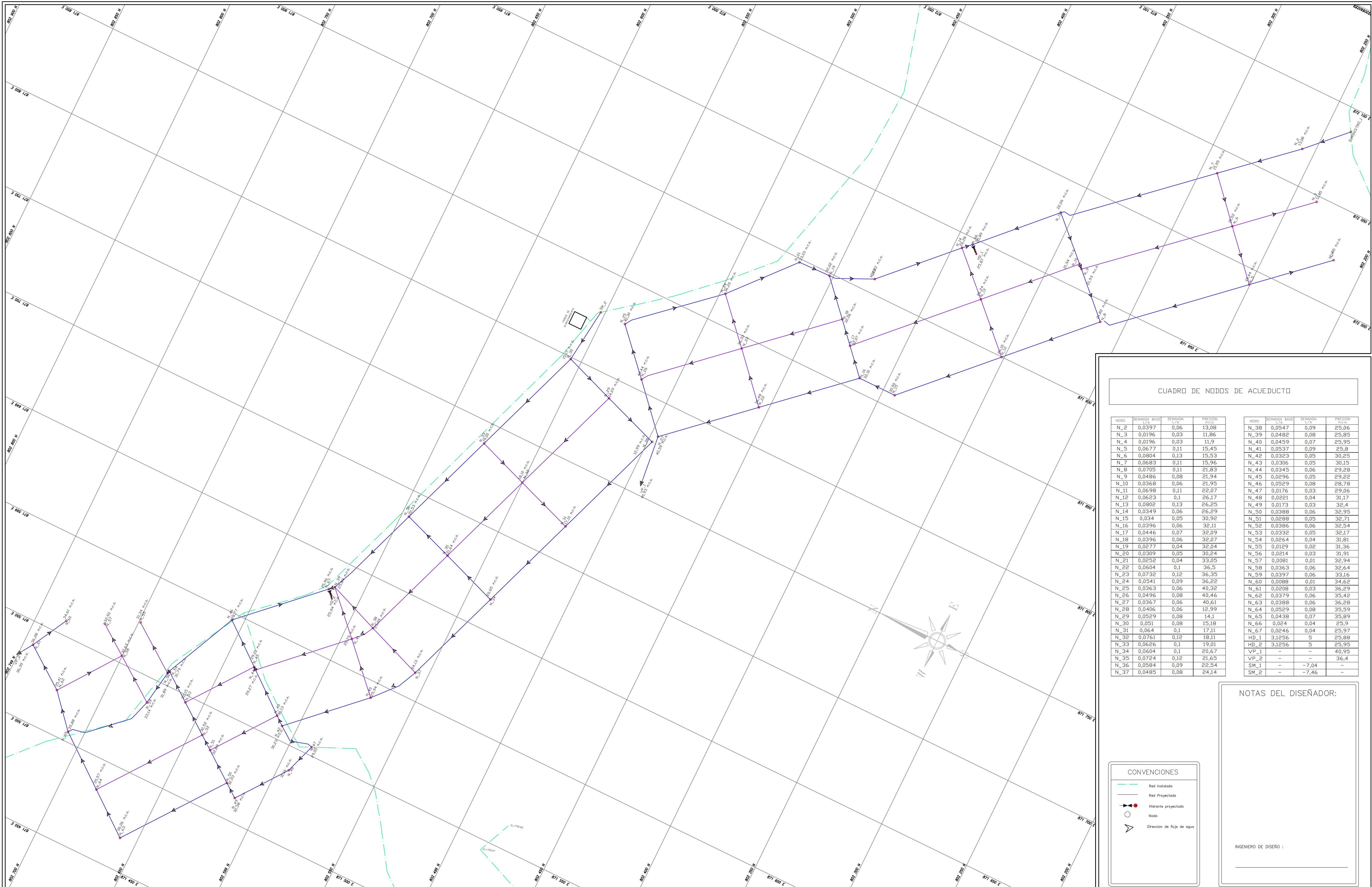
Demanda base				
NODO	TUBERIA/NODO			CAUDAL MEDIO DE CIRCULACION
	TUBERIA	LONG	q	
		m	l/s*m	
N_30	T41	14,5	0,000842	0,0122
	T42	32	0,000842	0,0270
	T93	14	0,000842	0,0118
				0,0510
N_31	T44	32	0,000842	0,0270
	T45	16,245	0,000842	0,0137
	T49	27,75	0,000842	0,0234
				0,0640
N_32	T43	32	0,000842	0,0270
	T45	16,245	0,000842	0,0137
	T46	14,5	0,000842	0,0122
	T48	27,64	0,000842	0,0233
				0,0761
N_33	T42	32	0,000842	0,0270
	T46	14,5	0,000842	0,0122
	T47	27,75	0,000842	0,0234
				0,0626
N_34	T49	27,75	0,000842	0,0234
	T50	16,245	0,000842	0,0137
	T54	27,75	0,000842	0,0234
				0,0604
N_35	T48	27,64	0,000842	0,0233
	T50	16,245	0,000842	0,0137
	T51	14,5	0,000842	0,0122
	T53	27,525	0,000842	0,0232
N_36				0,0724
	T47	27,75	0,000842	0,0234
	T51	14,5	0,000842	0,0122
	T52	27,055	0,000842	0,0228
N_37				0,0584
	T54	27,75	0,000842	0,0234
	T55	16,25	0,000842	0,0137
	T58	13,57	0,000842	0,0114
				0,0485

Demanda base				
NODO	TUBERIA/NODO			CAUDAL MEDIO DE CIRCULACION
	TUBERIA	LONG	q	
		m	l/s*m	
N_38	T53	27,525	0,000842	0,0232
	T55	16,25	0,000842	0,0137
	T56	14,82	0,000842	0,0125
	T57	6,275	0,000842	0,0053
				0,0547
N_39	T52	27,055	0,000842	0,0228
	T56	14,82	0,000842	0,0125
	T60	14,425	0,000842	0,0122
	T96	0,921	0,000842	0,0008
				0,0482
N_40	T58	13,57	0,000842	0,0114
	T59	16,325	0,000842	0,0138
	T63	24,59	0,000842	0,0207
				0,0459
N_41	T57	6,275	0,000842	0,0053
	T59	16,325	0,000842	0,0138
	T60	14,425	0,000842	0,0122
	T62	26,75	0,000842	0,0225
				0,0537
N_42	T63	24,59	0,000842	0,0207
	T64	3,0085	0,000842	0,0025
	T71	10,75	0,000842	0,0091
				0,0323
N_43	T64	3,0085	0,000842	0,0025
	T65	13,37	0,000842	0,0113
	T70	19,965	0,000842	0,0168
				0,0306
N_44	T62	26,75	0,000842	0,0225
	T65	13,37	0,000842	0,0113
	T66	0,8875	0,000842	0,0007
				0,0345
N_45	T66	0,8875	0,000842	0,0007
	T67	13,745	0,000842	0,0116
	T69	20,455	0,000842	0,0172
				0,0296

Demanda base				
NODO	TUBERIA/NODO			CAUDAL MEDIO DE CIRCULACION
	TUBERIA	LONG	q	
		m	l/s*m	
N_46	T61	27,646	0,000842	0,0233
	T67	13,745	0,000842	0,0116
	T68	21,4	0,000842	0,0180
				0,0529
N_47	T71	10,75	0,000842	0,0091
	T72	10,142	0,000842	0,0085
				0,0176
N_48	T72	10,142	0,000842	0,0085
	T73	16,035	0,000842	0,0135
				0,0221
N_49	T73	16,035	0,000842	0,0135
	T74	4,525	0,000842	0,0038
				0,0173
N_50	T74	4,525	0,000842	0,0038
	T75	9,725	0,000842	0,0082
	T90	31,82	0,000842	0,0268
				0,0388
N_51	T70	19,965	0,000842	0,0168
	T75	9,725	0,000842	0,0082
	T76	4,525	0,000842	0,0038
				0,0288
N_52	T76	4,525	0,000842	0,0038
	T77	9,725	0,000842	0,0082
	T89	31,51	0,000842	0,0265
				0,0386
N_53	T69	20,455	0,000842	0,0172
	T77	9,725	0,000842	0,0082
	T78	9,285	0,000842	0,0078
				0,0332
N_54	T68	21,4	0,000842	0,0180
	T78	9,285	0,000842	0,0078
	T79	0,691	0,000842	0,0006
				0,0264
N_55	T80	15,26	0,000842	0,0129
				0,0129

Demanda base				
NODO	TUBERIA/NODO			CAUDAL MEDIO DE CIRCULACION
	TUBERIA	LONG	q	
		m	l/s*m	l/s
N_56	T79	0,691	0,000842	0,0006
	T80	15,26	0,000842	0,0129
	T81	9,5	0,000842	0,0080
				0,0214
N_57	T82	9,62	0,000842	0,0081
				0,0081
N_58	T82	9,62	0,000842	0,0081
	T83	14,04	0,000842	0,0118
	T85	19,465	0,000842	0,0164
				0,0363
N_59	T81	9,5	0,000842	0,0080
	T83	14,04	0,000842	0,0118
	T86	23,6	0,000842	0,0199
				0,0397
N_60	T84	10,502	0,000842	0,0088
				0,0088
N_61	T84	10,502	0,000842	0,0088
	T87	14,16	0,000842	0,0119
				0,0208
N_62	T85	19,465	0,000842	0,0164
	T87	14,16	0,000842	0,0119
	T88	11,355	0,000842	0,0096
				0,0379
N_63	T90	31,82	0,000842	0,0268
	T91	14,254	0,000842	0,0120
				0,0388
N_64	T89	31,51	0,000842	0,0265
	T91	14,254	0,000842	0,0120
	T92	17,048	0,000842	0,0144
				0,0529
N_65	T86	23,6	0,000842	0,0199
	T88	11,355	0,000842	0,0096
	T92	17,048	0,000842	0,0144
				0,0438

Demanda base				
NODO	TUBERIA/NODO			CAUDAL MEDIO DE CIRCULACION
	TUBERIA	LONG	q	
		m	l/s*m	l/s
N_66	T13	25,337	0,00084	0,0213
	T95	0,682	0,00084	0,0006
	T94	2,412	0,00084	0,0020
				0,0240
HIDRANTE_1	T95	0,682	0,00084	0,0006
		K	L/s	
	CAUDAL DE INCENDIOS	1,6	5	3,1250
				3,1256
N_67	T96	0,921	0,00084	0,0008
	T97	0,682	0,00084	0,0006
	T61	27,646	0,00084	0,0233
				0,0246
HIDRANTE_2	T97	0,682	0,00084	0,0006
		K	L/s	
	CAUDAL DE INCENDIOS	1,6	5	3,1250
				3,1256
TOTAL ACUEDUCTO	2,81366			
TOTAL ACUEDUCTO + CAUDAL INCENDIOS (CI)	9,0637			
QMH=	4,5			
QMH+CI=	14,5			



CUADRO DE NODOS DE ACUEDUCTO

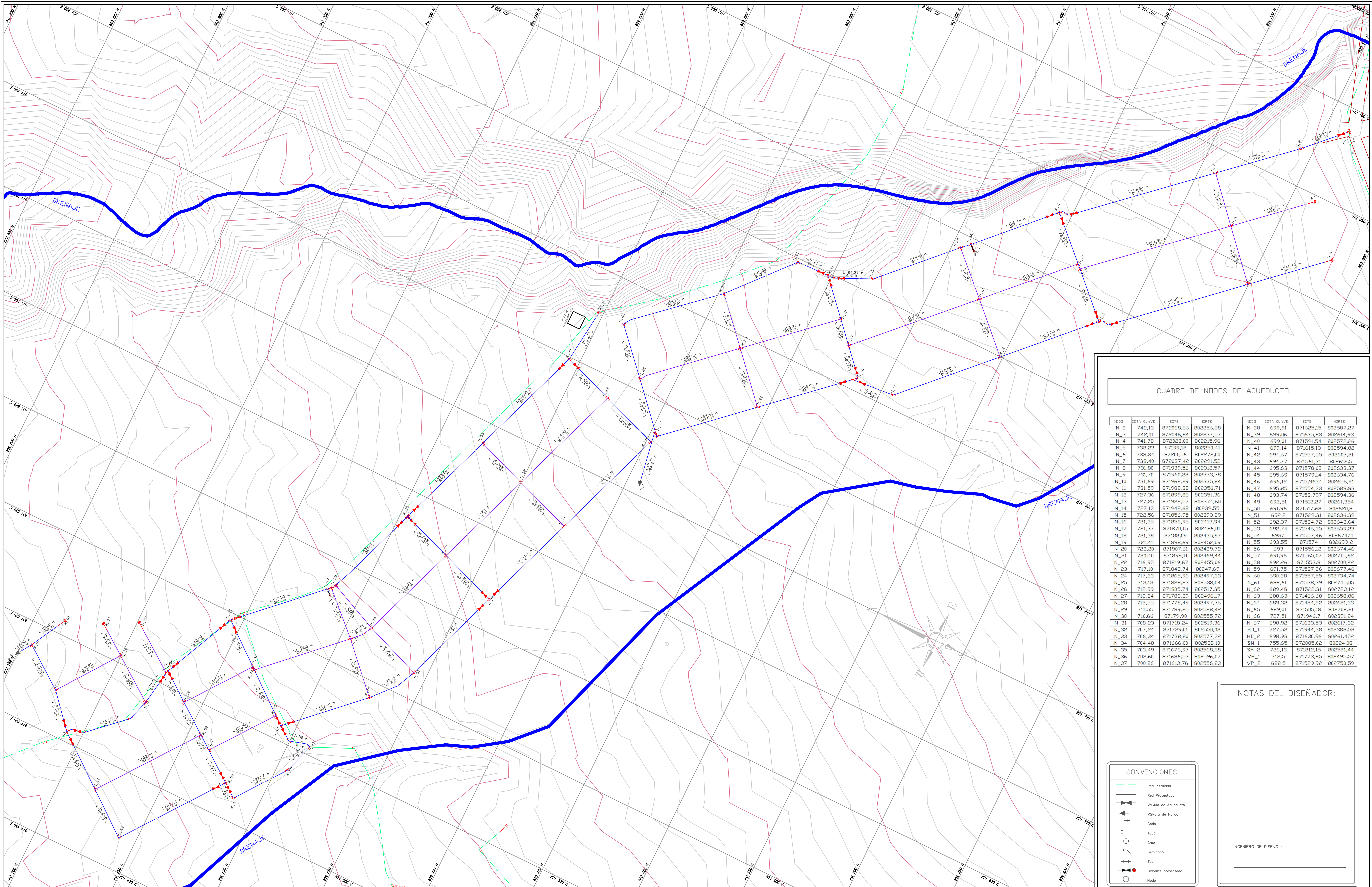
NODO	DEMANDA BASE	DEMANDA	PRESION
N_2	0,0397	0,06	13,08
N_3	0,0196	0,03	11,86
N_4	0,0196	0,03	11,9
N_5	0,0677	0,11	15,45
N_6	0,0804	0,13	15,53
N_7	0,0683	0,11	15,36
N_8	0,0705	0,11	21,83
N_9	0,0486	0,08	21,94
N_10	0,0368	0,06	21,95
N_11	0,0698	0,11	22,07
N_12	0,0623	0,1	26,17
N_13	0,0802	0,13	26,25
N_14	0,0349	0,06	26,29
N_15	0,034	0,05	30,92
N_16	0,0396	0,06	32,11
N_17	0,0446	0,07	32,09
N_18	0,0396	0,06	32,07
N_19	0,0277	0,04	32,04
N_20	0,0309	0,05	30,24
N_21	0,0252	0,04	33,05
N_22	0,0604	0,1	36,5
N_23	0,0732	0,12	36,35
N_24	0,0541	0,09	36,22
N_25	0,0363	0,06	40,32
N_26	0,0496	0,08	40,46
N_27	0,0367	0,06	40,61
N_28	0,0406	0,06	12,99
N_29	0,0529	0,08	14,1
N_30	0,051	0,08	15,18
N_31	0,064	0,1	17,11
N_32	0,0761	0,12	18,11
N_33	0,0626	0,1	19,01
N_34	0,0604	0,1	20,57
N_35	0,0724	0,12	21,65
N_36	0,0584	0,09	22,54
N_37	0,0485	0,08	24,14
N_38	0,0547	0,09	25,06
N_39	0,0482	0,08	25,85
N_40	0,0459	0,07	25,95
N_41	0,0537	0,09	25,8
N_42	0,0323	0,05	30,25
N_43	0,0306	0,05	30,15
N_44	0,0345	0,06	29,28
N_45	0,0296	0,05	29,22
N_46	0,0529	0,08	28,78
N_47	0,0176	0,03	29,06
N_48	0,0221	0,04	31,17
N_49	0,0173	0,03	32,4
N_50	0,0388	0,06	32,95
N_51	0,0288	0,05	32,71
N_52	0,0386	0,06	32,54
N_53	0,0332	0,05	32,17
N_54	0,0264	0,04	31,81
N_55	0,0129	0,02	31,36
N_56	0,0214	0,03	31,91
N_57	0,0081	0,01	32,94
N_58	0,0363	0,06	32,64
N_59	0,0397	0,06	33,16
N_60	0,0088	0,01	34,62
N_61	0,0208	0,03	36,29
N_62	0,0379	0,06	35,42
N_63	0,0388	0,06	36,28
N_64	0,0529	0,08	35,59
N_65	0,0438	0,07	35,89
N_66	0,024	0,04	25,9
N_67	0,0246	0,04	25,97
HD_1	3,1256	5	25,88
HD_2	3,1256	5	25,95
VP_1	-	-	40,95
VP_2	-	-	36,4
SM_1	-	-7,04	-
SM_2	-	-7,46	-

CONVENCIONES

- Red instalada
- Red proyectada
- Hidante proyectado
- Nodo
- Direccion de flujo de agua

NOTAS DEL DISEÑADOR:

INGENIERO DE DISEÑO :



CUADRO DE NODOS DE ACUEDUCTO

NODO	COTA CLAVE	ESTE	NORTE	NODO	COTA CLAVE	ESTE	NORTE
N_2	742,13	872068,66	802256,68	N_38	699,91	871625,15	802587,27
N_3	742,01	872046,84	802237,57	N_39	699,06	871635,83	802614,93
N_4	741,78	872023,00	802215,96	N_40	699,01	871591,54	802572,26
N_5	738,23	871991,18	802250,41	N_41	699,14	871615,13	802594,82
N_6	738,34	87201,56	802272,00	N_42	694,67	871557,55	802607,81
N_7	738,40	872037,42	802291,52	N_43	694,77	871561,31	802612,5
N_8	731,80	871939,56	802312,57	N_44	695,63	871578,03	802633,37
N_9	731,70	871960,28	802333,78	N_45	695,69	871579,14	802634,76
N_10	731,69	871962,29	802335,84	N_46	696,12	871596,34	802656,21
N_11	731,59	871982,38	802356,71	N_47	695,85	871554,33	802588,83
N_12	727,36	871899,86	802331,36	N_48	693,74	87153,797	802594,36
N_13	727,25	871922,57	802374,60	N_49	692,51	871512,27	80261,354
N_14	727,13	871942,68	80239,25	N_50	691,96	871517,68	802620,9
N_15	722,56	871856,95	802393,29	N_51	692,2	871529,31	802636,39
N_16	721,35	871856,95	802413,94	N_52	692,37	871534,72	802643,64
N_17	721,37	871870,15	802426,01	N_53	692,74	871546,35	802659,23
N_18	721,38	87188,09	802435,87	N_54	693,1	871557,46	802674,11
N_19	721,41	871898,69	802452,89	N_55	693,85	871574	802699,2
N_20	723,20	871907,61	802429,72	N_56	693	871556,12	802674,46
N_21	720,40	871898,11	802469,44	N_57	691,96	871565,07	802715,82
N_22	716,95	871819,67	802455,06	N_58	692,26	871553,8	802700,22
N_23	717,10	871843,74	80247,69	N_59	691,75	871537,36	802677,46
N_24	717,23	871865,56	802497,33	N_60	690,28	871537,25	802734,74
N_25	713,13	871828,23	802538,04	N_61	688,61	871538,39	802745,05
N_26	712,99	871805,74	802517,35	N_62	689,48	871522,31	802723,12
N_27	712,84	871782,39	802496,17	N_63	688,63	871466,68	802658,86
N_28	712,55	871778,49	802497,76	N_64	689,32	871484,22	802681,33
N_29	711,55	871789,25	802528,42	N_65	689,01	871505,18	802708,21
N_30	710,66	87179,90	802555,72	N_66	727,51	871946,7	802391,24
N_31	708,23	871718,24	802519,36	N_67	698,92	871633,53	802617,32
N_32	707,24	871729,01	80250,02	HD_1	727,52	871944,38	802388,58
N_33	705,34	871738,80	802577,28	HD_2	698,93	871630,96	80261,452
N_34	704,48	871666,00	802538,10	SM_1	755,65	872085,02	80224,08
N_35	703,49	871676,97	802568,68	SM_2	726,13	871812,15	802581,44
N_36	702,60	871686,53	802596,07	VP_1	712,5	871773,85	802495,57
N_37	700,86	871613,76	802556,83	VP_2	688,5	871529,92	802750,59

NOTAS DEL DISEÑADOR:

INGENIERO DE DISEÑO :

CONVENCIONES	
	Red Instalada
	Red Proyectada
	Válvula de Acueducto
	Válvula de Purga
	Codo
	Tapón
	Cruz
	Semicírculo
	Tee
	Hidrante proyectado
	Nodo



DISEÑO:
Nombre: ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.
Nombre: CRISTIAN MAURICIO GARCIA L.



OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

PLANO DE DISEÑO DE ACUEDUCTO

DEPARTAMENTO DEL HUILA
MUNICIPIO RIVERA CENTRO POBLADO LA ULLOA
Contiene :
PLANO GENERAL

ESCALA: 1:1000

NOMBRE DEL ARCHIVO:
ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.dwg

LÁMINA: **A1**
FECHA: NOVIEMBRE 2023
PLANO No. **1**

	PRESUPUESTO		Vigente desde:		
			Noviembre 30 del 2023		
OBRA "DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA"					
SISTEMA DE ACUEDUCTO					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	PRELIMINARES				\$ 36.192.325,18
1,1	Localización y replanteo. Incluye: materiales, equipos y comisión topográfica.	ML	3.339,80	\$ 3.872,87	\$ 12.934.611,23
1,2	Señalización área de trabajo cumpliendo con el manual de señalización vial vigente.	ML	3.339,80	\$ 6.199,84	\$ 20.706.228,14
1,3	Campamento y almacén de material	UND	1,00	\$ 2.551.485,82	\$ 2.551.485,82
2	EXCAVACION				\$ 95.776.796,22
2,1	Excavación a todo factor manual. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.	M3	3.206,21	\$ 29.872,30	\$ 95.776.796,22
3	RELLENO				\$ 50.501.703,88
3,1	Material soporte en instalación de tubería. Cama de arena de Base 0.10 metros y 0.15 metros por encima de la cota clave de la tubería. Incluye material granular	M3	318,98	\$ 90.711,77	\$ 28.935.239,31
3,2	Relleno de brecha con material seleccionado de la excavación con compactación mecánica tipo canguro, capa máxima de 20 cm. IP< 13%, según Norma Invías 2012, Dm = según PM.95%	M3	2.887,23	\$ 14.584,50	\$ 42.108.776,57
4	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE				\$ 28.991.759,08
4,1	Recolección y cargue de material sobrante en volqueta hasta el botadero. Distancia menor a 5 Km. Factor de expansión de 1,4	M3	467,57	\$ 62.004,91	\$ 28.991.759,08
5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA A PRESIÓN PVC				\$ 112.479.745,23
5,1	Suministro e instalación de Tubería unión mecánica presión de Ø2" RDE 26 PVC	ML	1.241,04	\$ 16.296,48	\$ 20.224.577,53
5,2	Suministro e instalación de Tubería unión mecánica presión de Ø3" RDE 21 PVC	ML	2.098,89	\$ 43.954,33	\$ 92.255.167,70
6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS A PRESIÓN				\$ 20.070.819,17
6,1	Suministro e instalación de tee 3 x 3" PVC	UND	44,00	\$ 58.924,51	\$ 2.592.678,48
6,2	Suministro e instalación de tee 2 x 2" PVC	UND	1,00	\$ 14.901,28	\$ 14.901,28
6,3	Suministro e instalación de cruz PVC 4 vías de 3" PVC	UND	1,00	\$ 200.150,88	\$ 200.150,88

6,4	Suministro e instalación de cruz PVC 4 vías de 2" PVC	UND	6,00	\$ 101.227,65	\$ 607.365,90
6,5	Suministro e instalación de buje reducción PVC presión de 3" a 2" PVC	UND	33,00	\$ 42.972,88	\$ 1.418.105,06
6,6	Suministro e instalación de tapón unión mecánica de 2" PVC	UND	3,00	\$ 69.093,08	\$ 207.279,25
6,7	Suministro e instalación de tapón unión mecánica de 3" PVC	UND	2,00	\$ 104.665,75	\$ 209.331,50
6,8	Suministro e instalación de codo 45° unión mecánica de 2" PVC	UND	1,00	\$ 28.475,08	\$ 28.475,08
6,9	Suministro e instalación de codo 90° unión mecánica de 3" PVC	UND	7,00	\$ 95.875,96	\$ 671.131,73
6,10	Suministro e instalación de codo 45° de 3" PVC	UND	17,00	\$ 71.538,96	\$ 1.216.162,34
6,11	Suministro e instalación de válvula de bola 3" borde liso	UND	37,00	\$ 348.790,21	\$ 12.905.237,65
7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HIDRANTES				\$ 9.694.238,48
7,1	Suministro e instalación de hidrante tipo pedestal barril seco 3" (75mm) válvula en codo junta rápida 232 psi (16 bar) 2 boquillas de 2 1/2"	UND	2,00	\$ 4.847.119,24	\$ 9.694.238,48
TOTAL COSTOS DIRECTOS					\$ 374.249.699,24
AIU	ADMINISTRACIÓN			18%	\$ 68.246.000,00
	IMPREVISTOS			1%	\$ 3.742.496,99
	UTILIDAD			4%	\$ 14.969.987,97
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					\$ 86.958.484,96
COSTO TOTAL DE LA OBRA					\$ 461.208.184,20

Elaboró



ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.

Ing. Civil en formación de Universidad Surcolombiana



CRISTIAN MAURICIO GARCÍA I.

Ing. Civil en formación Universidad Surcolombiana

DESENGLOSE DEL A.I.U.					
OBJETO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA"					
ITEM	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	MESES	% DEDICACIÓN	VALOR TOTAL
1	ADMINISTRACIÓN				
	PERSONAL				
1.1	INGENIERO CIVIL DIRECTOR DE OBRA	\$ 4.300.000,00	2,00	50%	\$ 4.300.000,00
1.2	INGENIERO CIVIL RESIDENTE DE OBRA	\$ 3.500.000,00	2,00	100%	\$ 7.000.000,00
1.3	ESPECIALISTA EN HIDRAULICA E HIDROLOGIA	\$ 5.000.000,00	1,00	50%	\$ 2.500.000,00
1.4	INGENIERO INDUSTRIAL (SISOMA)	\$ 3.000.000,00	2,00	100%	\$ 6.000.000,00
1.5	TECNOLOGO EN OBRAS CIVILES	\$ 2.500.000,00	2,00	100%	\$ 5.000.000,00
1.6	SECRETARIA	\$ 1.500.000,00	2,00	60%	\$ 1.800.000,00
1.7	ALMACENISTA	\$ 1.800.000,00	2,00	100%	\$ 3.600.000,00
1.8	CONTADOR	\$ 2.000.000,00	2,00	40%	\$ 1.600.000,00
1.9	TOPOGRAFO	\$ 3.500.000,00	1,50	20%	\$ 1.050.000,00
					\$ 32.850.000,00
	FACTOR PRESTACIONAL	PORCENTAJE	VALOR		
1.10	CESANTIAS	8,33%	\$ 2.736.405,00		
1.11	INTERESES DE CESANTIAS	1,20%	\$ 394.200,00		
1.12	PRIMA LEGAL	8,33%	\$ 2.736.405,00		
1.13	VACACIONES	4,16%	\$ 1.366.560,00		
1.14	SEGURIDAD SOCIAL	33,98%	\$ 11.162.430,00		
	ADMINISTRACIÓN Y OTROS GASTOS				
1.15	EQUIPO COMPLETO DE TOPOGRAFIA (INCLUYE TRANSITO, NIVEL, ESTACION Y ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS)	Mes	1,50	\$ 3.000.000,00	\$ 4.500.000,00
1.16	OFICINA, PAPELERÍA E INSUMOS DE OFICINA	Mes	1,00	\$ 950.000,00	\$ 950.000,00
1.17	LABORATORIO DE SUELOS	Mes	0,50	\$ 2.300.000,00	\$ 1.150.000,00
1.18	ALQUILER DE VEHICULO - CAMIONETA >2000 CC. PICK-UP O SIMILAR (INCLUYE CONDUCTOR Y COMBUSTIBLE)	Mes	2,00	\$ 5.200.000,00	\$ 10.400.000,00

1	ADMINISTRACIÓN (%)		
1.1	ADMINISTRACIÓN	19%	68.246.000,00
2	IMPREVISTOS (%)		
2.1	IMPREVISTOS	1%	\$ 8.137.546,00
3	UTILIDAD (%)		
3.1	UTILIDAD DEL PROYECTO	4%	\$ 32.550.185,00
VALOR TOTAL COSTOS INDIRECTOS			\$ 108.933.731,00

Elaboró



ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.

Ing. Civil en formación de Universidad Surcolombiana



CRISTIAN MAURICIO GARCÍA I.

Ing. Civil en formación Universidad Surcolombiana

MANO DE OBRA - CUADRILLAS				
OBJETO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA"				
SALARIO - AÑO 2023				\$ 1.160.000,00
1. Ayudante (Incl. Prestaciones)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
AYUDANTE	DIA	1	\$ 38.667	\$ 38.667
PRESTACIONES SOCIALES				
Subsidio de transporte	%	11,96%	\$ 38.667	\$ 4.625
Cesantías	%	8,33%	\$ 38.667	\$ 3.221
Intereses de cesantías	%	1,20%	\$ 38.667	\$ 464
Prima legal	%	8,33%	\$ 38.667	\$ 3.221
Vacaciones	%	4,16%	\$ 38.667	\$ 1.609
Total Seguridad Social	%	33,98%	\$ 38.667	\$ 13.139
APORTES PARAFISCALES:				
Caja de compensación familiar	%	4,00%	\$ 38.667	\$ 1.547
Sena	%	2,00%	\$ 38.667	\$ 773
FIC	%	1,75%	\$ 38.667	\$ 677
ICBF	%	2,00%	\$ 38.667	\$ 773
ELEMENTOS - SEGURIDAD INDUSTRIAL	%	5,10%	\$ 38.667	\$ 1.972
Incremento Salarial - TOTAL	%	83%		
Valor Unitario			(Día)	\$ 70.687
Valor Unitario			(Hora)	\$ 8.836

2. Oficial (Incl. Prestaciones)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
OFICIAL	DIA	1	\$ 50.000	\$ 50.000
PRESTACIONES SOCIALES				
Subsidio de transporte	%	11,96%	\$ 50.000	\$ 5.980
Cesantías	%	8,33%	\$ 50.000	\$ 4.165
Intereses de cesantías	%	1,20%	\$ 50.000	\$ 600
Prima legal	%	8,33%	\$ 50.000	\$ 4.165
Vacaciones	%	4,16%	\$ 50.000	\$ 2.080
Seguridad Social	%	33,98%	\$ 50.000	\$ 16.990
APORTES PARAFISCALES:				
Caja de compensación familiar	%	4,00%	\$ 50.000	\$ 2.000
Sena	%	2,00%	\$ 50.000	\$ 1.000
FIC	%	1,75%	\$ 50.000	\$ 875
ICBF	%	2,00%	\$ 50.000	\$ 1.000

ELEMENTOS - SEGURIDAD INDUSTRIAL	%	5,10%	\$ 50.000	\$ 2.550
Incremento Salarial - TOTAL	%	83%		
Valor Unitario			(Día)	\$ 91.405
Valor Unitario			(Hora)	\$ 11.426

CUADRILLAS				
DESCRIPCIÓN	CODIGO	UND.	VR. UNIT (\$)	JORNAL
AYUDANTE	OB	H-H	\$ 8.836	\$ 70.687
OFICIAL.	O	H-H	\$ 11.426	\$ 91.405
CUADRILLA (1 obrero+1 oficial).	C1	H-C	\$ 20.261	\$ 162.092
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).	C2	H-C	\$ 29.097	\$ 232.778
CUADRILLA (3 obreros+1 oficial).	C3	H-C	\$ 37.933	\$ 303.465
COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA (Topógrafo, Cadenero 1, Cadenero 2 y Obrero).	CT	H-C	\$ 106.250,00	\$ 850.000

Elaboró



ADONIS ALEXXIS MOSQUERA L.

Ing. Civil en formación de Universidad Surcolombiana



CRISTIAN MAURICIO GARCÍA I.

Ing. Civil en formación Universidad Surcolombiana

LISTADO DE PRECIOS UNITARIOS MATERIALES - OFICIAL

OBJETO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA"

ITEM	DESCRIPCION	UND	VR/UNIT
1	ACEROS - ALAMBRES - HIERROS		
1.1	ACERO Fy= 4200 Kg/cm ²	KG	\$ 5.832
1.2	ALAMBRE GALVANIZADO # 18	KG	\$ 8.453
1.3	PUNTILLA 1 1/2" a 2"	LB	\$ 5.564
2	AGREGADOS - ARENAS - RECEBOS - AGUA		
2.1	AGUA	LT	\$ 44,94
2.2	ARENA GRUESA TRANSPORTADA A OBRA	M3	\$ 75.600,00
2.3	ARENA FINA TRANSPORTADA A OBRA	M3	\$ 80.500,00
2.4	CEMENTO GRIS	KG	\$ 684,80
2.5	GRAVILLA 3/4" PUESTA EN OBRA	M3	\$ 101.650,00
2.6	GRAVILLA 1/2" PUESTA EN OBRA	M3	\$ 101.650,00
2.7	RECEBO SELECCIONADO PUESTO EN OBRA	M3	\$ 37.450,00
3	TUBERIAS		
3.1	TUBERIA UNIÓN MECÁNICA PRESION Ø3" RDE 21 PVC (L=6m)	ML	\$ 40.657
3.2	TUBERIA UNIÓN MECÁNICA PRESION Ø2" RDE 26 PVC (L=6m)	ML	\$ 13.475
4	ACCESORIOS - ADITIVOS PEGANTES		
4.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE 3 X 3" PVC	UND	\$ 53.900
4.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE 2 X 2" PVC	UND	\$ 10.400
4.3	CRUZ PVC 4 VÍAS DE 3" PVC	UND	\$ 182.600
4.4	CRUZ PVC 4 VÍAS DE 2" PVC	UND	\$ 84.200
4.5	BUJE REDUCCION PVC PRESIÓN DE 3" A 2" PVC	UND	\$ 25.422
4.6	TAPÓN UNION MECANICA DE 2" PVC	UND	\$ 62.300
4.7	TAPÓN UNION MECANICA DE 3" PVC	UND	\$ 97.702
4.8	CODO 45° DE 2" UNION MECANICA PVC	UND	\$ 21.682
4.9	CODO 90° DE 3" UNION MECANICA PVC	UND	\$ 85.857
4.10	CODO 45° DE 3" UNION MECANICA PVC	UND	\$ 61.520
4.11	VALVULA DE BOLA 3" BORDE LISO	UND	\$ 314.950
4.12	LIMPIADOR/REMOVEDOR PVC. (1/4 Gal)	UND	\$ 50.504
4.13	LUBRICANTE PARA TUBERÍA PVC (500 GR)	UND	\$ 34.133
4.14	PASO PARA POZO EN ACERO 5/8", INCL. ANTICORROSIVO	UND	\$ 64.200
4.15	SOLDADURA LIQUIDA C PVC. (1/4 Gal)	UND	\$ 70.513
5	SEÑALIZACIÓN		
5.1	CINTA SEÑALIZACIÓN (ROLLO POR 500ML)	UND	\$ 32.052
5.2	COLOMBINAS PARA SEÑALIZACIÓN (SEÑALIZADOR TUBULAR- BALIZA VIAL)	UND	\$ 41.263
5	OTROS		
5.1	PIOLA GRUESA ROLLO 50 ML	UND	\$ 8.025
5.2	HIDRANTE TIPO PEDESTAL BARRIL SECO 3" (75MM) VALVULA EN CODO JUNTA RAPIDA 232 PSI (16 BAR) 2 BOQUILLAS DE 2 1/2"	UND	\$ 4.718.000,00
5.3	BISAGRA COMUN HIERRO 3X3	UND	\$ 2.100,00
5.4	CANDADO MEDIANO	UND	\$ 23.250,00
5.5	GUADUA L=5M	UND	\$ 12.750,00

5.6	PORTACANDADO	UND	\$ 5.250,00
5.7	TABLA COMUN 3*0,2*0,02 M	UND	\$ 19.000,00
5.8	TEJA DE ZINC L=2,15M	UND	\$ 14.970,00
5.9	PINTURA ACEITE	GAL	\$ 115.600,00

LISTADO DE PRECIOS UNITARIOS EQUIPOS BASICOS - OFICIAL

OBJETO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA"

ITEM	DESCRIPCION	UND	VR/UNIT
1	EQUIPOS		
1.1	ESTACION TOTAL DE TOPOGRAFÍA	DIA	\$ 481.500
1.2	MEZCLADORA DE CONCRETO 6 P3.	DIA	\$ 64.200
1.3	VIBROCOMPACTADORA CANGURO O COMPACTADOR MANUAL (80-100) Kg.	DIA	\$ 58.850
2	TRANSPORTE		
2.1	TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN	m3-Km	\$ 2.461
2.2	TRANSPORTE DE MATERIAL PÉTREO	m3-Km	\$ 1.338
2.3	TRANSPORTE DE TUBERÍA	m-t	\$ 963
2.5	SERVICIO DE TRANSPORTE (HASTA 5 KM)	M3-KM	\$ 5.350

Elaboró

Adonis Mosquera

ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.

Ing. Civil en formación de Universidad Surcolombiana

Cristian Mauricio García I.

CRISTIAN MAURICIO GARCÍA I.

Ing. Civil en formación Universidad Surcolombiana

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO "APU"					
OBRA "DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA"					
Descripción de ítem:	UNIDAD:	ML	ITEM	1,1	
	Localización y replanteo. Incluye: materiales, equipos y comisión topográfica.				
I. EQUIPO					
Descripción		Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.		3%		\$ 89,25	
ESTACION TOTAL DE TOPOGRAFÍA		\$ 56.250,00	0,0100	\$ 562,50	
SUB-TOTAL				\$ 651,75	
II. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor
PUNTILLA 1 1/2" a 3"		LB	\$ 5.564,00	0,0050	\$ 27,82
PIOLA GRUESA ROLLO 50 ML		UND	\$ 8.025,00	0,0200	\$ 160,50
PINTURA ACEITE		GAL	\$ 115.600,00	0,0005	\$ 57,80
SUB-TOTAL				\$ 246,12	
III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL					
IV. MANO DE OBRA					
Trabajador		Jornal/H-H	Cantidad	Rendimiento	Valor
COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA (Topógrafo, Cadenero 1, Cadenero 2 y Obrero).		\$ 106.250,00	1,00	0,0280	\$ 2.975,00
SUB-TOTAL				\$ 2.975,00	
TOTAL UNITARIO				\$ 3.872,87	

Descripción de ítem:	UNIDAD:	ML	ITEM	1,2	
	Señalización área de trabajo cumpliendo con el manual de señalización vial vigente.				
I. EQUIPO					
Descripción	Tarifa/día	Rendimiento	Valor		
HERRAMIENTA MENOR.	5%		\$ 44,18		
SUB-TOTAL				\$ 44,18	
II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
CINTA SEÑALIZACIÓN (ROLLO POR 500ML)	UND	\$ 32.052,00	0,01	\$ 320,52	

COLOMBINAS PARA SEÑALIZACIÓN (SEÑALIZADOR TUBULAR-BALIZA VIAL)	UND	\$ 41.263,00	0,120	\$ 4951,56	
SUB-TOTAL					\$ 5272,08
III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL					
IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-H	Cantidad	Rendimiento	Valor	
AYUDANTE	\$ 8.835,82	1,00	0,10	\$ 883,58	
SUB-TOTAL					\$ 883,58
TOTAL UNITARIO					\$ 6.199,84

Descripción de ítem:		UNIDAD:	UND	ITEM	1,3
		Campamento y almacén de material			
I. EQUIPO					
Descripción		Tarifa/día		Rendimiento	Valor
HERRAMIENTA MENOR.		5%			\$ 31425,04
SUB-TOTAL					\$ 31.425,04
II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
BISAGRA COMUN HIERRO 3X3	UND	\$ 2.100,00	6,00	\$ 12.600,00	
CANDADO MEDIANO	UND	\$ 23.250,00	2,00	\$ 46.500,00	
GUADUA L=5M	UND	\$ 12.750,00	10,00	\$ 127.500,00	
PORTACANDADO	UND	\$ 5.250,00	2,00	\$ 10.500,00	
TABLA COMUN 3*0,2*0,02 M	UND	\$ 19.000,00	75,00	\$ 1.425.000,00	
TEJA DE ZINC L=2,15M	UND	\$ 14.970,00	18,000	\$ 269.460,00	
SUB-TOTAL					\$ 1.891.560,00
III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL					
IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).	\$ 29.097,26	1,00	21,60	\$ 628.500,78	
SUB-TOTAL					\$ 628.500,78
TOTAL UNITARIO					\$ 2.551.485,82

Descripción de ítem:		UNIDAD:	M3	ITEM	2,1
		Excavación a todo factor manual. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.			
I. EQUIPO					
Descripción		Tarifa/día		Rendimiento	Valor
HERRAMIENTA MENOR.		5%			\$ 1422,49
SUB-TOTAL					\$ 1.422,49
II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
SUB-TOTAL					\$ 0,00
III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL					
IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (3 obreros+1 oficial).	\$ 37.933,08	1,00	0,75	\$ 28.449,81	
SUB-TOTAL					\$ 28.449,81
TOTAL UNITARIO					\$ 29.872,30

Descripción de ítem:		UNIDAD:	M3	ITEM	3,1
		Material soporte en instalación de tubería. Cama de arena de Base 0.10 metros y 0.15 metros por encima de la cota clave de la tubería. Incluye material granular.			
I. EQUIPO					
Descripción		Tarifa/día		Rendimiento	Valor
HERRAMIENTA MENOR.		5%			\$ 486,27
SUB-TOTAL					\$ 486,27
II. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor
ARENA FINA TRANSPORTADA A OBRA		M3	\$ 80.500,00	1	\$ 80.500,00
SUB-TOTAL					\$ 80.500,00
III. TRANSPORTES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia
					Valor
SUB-TOTAL					
IV. MANO DE OBRA					
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor
CUADRILLA (1 obrero+1 oficial).		\$ 20.261,44	1,00	0,48	\$ 9.725,49
SUB-TOTAL					\$ 9.725,49
TOTAL UNITARIO					\$ 90.711,77

Descripción de ítem:	UNIDAD:		M3	ITEM	3,2
	Relleno de brecha con material seleccionado de la excavación con compactación mecánica tipo canguro, capa máxima de 20 cm. IP< 13%, según Norma Invías 2012, Dm = según PM.95%				
I. EQUIPO					
Descripción		Tarifa/día		Rendimiento	Valor
HERRAMIENTA MENOR.		5%			\$ 486,27
VIBROCOMPACTADORA CANGURO O COMPACTADOR MANUAL (80-100) Kg.		\$ 58.850,00		15,00	\$ 3923,33
SUB-TOTAL					\$ 4.409,61
II. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor
AGUA		LT	\$ 44,94	10,00	\$ 449,40
SUB-TOTAL					\$ 449,40
III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL					
IV. MANO DE OBRA					
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor
CUADRILLA (1 obrero+1 oficial).		\$ 20.261,44	1,00	0,48	\$ 9.725,49
SUB-TOTAL					\$ 9.725,49
TOTAL UNITARIO					\$ 14.584,50

Descripción de ítem:	UNIDAD:	M3	ITEM	4,1	
	Recolección y cargue de material sobrante en volqueta hasta el botadero. Distancia menor a 5 Km. Factor de expansión de 1,4				
I. EQUIPO					
Descripción	Tarifa/día		Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.	5%			\$ 1678,81	
SUB-TOTAL				\$ 1.678,81	
II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
SUB-TOTAL				\$ 0,00	
III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SERVICIO DE TRANSPORTE (HASTA 5 KM)	M3/KM	1	\$ 5.350,00	5	\$ 26.750,00
SUB-TOTAL				\$ 26.750,00	

IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
AYUDANTE	\$ 8.835,82	2,00	1,90	\$ 33.576,10	
SUB-TOTAL					\$ 33.576,10
TOTAL UNITARIO					\$ 62.004,91

Descripción de ítem:	UNIDAD:	ML	ITEM	5,1
	Suministro e instalación de Tubería unión mecánica presión de Ø2" RDE 26 PVC			

I. EQUIPO					
Descripción	Tarifa/día	Rendimiento	Valor		
HERRAMIENTA MENOR.	5%		\$ 101,84		
SUB-TOTAL					\$ 101,84

II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
TUBERIA UNIÓN MECÁNICA PRESION Ø2" RDE 26 PVC (L=6m)	ML	\$ 13.475,17	1	\$ 13.475,17	
LUBRICANTE PARA TUBERÍA PVC (500 GR)	UND	\$ 34.133,00	0,02	\$ 682,66	
SUB-TOTAL					\$ 14.157,83

III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL					\$ 0,00

IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).	\$ 29.097,26	1,00	0,07	\$ 2.036,81	
SUB-TOTAL					\$ 2.036,81
TOTAL UNITARIO					\$ 16.296,48

Descripción de ítem:	UNIDAD:	ML	ITEM	5,2
	Suministro e instalación de Tubería unión mecánica presión de Ø3" RDE 21 PVC			

I. EQUIPO					
Descripción	Tarifa/día	Rendimiento	Valor		
HERRAMIENTA MENOR.	5%		\$ 116,39		
SUB-TOTAL					\$ 116,39

II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
TUBERIA UNIÓN MECÁNICA PRESION Ø3" RDE 21 PVC (L=6m)	ML	\$ 40.656,83	1	\$ 40.656,83	

LUBRICANTE PARA TUBERÍA PVC (500 GR)	UND	\$ 34.133,00	0,025	\$ 853,33	
SUB-TOTAL					\$ 41.510,16
III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL					\$ 0,00
IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).	\$ 29.097,26	1,00	0,08	\$ 2.327,78	
SUB-TOTAL					\$ 2.327,78
TOTAL UNITARIO					\$ 43.954,33

Descripción de ítem:		UNIDAD:	UND	ITEM	6,1
		Suministro e instalación de tee 3 x 3" PVC			
I. EQUIPO					
Descripción		Tarifa/día		Rendimiento	Valor
HERRAMIENTA MENOR.		5%			\$ 130,94
SUB-TOTAL					\$ 130,94
II. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE 3 X 3" PVC		UND	\$ 53.900,00	1	\$ 53.900,00
SOLDADURA LIQUIDA C PVC. (1/4 Gal)		UND	\$ 70.513,00	0,025	\$ 1.762,83
LIMPIADOR/REMOVEDOR PVC. (1/4 Gal)		UND	\$ 34.133,00	0,015	\$ 512,00
SUB-TOTAL					\$ 56.174,82
III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL					\$ 0,00
IV. MANO DE OBRA					
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).		\$ 29.097,26	1,00	0,09	\$ 2.618,75
SUB-TOTAL					\$ 2.618,75
TOTAL UNITARIO					\$ 58.924,51

Descripción de ítem:	UNIDAD:	UND	ITEM	6,2
	Suministro e instalación de tee 2 x 2" PVC			
I. EQUIPO				
Descripción	Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.	5%		\$ 130,94	
SUB-TOTAL				\$ 130,94

II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE 2 X 2" PVC	UND	\$ 10.400,00	1	\$ 10.400,00	
SOLDADURA LIQUIDA C PVC. (1/4 Gal)	UND	\$ 70.513,00	0,02	\$ 1.410,26	
LIMPIADOR/REMOVEDOR PVC. (1/4 Gal)	UND	\$ 34.133,00	0,010	\$ 341,33	
				SUB-TOTAL	\$ 12.151,59
III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
				SUB-TOTAL	\$ 0,00
IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).	\$ 29.097,26	1,00	0,09	\$ 2.618,75	
				SUB-TOTAL	\$ 2.618,75
				TOTAL UNITARIO	\$ 14.901,28

Descripción de ítem:		UNIDAD:	UND	ITEM	6,3	
		Suministro e instalación de cruz PVC 4 vías de 3" PVC				
I. EQUIPO						
Descripción		Tarifa/día		Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.		5%			\$ 727,43	
SUB-TOTAL					\$ 727,43	
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
CRUZ PVC 4 VÍAS DE 3" PVC		UND	\$ 182.600,00	1	\$ 182.600,00	
SOLDADURA LIQUIDA C PVC. (1/4 Gal)		UND	\$ 70.513,00	0,025	\$ 1.762,83	
LIMPIADOR/REMOVEDOR PVC. (1/4 Gal)		UND	\$ 34.133,00	0,015	\$ 512,00	
SUB-TOTAL					\$ 184.874,82	
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL					\$ 0,00	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).		\$ 29.097,26	1,00	0,50	\$ 14.548,63	
SUB-TOTAL					\$ 14.548,63	
TOTAL UNITARIO					\$ 200.150,88	

Descripción de ítem:		UNIDAD:	UND	ITEM	6,4	
		Suministro e instalación de cruz PVC 4 vías de 2" PVC				
I. EQUIPO						
Descripción		Tarifa/día		Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.		5%			\$ 727,43	
SUB-TOTAL					\$ 727,43	
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
CRUZ PVC 4 VÍAS DE 2" PVC		UND	\$ 84.200,00	1	\$ 84.200,00	
SOLDADURA LIQUIDA C PVC. (1/4 Gal)		UND	\$ 70.513,00	0,02	\$ 1.410,26	
LIMPIADOR/REMOVEDOR PVC. (1/4 Gal)		UND	\$ 34.133,00	0,010	\$ 341,33	
SUB-TOTAL					\$ 85.951,59	
III. TRANSPORTES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor	
SUB-TOTAL					\$ 0,00	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).		\$ 29.097,26	1,00	0,50	\$ 14.548,63	
SUB-TOTAL					\$ 14.548,63	
TOTAL UNITARIO					\$ 101.227,65	

Descripción de ítem:		UNIDAD:	UND	ITEM	6,5
		Suministro e instalación de buje reducción PVC presión de 3" a 2" PVC			
I. EQUIPO					
Descripción		Tarifa/día		Rendimiento	Valor
HERRAMIENTA MENOR.		5%			\$ 727,43
SUB-TOTAL					\$ 727,43
II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
BUJE REDUCCION PVC PRESIÓN DE 3" A 2" PVC	UND	\$ 25.422,00	1	\$ 25.422,00	
SOLDADURA LIQUIDA C PVC. (1/4 Gal)	UND	\$ 70.513,00	0,025	\$ 1.762,83	
LIMPIADOR/REMOVEDOR PVC. (1/4 Gal)	UND	\$ 34.133,00	0,015	\$ 512,00	
SUB-TOTAL					\$ 27.696,82
III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL					\$ 0.00

IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).	\$ 29.097,26	1,00	0,50	\$ 14.548,63	
SUB-TOTAL					\$ 14.548,63
TOTAL UNITARIO					\$ 42.972,88

Descripción de ítem:			UNIDAD:	UND	ITEM	6,6
			Suministro e instalación de tapón unión mecánica de 2" PVC			
I. EQUIPO						
Descripción		Tarifa/día		Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.		5%			\$ 290,97	
SUB-TOTAL						\$ 290,97
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
TAPÓN UNION MECANICA DE 2" PVC		UND	\$ 62.300,00	1	\$ 62.300,00	
LUBRICANTE PARA TUBERÍA PVC (500 GR)		UND	\$ 34.133,00	0,02	\$ 682,66	
SUB-TOTAL						\$ 62.982,66
III. TRANSPORTES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor	
SUB-TOTAL						\$ 0,00
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).		\$ 29.097,26	1,00	0,20	\$ 5.819,45	
SUB-TOTAL						\$ 5.819,45
TOTAL UNITARIO						\$ 69.093,08

Descripción de ítem:			UNIDAD:	UND	ITEM	6,7
			Suministro e instalación de tapón unión mecánica de 3" PVC			
I. EQUIPO						
Descripción			Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.			5%		\$ 290,97	
SUB-TOTAL						\$ 290,97
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
TAPÓN UNION MECANICA DE 3" PVC		UND	\$ 97.702,00	1	\$ 97.702,00	
LUBRICANTE PARA TUBERÍA PVC (500 GR)		UND	\$ 34.133,00	0,025	\$ 853,33	
SUB-TOTAL						\$ 98.555,33
III. TRANSPORTES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor	
SUB-TOTAL						\$ 0.00

IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).	\$ 29.097,26	1,00	0,20	\$ 5.819,45	
SUB-TOTAL					\$ 5.819,45
TOTAL UNITARIO					\$ 104.665,75

Descripción de ítem:	UNIDAD:	UND	ITEM	6,8
	Suministro e instalación de codo 45° unión mecánica de 2" PVC			
I. EQUIPO				
Descripción	Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.	5%		\$ 290,97	
SUB-TOTAL				\$ 290,97

II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
CODO 45° DE 2" UNION MECANICA PVC	UND	\$ 21.682,00	1	\$ 21.682,00	
LUBRICANTE PARA TUBERÍA PVC (500 GR)	UND	\$ 34.133,00	0,02	\$ 682,66	
SUB-TOTAL					\$ 22.364,66

III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL					\$ 0,00

IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).	\$ 29.097,26	1,00	0,20	\$ 5.819,45	
SUB-TOTAL					\$ 5.819,45
TOTAL UNITARIO					\$ 28.475,08

Descripción de ítem:			UNIDAD:	UND	ITEM	6,9
			Suministro e instalación de codo 90° unión mecánica de 3" PVC			
I. EQUIPO						
Descripción			Tarifa/día		Rendimiento	Valor
HERRAMIENTA MENOR.			5%			\$ 436,46
SUB-TOTAL						\$ 436,46
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
CODO 90° DE 3" UNION MECANICA PVC		UND	\$ 85.857,00	1	\$ 85.857,00	
LUBRICANTE PARA TUBERÍA PVC (500 GR)		UND	\$ 34.133,00	0,025	\$ 853,33	
SUB-TOTAL						\$ 86.710,33
III. TRANSPORTES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor	
SUB-TOTAL						\$ 0.00

IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).	\$ 29.097,26	1,00	0,30	\$ 8.729,18	
SUB-TOTAL					\$ 8.729,18
TOTAL UNITARIO					\$ 95.875,96

Descripción de ítem:			UNIDAD:	UND	ITEM	6,1
			Suministro e instalación de codo 45° de 3" PVC			
I. EQUIPO						
Descripción		Tarifa/día		Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.		5%			\$ 436,46	
SUB-TOTAL						\$ 436,46
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
CODO 45° DE 3" UNION MECANICA PVC		UND	\$ 61.520,00	1	\$ 61.520,00	
LUBRICANTE PARA TUBERÍA PVC (500 GR)		UND	\$ 34.133,00	0,025	\$ 853,33	
SUB-TOTAL						\$ 62.373,33
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL						\$ 0,00
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).		\$ 29.097,26	1,00	0,30	\$ 8.729,18	
SUB-TOTAL						\$ 8.729,18
TOTAL UNITARIO						\$ 71.538,96

Descripción de ítem:			UNIDAD:	UND	ITEM	6,11
			Suministro e instalación de codo 45° de 3" PVC			
I. EQUIPO						
Descripción		Tarifa/día		Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.		5%			\$ 506,54	
SUB-TOTAL						\$ 506,54
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
VALVULA DE BOLA 3" BORDE LISO		UND	\$ 314.950,00	1	\$ 314.950,00	
LIMPIADOR/REMOVEDOR PVC. (1/4 Gal)		UND	\$ 50.504,00	0,25	\$ 12.626,00	
SOLDADURA LIQUIDA C PVC. (1/4 Gal)		UND	\$ 70.513,00	0,15	\$ 10.576,95	
SUB-TOTAL						\$ 338.152,95
III. TRANSPORTES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor	
SUB-TOTAL						\$ 0,00

IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (1 obrero+1 oficial).	\$ 20.261,44	1,00	0,50	\$ 10.130,72	
SUB-TOTAL					\$ 10.130,72
TOTAL UNITARIO					\$ 348.790,21

Descripción de ítem:	UNIDAD:	UND	ITEM	7,1
	Suministro e instalación de hidrante tipo pedestal barril seco 3" (75mm) válvula en codo junta rápida 232 psi (16 bar) 2 boquillas de 2 1/2"			

I. EQUIPO					
Descripción	Tarifa/día	Rendimiento	Valor		
HERRAMIENTA MENOR.	5%		\$ 5819,45		
SUB-TOTAL					\$ 5.819,45

II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
HIDRANTE TIPO PEDESTAL BARRIL SECO 3" (75MM) VALVULA EN CODO JUNTA RAPIDA 232 PSI (16 BAR) 2 BOQUILLAS DE 2 1/2"	UND	\$ 4.718.000,00	1	\$ 4.718.000,00	
AGUA	LT	\$ 44,94	0,25	\$ 11,24	
ARENA GRUESA TRANSPORTADA A OBRA	M3	\$ 75.600,00	0,012	\$ 907,20	
CEMENTO GRIS	KG	\$ 684,80	7	\$ 4.793,60	
GRAVILLA 3/4" PUESTA EN OBRA	M3	\$ 70.513,00	0,017	\$ 1.198,72	
SUB-TOTAL					\$ 4.724.910,76

III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL					\$ 0,00

IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).	\$ 29.097,26	1,00	4,00	\$ 116.389,03	
SUB-TOTAL					\$ 116.389,03
TOTAL UNITARIO					\$ 4.847.119,24

Elaboró

ADONIS ALEXSIS MOSQUERA L.

Ing. Civil en formación de Universidad Surcolombiana

CRISTIAN MAURICIO GARCÍA I.

Ing. Civil en formación Universidad Surcolombiana

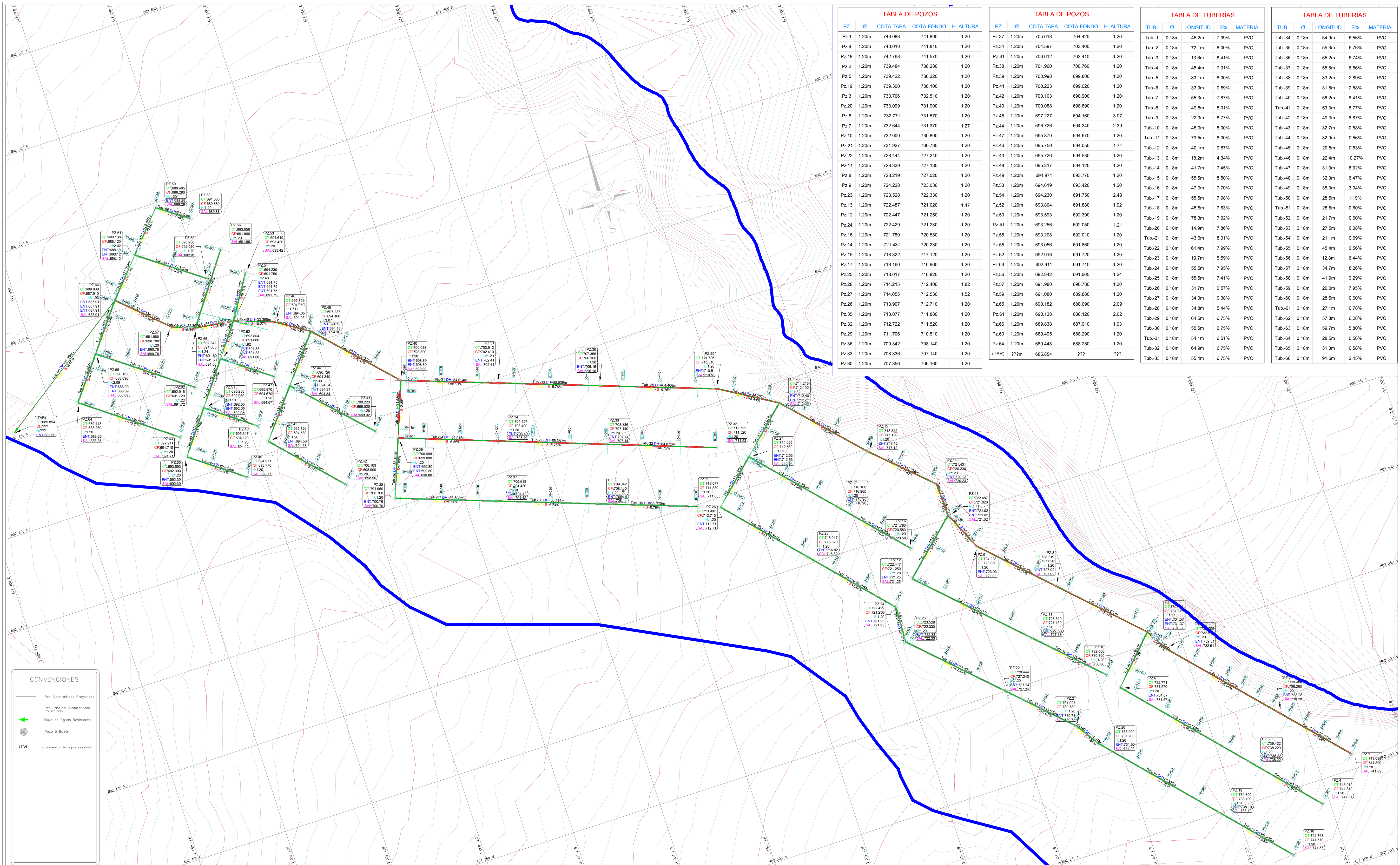


TABLA DE POZOS				
PZ	Ø	COTA TAPA	COTA FONDO	H. ALTURA
Pz.1	1.20m	743.088	741.890	1.20
Pz.3	1.20m	743.010	741.810	1.20
Pz.18	1.20m	742.768	741.570	1.20
Pz.2	1.20m	739.484	738.280	1.20
Pz.5	1.20m	739.422	738.220	1.20
Pz.19	1.20m	739.300	738.100	1.20
Pz.3	1.20m	733.706	732.510	1.20
Pz.20	1.20m	733.099	731.900	1.20
Pz.6	1.20m	732.771	731.570	1.20
Pz.7	1.20m	732.644	731.370	1.27
Pz.10	1.20m	732.000	730.800	1.20
Pz.21	1.20m	731.927	730.730	1.20
Pz.22	1.20m	728.444	727.240	1.20
Pz.11	1.20m	728.329	727.130	1.20
Pz.8	1.20m	728.219	727.020	1.20
Pz.9	1.20m	724.228	723.030	1.20
Pz.3	1.20m	723.528	722.330	1.20
Pz.13	1.20m	722.487	721.290	1.47
Pz.12	1.20m	722.447	721.250	1.20
Pz.24	1.20m	722.429	721.230	1.20
Pz.16	1.20m	721.780	720.580	1.20
Pz.14	1.20m	721.431	720.230	1.20
Pz.15	1.20m	718.322	717.120	1.20
Pz.17	1.20m	718.160	716.960	1.20
Pz.25	1.20m	718.017	716.820	1.20
Pz.28	1.20m	714.215	712.400	1.82
Pz.27	1.20m	714.055	712.530	1.52
Pz.26	1.20m	713.907	712.710	1.20
Pz.35	1.20m	713.077	711.880	1.20
Pz.32	1.20m	712.722	711.520	1.20
Pz.29	1.20m	711.706	710.510	1.20
Pz.36	1.20m	709.342	708.140	1.20
Pz.33	1.20m	708.336	707.140	1.20
Pz.30	1.20m	707.356	706.160	1.20

TABLA DE POZOS				
PZ	Ø	COTA TAPA	COTA FONDO	H. ALTURA
Pz.37	1.20m	705.618	704.420	1.20
Pz.34	1.20m	704.597	703.400	1.20
Pz.31	1.20m	703.612	702.410	1.20
Pz.38	1.20m	701.960	700.760	1.20
Pz.39	1.20m	700.998	699.800	1.20
Pz.41	1.20m	700.223	699.020	1.20
Pz.42	1.20m	700.103	698.900	1.20
Pz.40	1.20m	700.088	698.880	1.20
Pz.45	1.20m	697.227	694.160	3.07
Pz.44	1.20m	696.726	694.340	2.39
Pz.47	1.20m	695.870	694.670	1.20
Pz.46	1.20m	695.759	694.050	1.71
Pz.43	1.20m	695.726	694.530	1.20
Pz.48	1.20m	695.317	694.120	1.20
Pz.49	1.20m	694.971	693.770	1.20
Pz.53	1.20m	694.619	693.420	1.20
Pz.54	1.20m	694.230	691.750	2.48
Pz.52	1.20m	693.804	691.880	1.92
Pz.50	1.20m	693.593	692.390	1.20
Pz.51	1.20m	693.256	692.050	1.21
Pz.58	1.20m	693.208	692.010	1.20
Pz.55	1.20m	693.056	691.860	1.20
Pz.62	1.20m	692.916	691.720	1.20
Pz.63	1.20m	692.911	691.710	1.20
Pz.56	1.20m	692.842	691.605	1.24
Pz.57	1.20m	691.980	690.780	1.20
Pz.59	1.20m	691.080	689.880	1.20
Pz.65	1.20m	690.182	688.090	2.09
Pz.61	1.20m	690.138	688.120	2.02
Pz.66	1.20m	689.838	687.910	1.93
Pz.60	1.20m	689.495	688.290	1.20
Pz.64	1.20m	689.448	688.250	1.20
(TAR)	??m	685.854	???	???

TABLA DE TUBERÍAS				
TUB.	Ø	LONGITUD	S%	MATERIAL
Tub.-1	0.18m	45.2m	7.99%	PVC
Tub.-2	0.18m	72.1m	8.00%	PVC
Tub.-3	0.18m	13.6m	8.41%	PVC
Tub.-4	0.18m	45.4m	7.91%	PVC
Tub.-5	0.18m	83.1m	8.00%	PVC
Tub.-6	0.18m	33.9m	0.59%	PVC
Tub.-7	0.18m	55.3m	7.87%	PVC
Tub.-8	0.18m	49.8m	8.01%	PVC
Tub.-9	0.18m	22.9m	8.77%	PVC
Tub.-10	0.18m	45.9m	8.00%	PVC
Tub.-11	0.18m	73.5m	8.00%	PVC
Tub.-12	0.18m	40.1m	0.57%	PVC
Tub.-13	0.18m	18.2m	4.34%	PVC
Tub.-14	0.18m	41.7m	7.45%	PVC
Tub.-15	0.18m	55.5m	8.50%	PVC
Tub.-16	0.18m	47.0m	7.70%	PVC
Tub.-17	0.18m	55.5m	7.98%	PVC
Tub.-18	0.18m	45.5m	7.63%	PVC
Tub.-19	0.18m	78.3m	7.92%	PVC
Tub.-20	0.18m	14.9m	7.86%	PVC
Tub.-21	0.18m	43.6m	8.01%	PVC
Tub.-22	0.18m	61.4m	7.99%	PVC
Tub.-23	0.18m	19.7m	5.59%	PVC
Tub.-24	0.18m	55.5m	7.95%	PVC
Tub.-25	0.18m	55.5m	7.41%	PVC
Tub.-26	0.18m	31.7m	0.57%	PVC
Tub.-27	0.18m	34.0m	0.38%	PVC
Tub.-28	0.18m	34.8m	5.44%	PVC
Tub.-29	0.18m	64.5m	6.75%	PVC
Tub.-30	0.18m	55.5m	6.75%	PVC
Tub.-31	0.18m	54.1m	6.51%	PVC
Tub.-32	0.18m	64.9m	6.75%	PVC
Tub.-33	0.18m	55.4m	6.75%	PVC

TABLA DE TUBERÍAS				
TUB.	Ø	LONGITUD	S%	MATERIAL
Tub.-34	0.18m	54.9m	6.55%	PVC
Tub.-35	0.18m	55.3m	6.76%	PVC
Tub.-36	0.18m	55.2m	6.74%	PVC
Tub.-37	0.18m	55.8m	6.56%	PVC
Tub.-38	0.18m	33.2m	2.89%	PVC
Tub.-39	0.18m	31.6m	2.88%	PVC
Tub.-40	0.18m	56.2m	8.41%	PVC
Tub.-41	0.18m	53.3m	8.77%	PVC
Tub.-42	0.18m	49.3m	8.87%	PVC
Tub.-43	0.18m	32.7m	0.58%	PVC
Tub.-44	0.18m	32.0m	0.56%	PVC
Tub.-45	0.18m	20.8m	0.53%	PVC
Tub.-46	0.18m	22.4m	10.27%	PVC
Tub.-47	0.18m	31.3m	8.92%	PVC
Tub.-48	0.18m	32.0m	6.47%	PVC
Tub.-49	0.18m	35.0m	3.94%	PVC
Tub.-50	0.18m	28.5m	1.19%	PVC
Tub.-51	0.18m	28.5m	0.60%	PVC
Tub.-52	0.18m	21.7m	0.60%	PVC
Tub.-53	0.18m	27.5m	6.08%	PVC
Tub.-54	0.18m	21.1m	0.69%	PVC
Tub.-55	0.18m	45.4m	0.56%	PVC
Tub.-56	0.18m	12.8m	6.44%	PVC
Tub.-57	0.18m	34.7m	6.26%	PVC
Tub.-58	0.18m	41.9m	9.29%	PVC
Tub.-59	0.18m	20.0m	7.95%	PVC
Tub.-60	0.18m	28.5m	0.60%	PVC
Tub.-61	0.18m	27.1m	0.78%	PVC
Tub.-62	0.18m	57.8m	6.28%	PVC
Tub.-63	0.18m	59.7m	5.80%	PVC
Tub.-64	0.18m	28.5m	0.56%	PVC
Tub.-65	0.18m	31.3m	0.58%	PVC
Tub.-66	0.18m	91.6m	2.45%	PVC

CONVENCIONES

Red Alcantarillado Projectado

Red Principal Alcantarillado Projectado

Flujo de Aguas Residuales

Pozo ó Buzón

(TAR)

Tratamiento de agua residual

DISEÑO:
Nombre: ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.
Nombre: CRISTIAN MAURICO GARCIA L.

LOCALIZACION:

REPUBLICA DE COLOMBIA

DEPARTAMENTO DEL HUILA

CENTRO POBLADO LA ULLOA

OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL

PLANO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO

DEPARTAMENTO DEL HUILA

MUNICIPIO RIVERA CENTRO POBLADO LA ULLOA

Contiene :

PLANO GENERAL

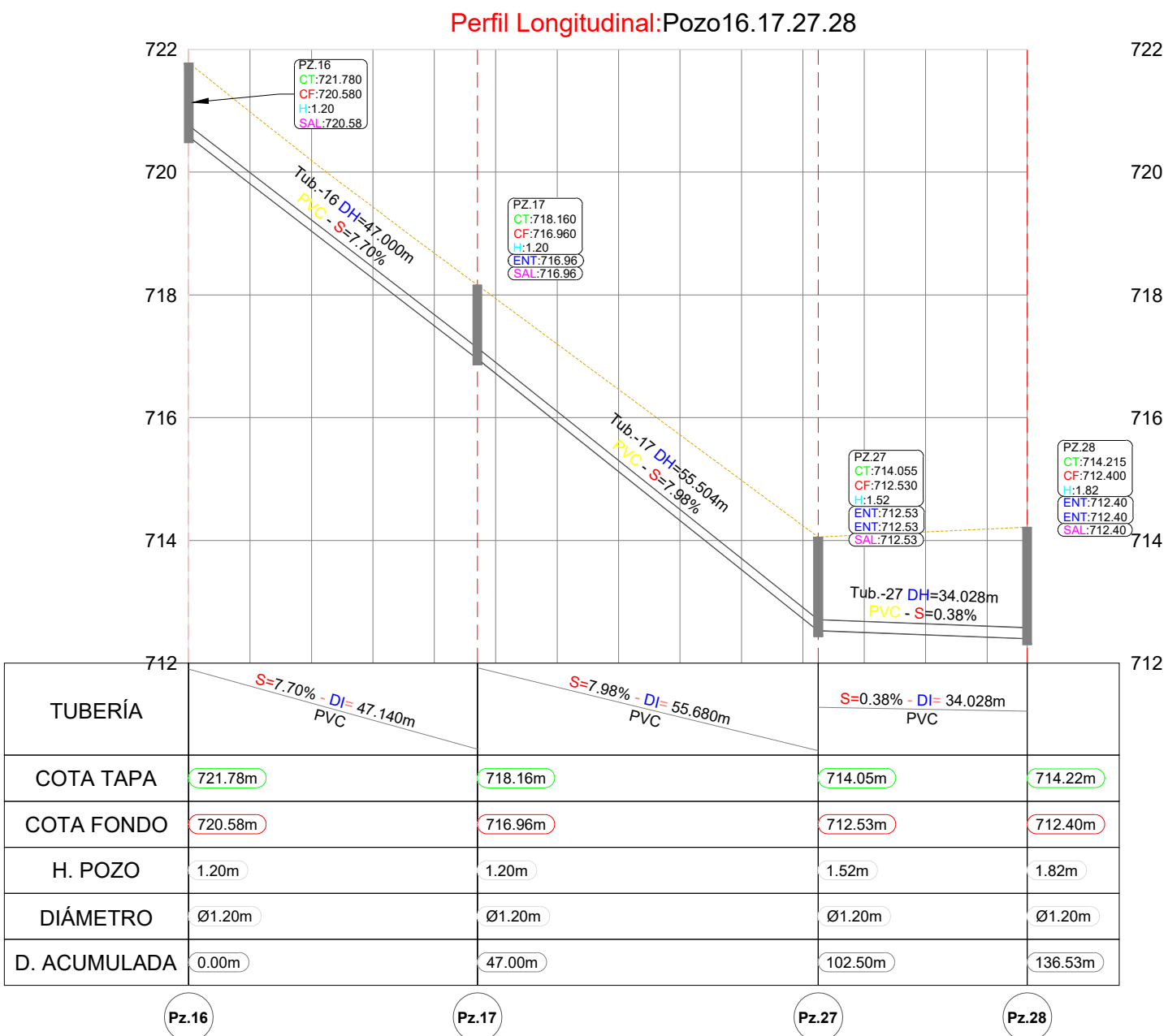
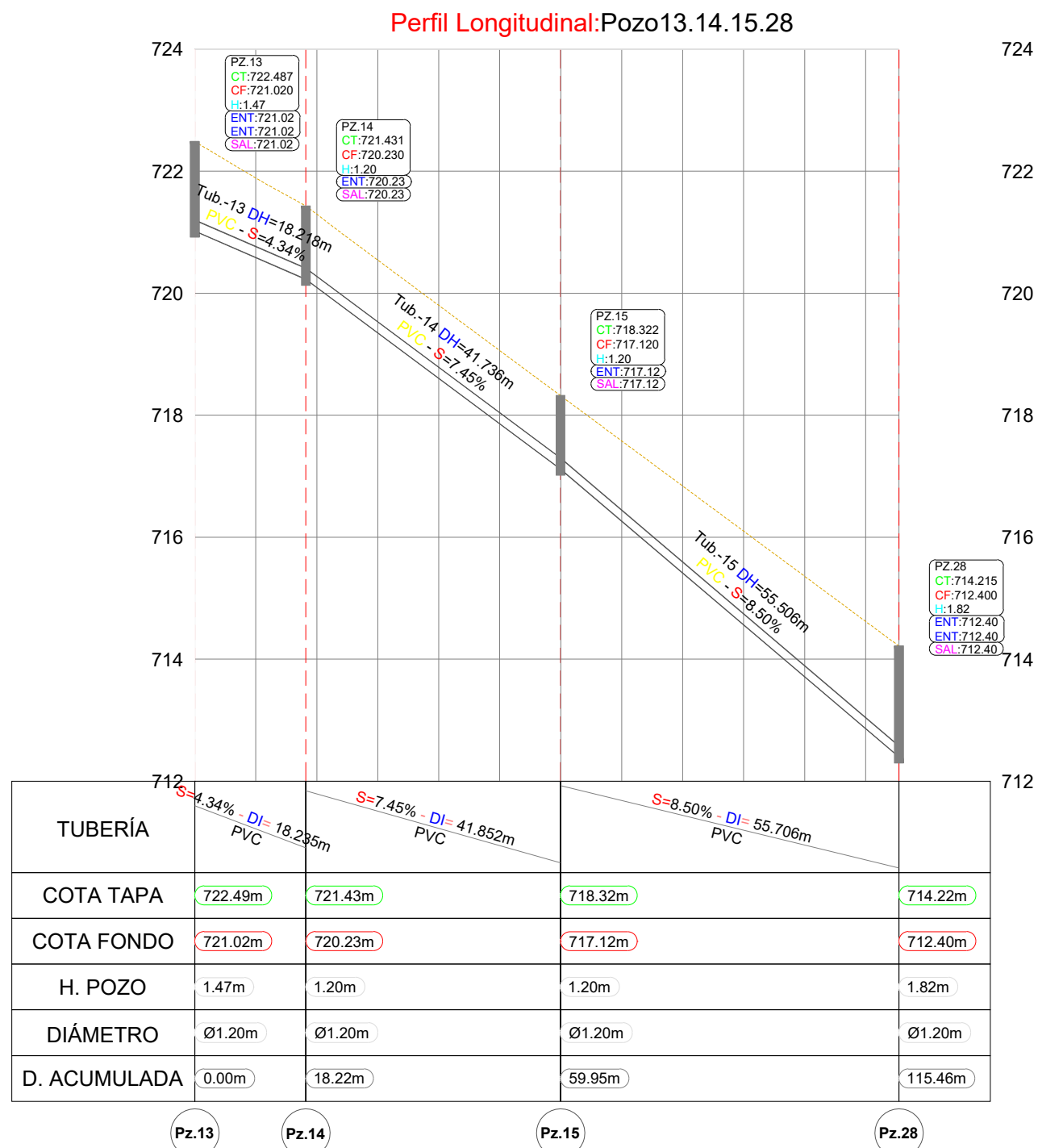
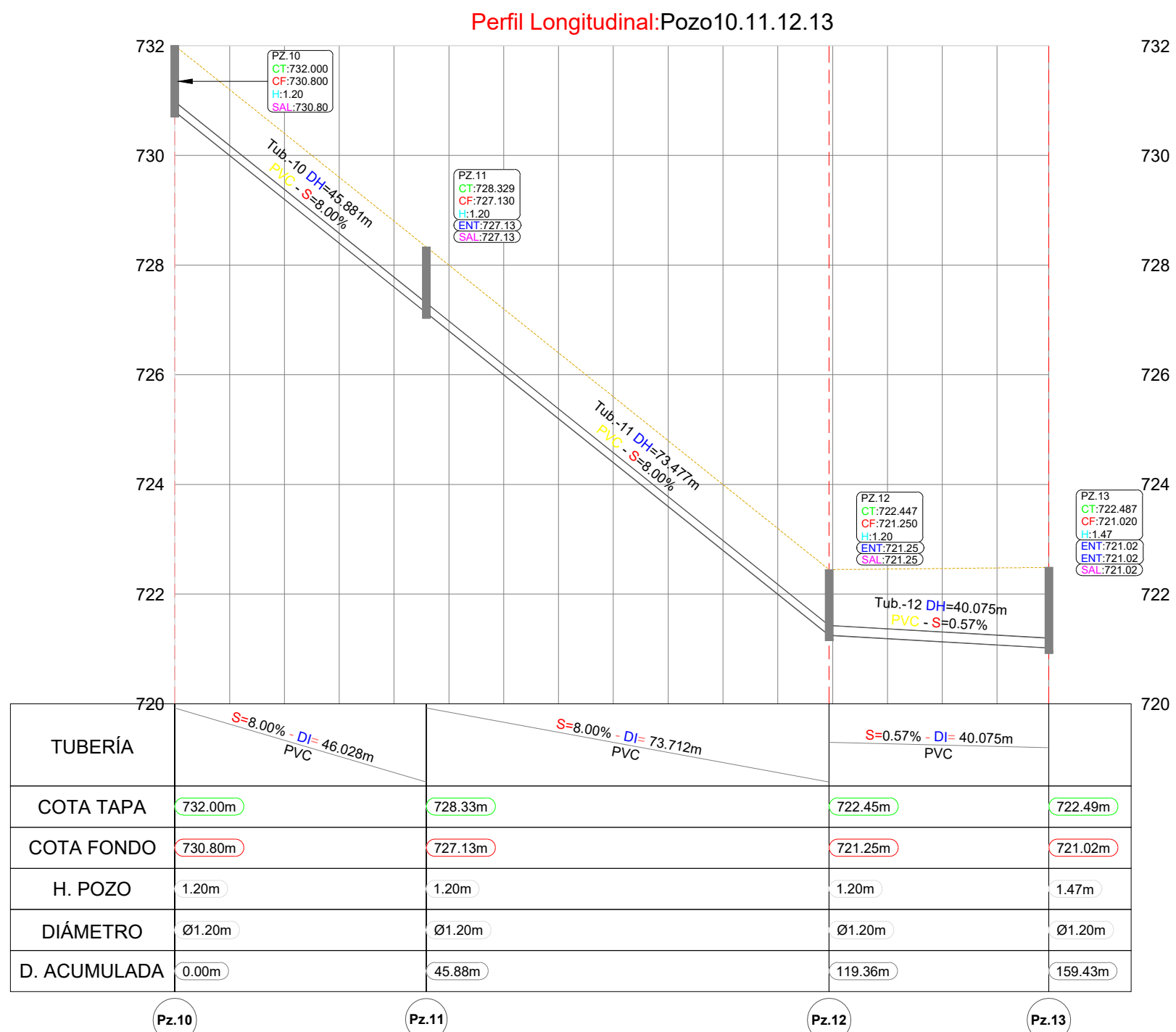
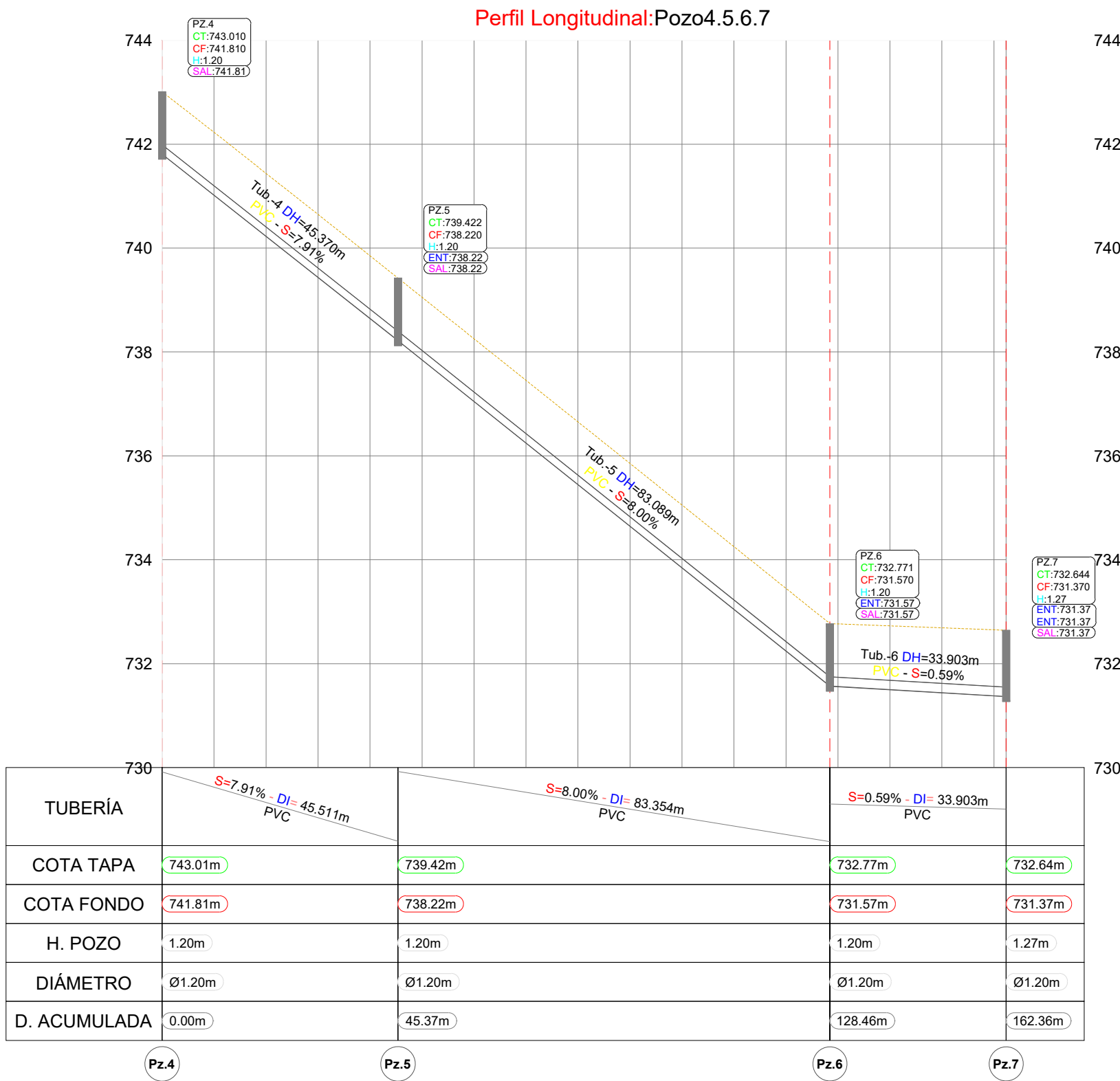
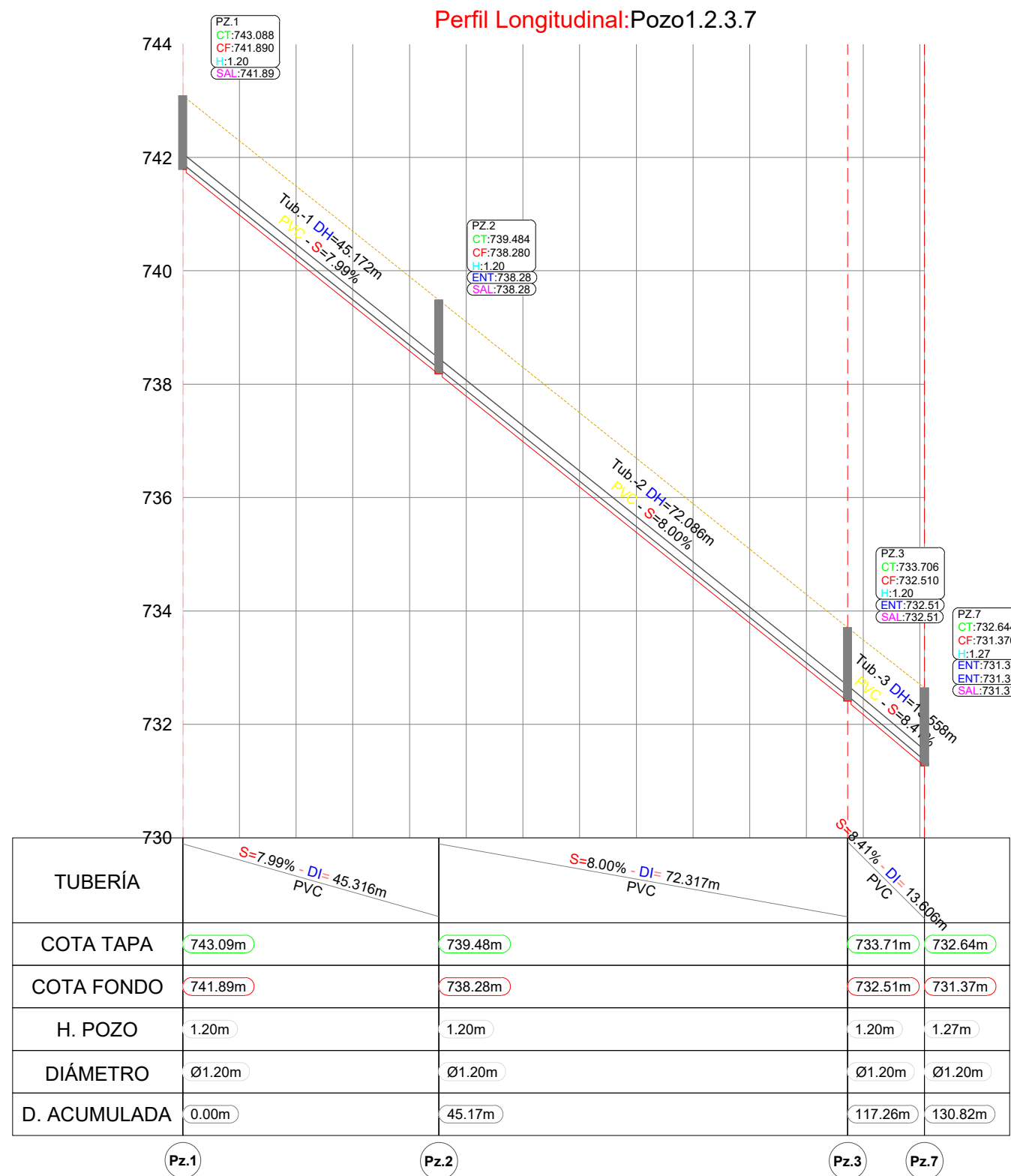
ESCALA: 1:1000

NOMBRE DEL ARCHIVO: Diseño Red de Alcantarillado.dwg

LÁMINA: A1

FECHA: NOVIEMBRE 2023

PLANO No. 1

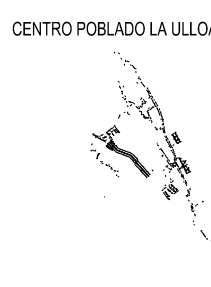


DISEÑO:

Nombre: ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.

Nombre: CRISTIAN MAURICIO GARCIA I.

LOCALIZACIÓN:



OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

PLANO DE DISEÑO DE ACUEDUCTO

DEPARTAMENTO DEL HUILA
MUNICIPIO RIVERA CENTRO POBLADO LA ULLOA

Contiene :

PERFIL GENERAL

ESCALA: 1:1000

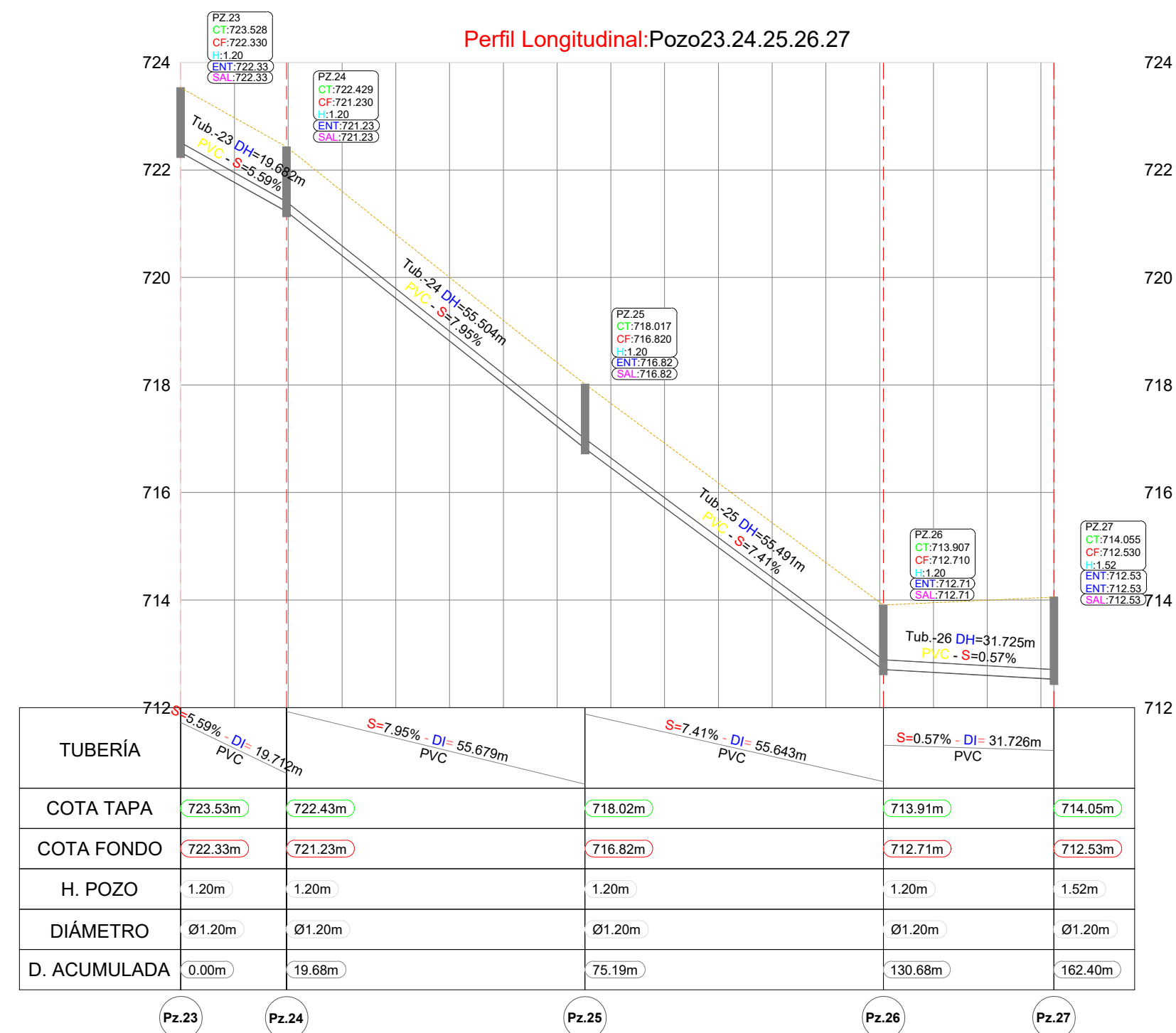
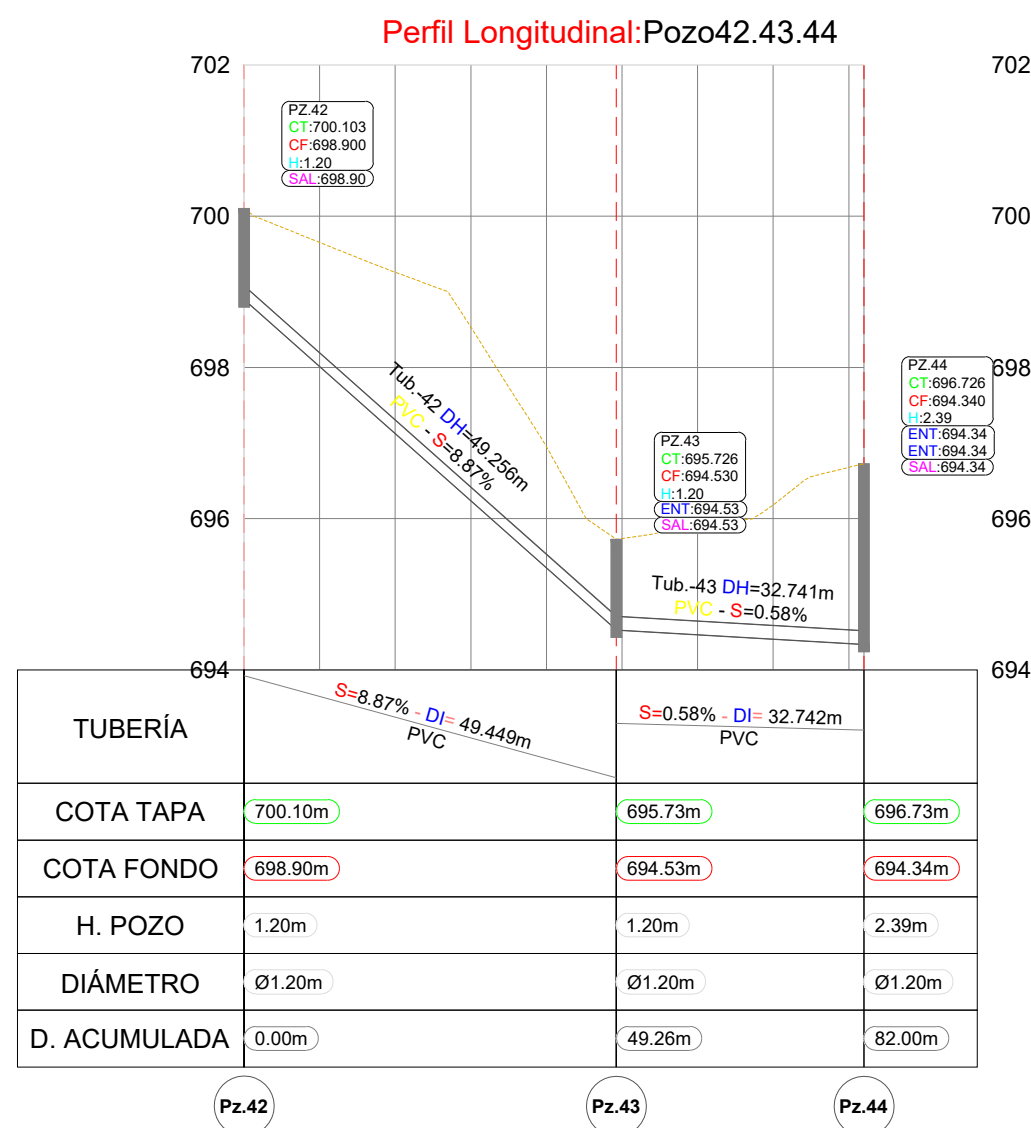
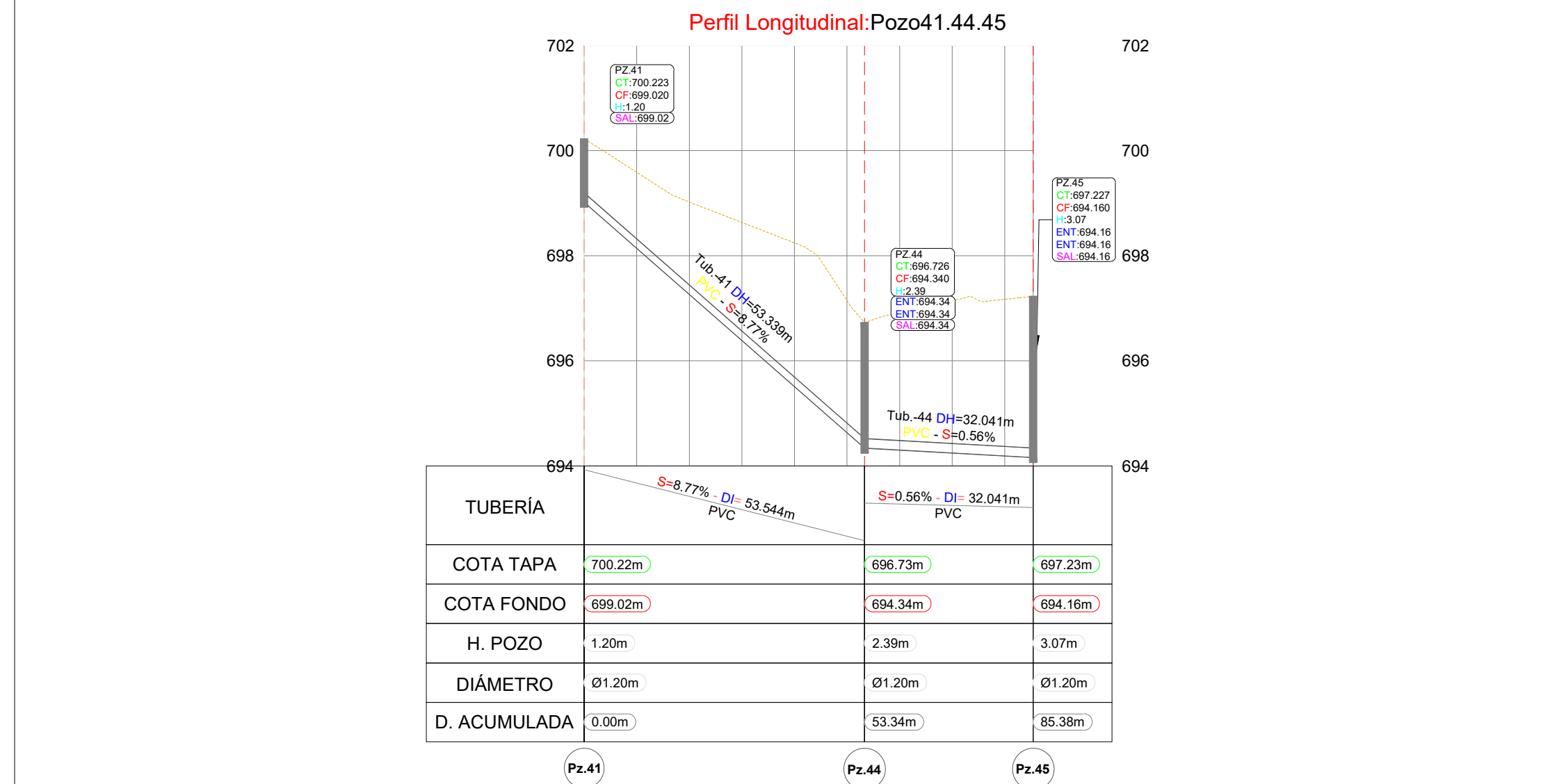
NOMBRE DEL ARCHIVO:
Diseño Red de Alcantarillado.dwg

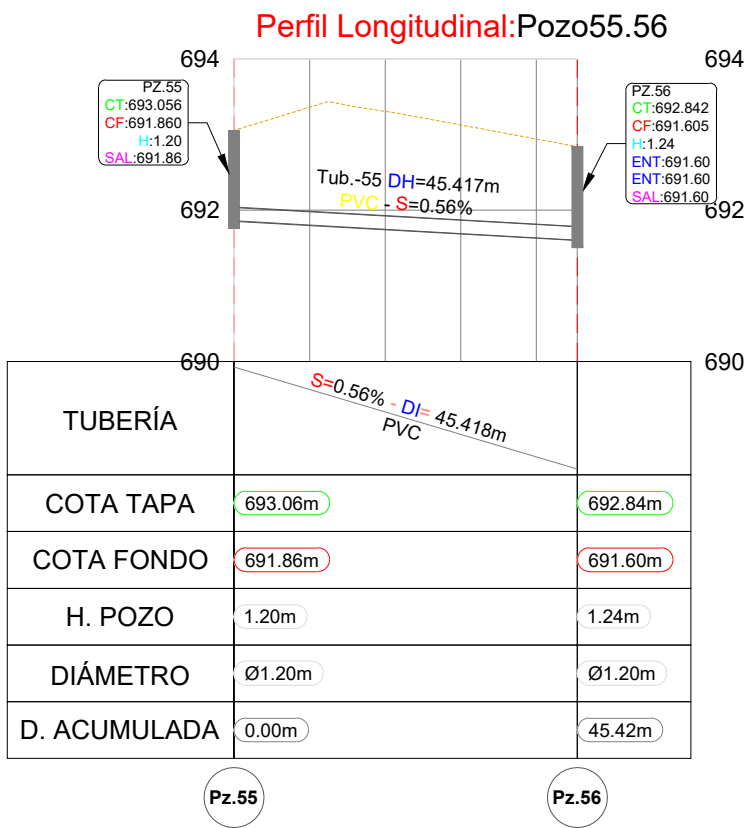
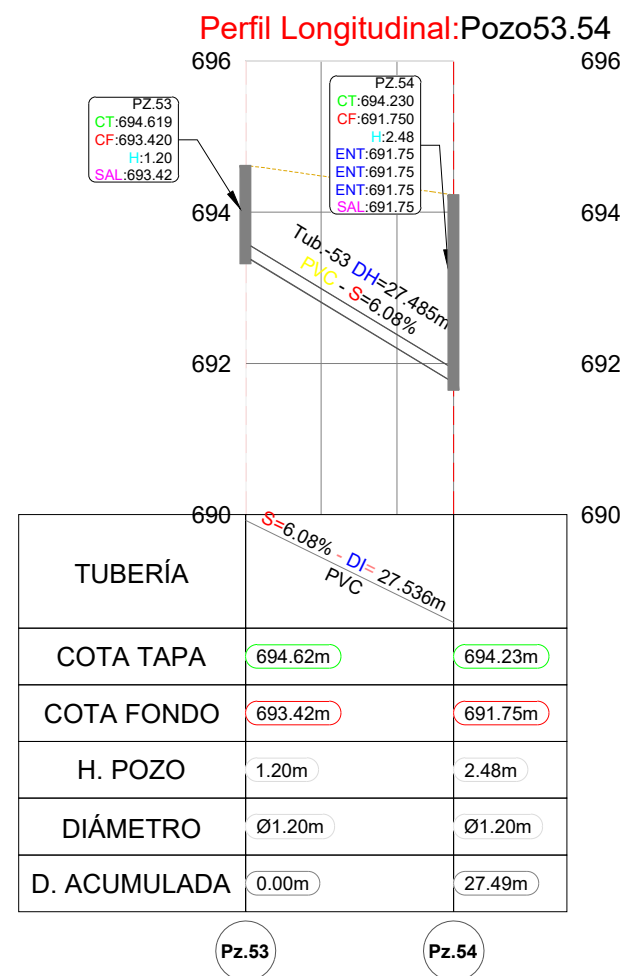
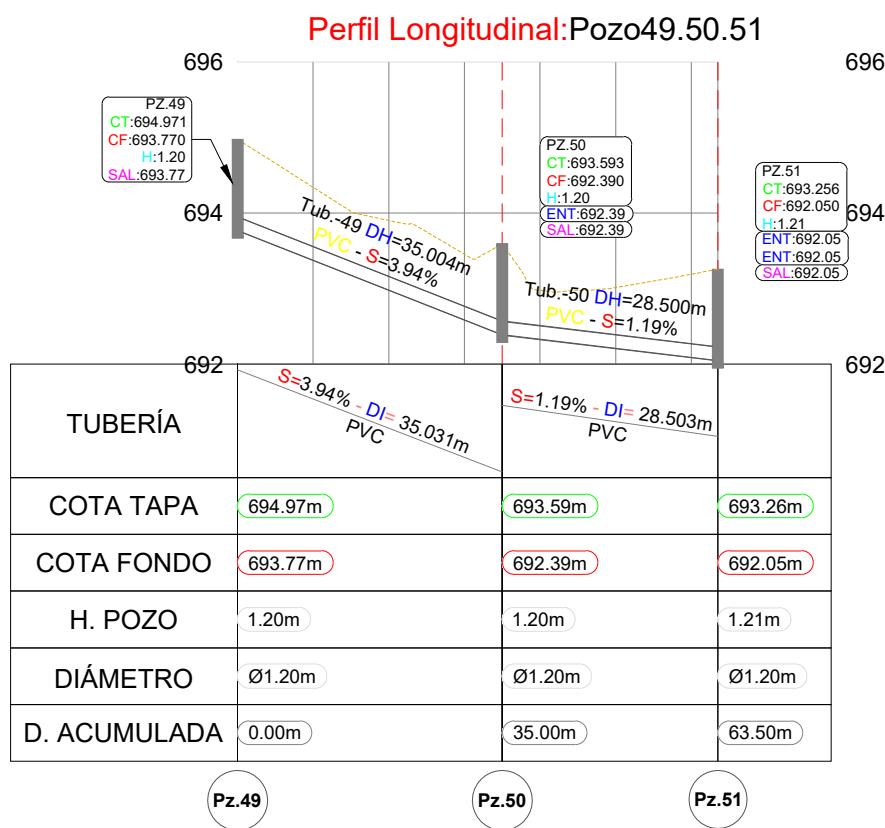
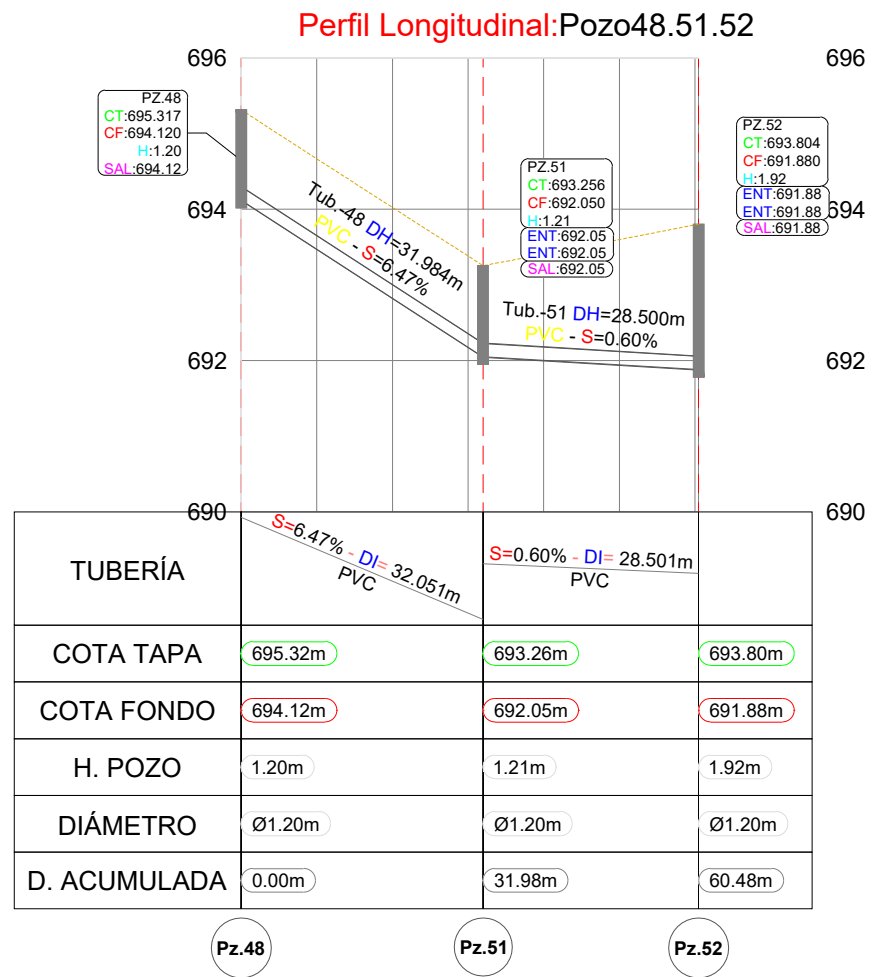
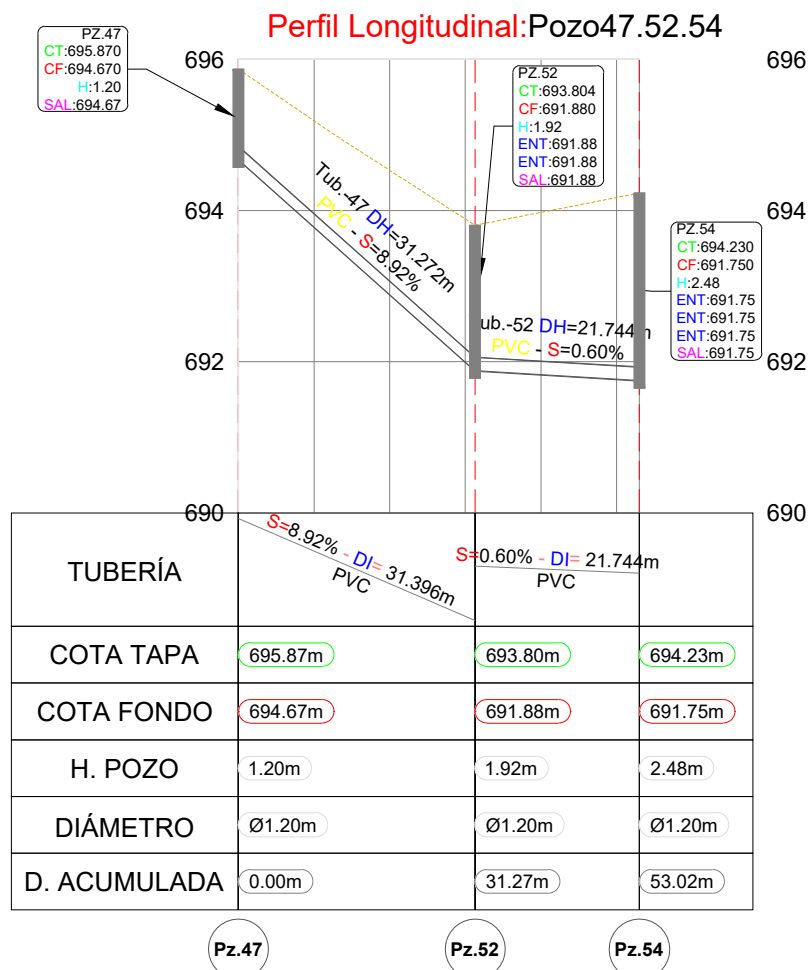
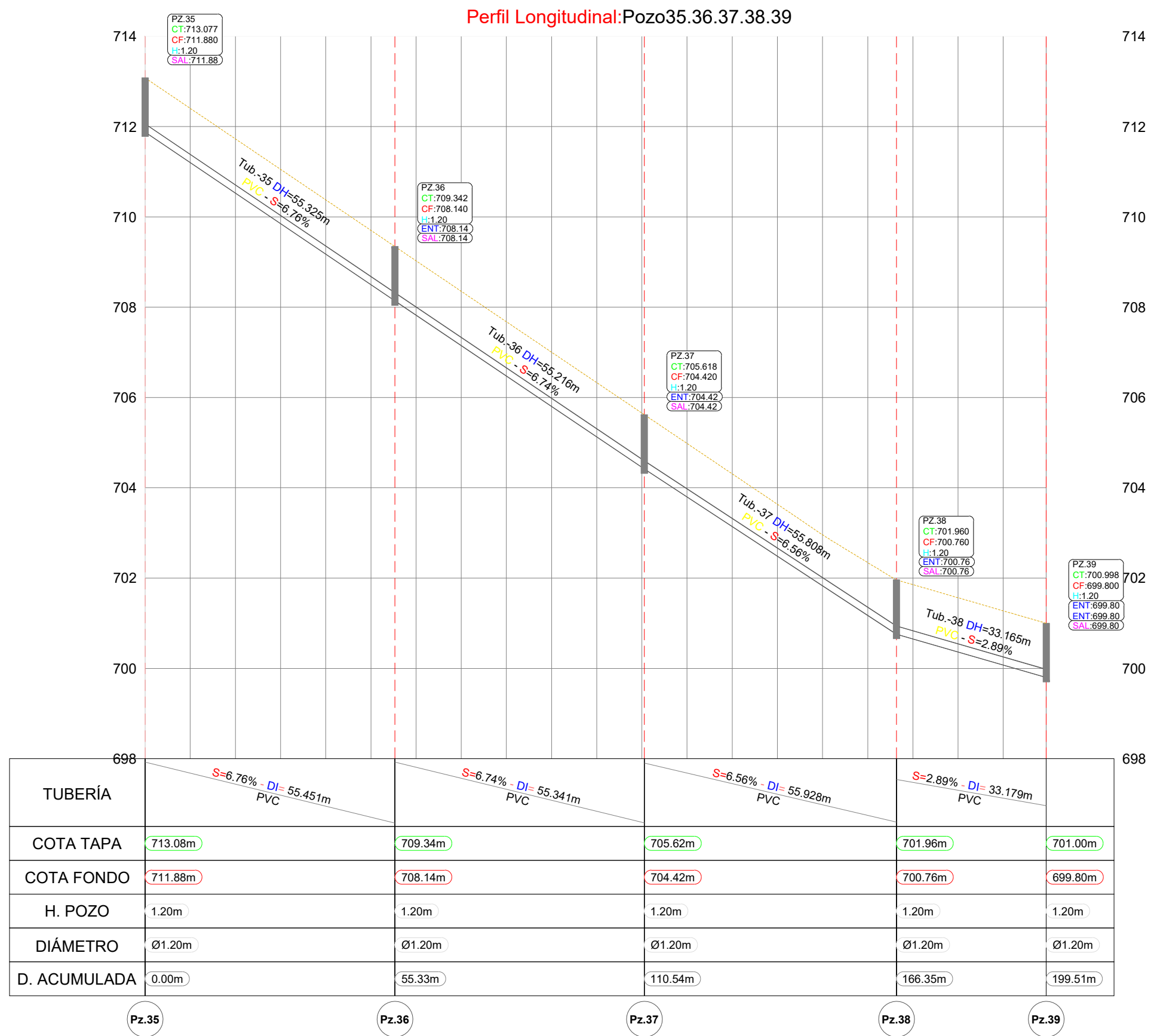
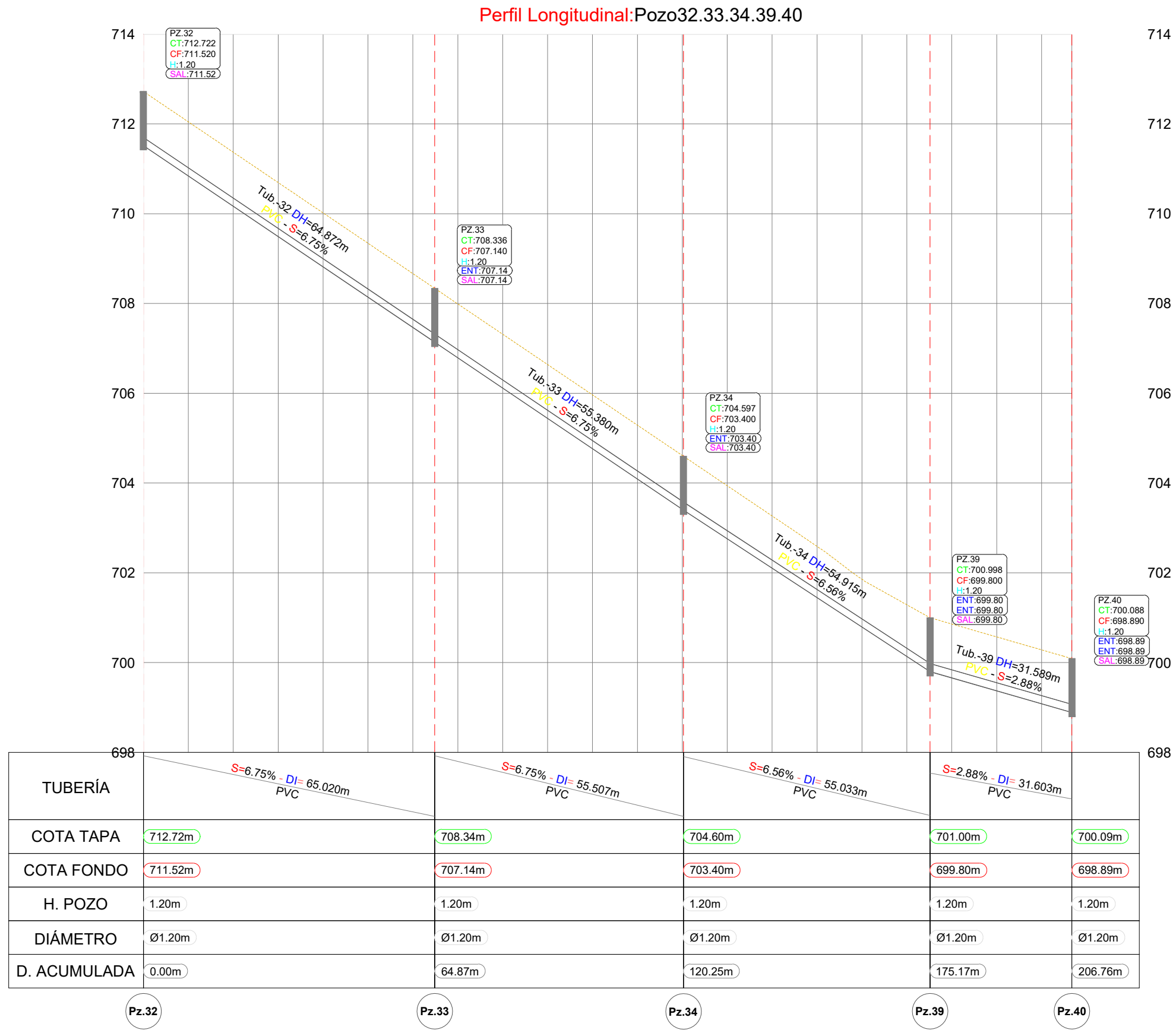
LÁMINA: A1

FECHA: NOVIEMBRE 2023

PLANO No.

1

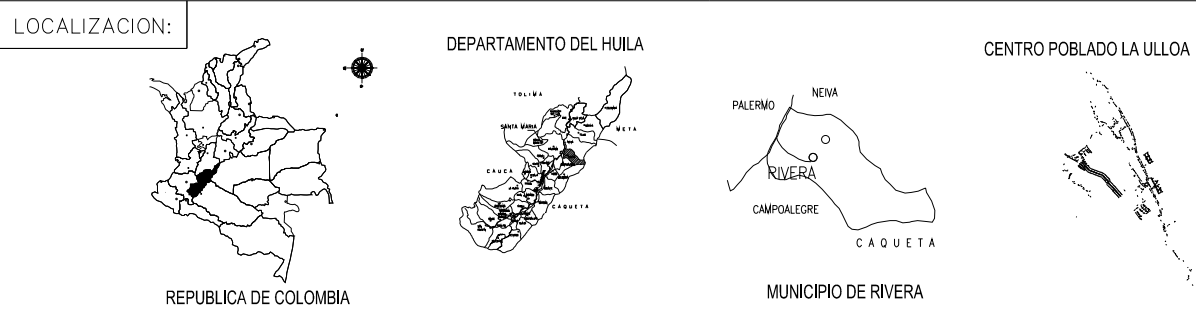




DISEÑO:

Nombre: ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.

Nombre: CRISTIAN MAURICIO GARCIA I.



OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

PLANO DE DISEÑO DE ACUEDUCTO

DEPARTAMENTO DEL HUILA
MUNICIPIO RIVERA CENTRO POBLADO LA ULLOA

Contiene :

PERFIL GENERAL

ESCALA: 1:1000

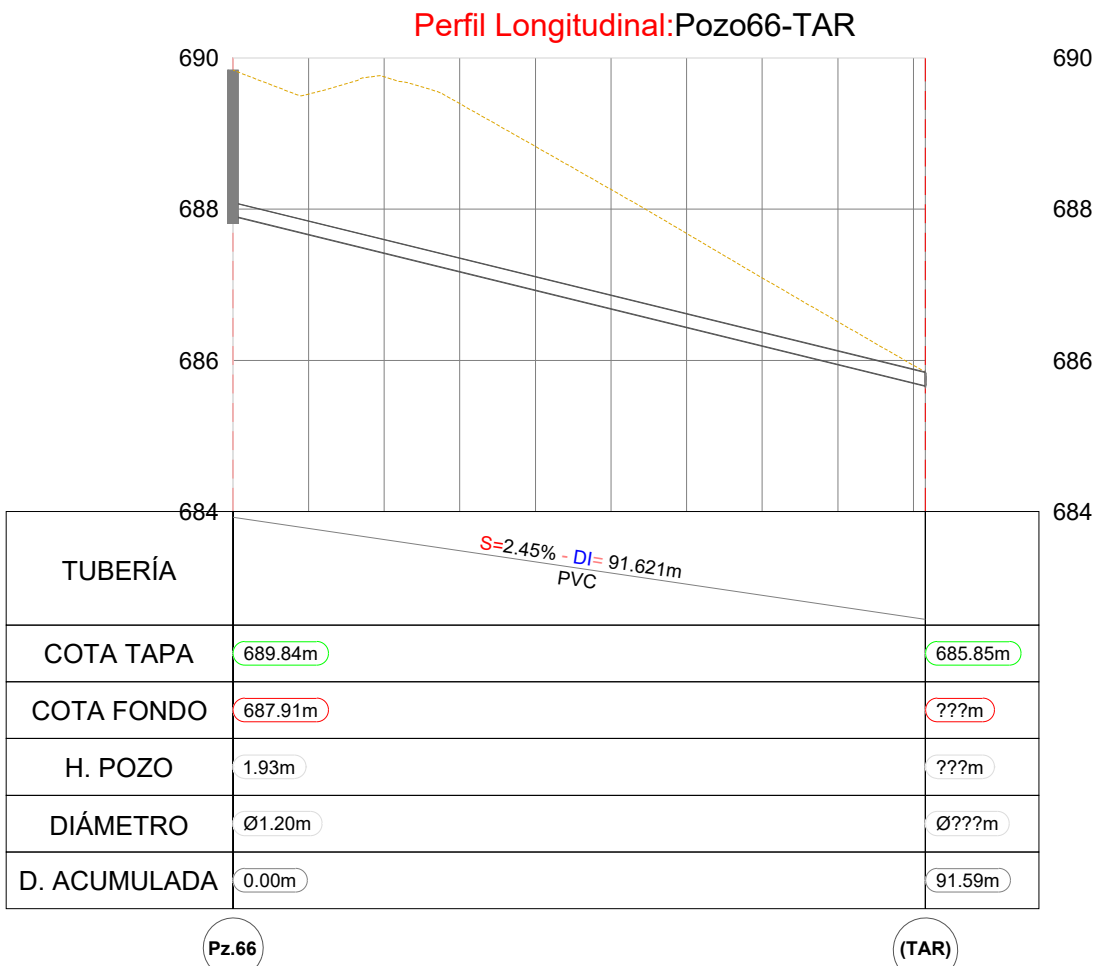
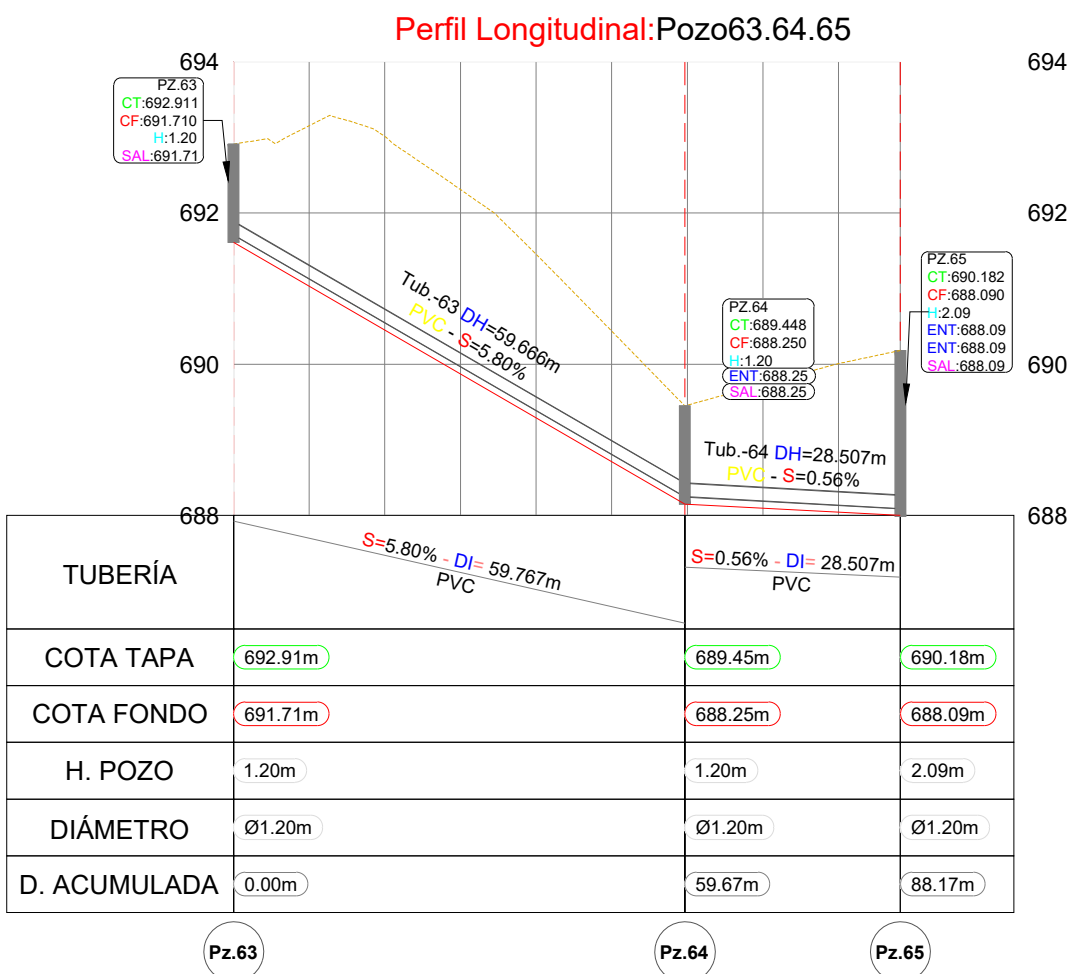
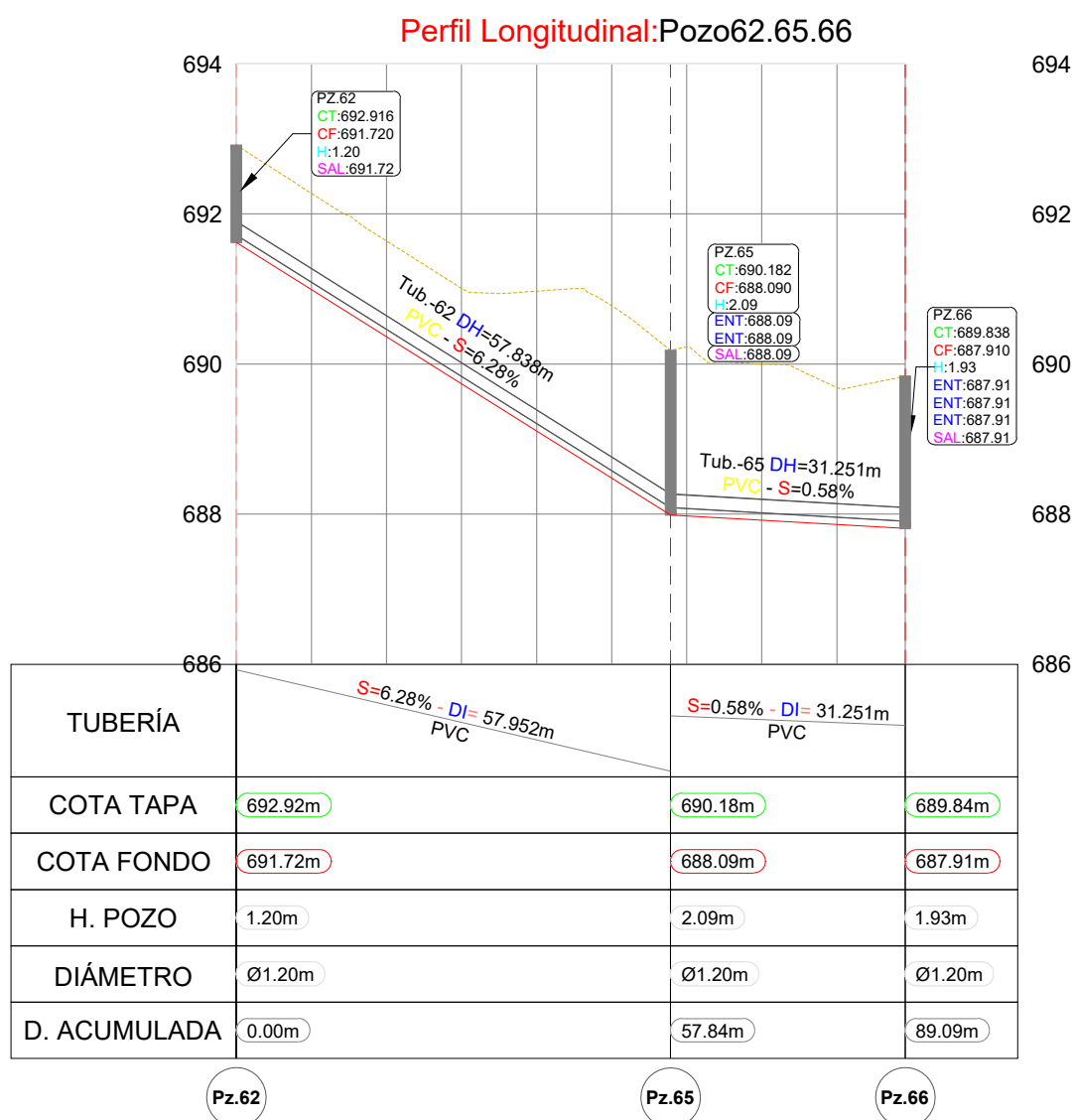
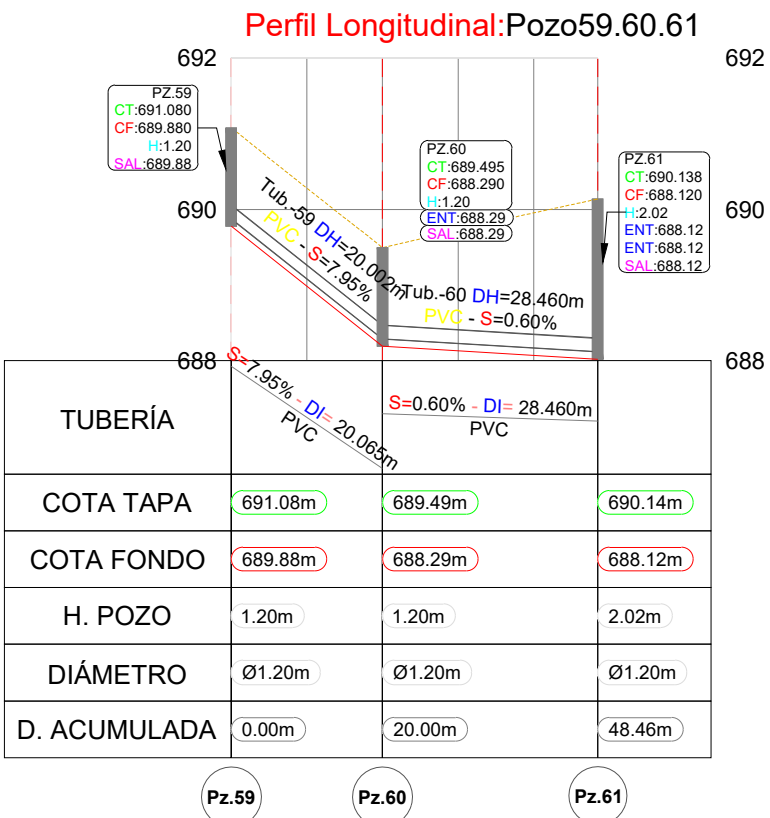
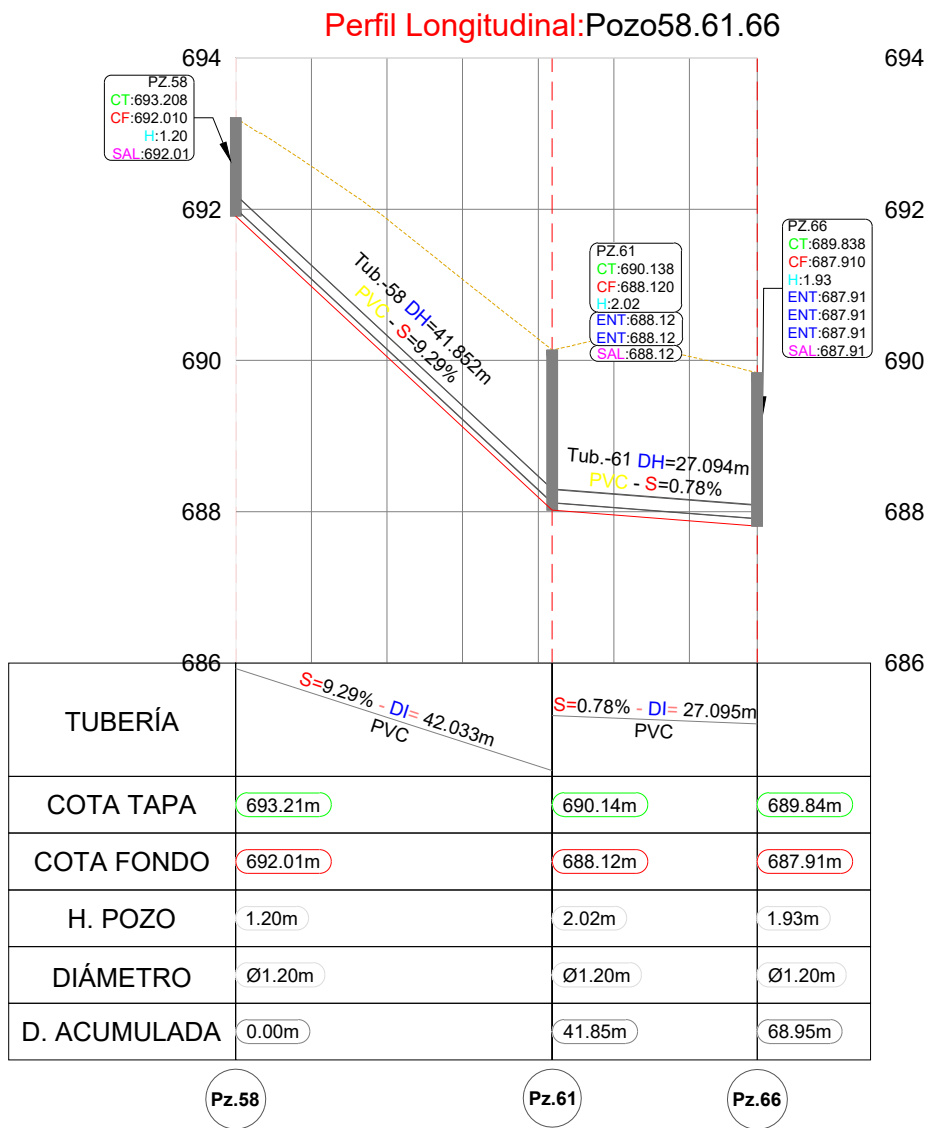
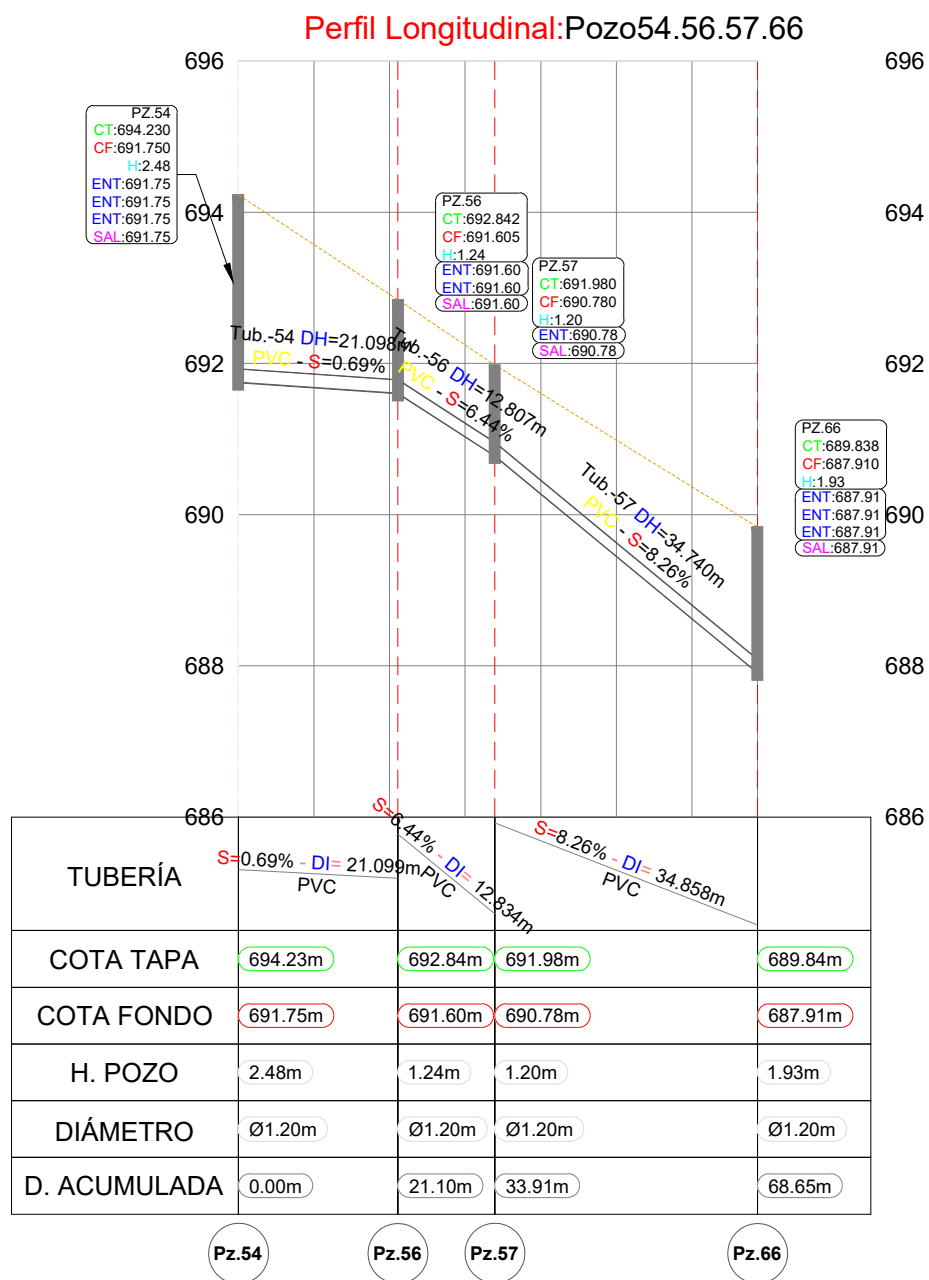
NOMBRE DEL ARCHIVO: Diseño Red de Alcantarillado.dwg

LÁMINA: A1

FECHA: NOVIEMBRE 2023

PLANO No.

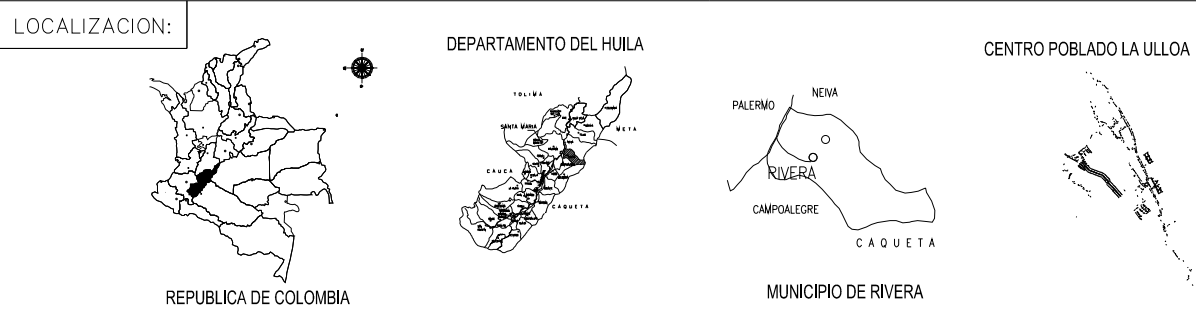
3



DISEÑO:

Nombre: ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.

Nombre: CRISTIAN MAURICIO GARCIA I.



OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

PLANO DE DISEÑO DE ACUEDUCTO

DEPARTAMENTO DEL HUILA
MUNICIPIO RIVERA CENTRO POBLADO LA ULLOA

Contiene :

PERFIL GENERAL

ESCALA: 1:1000

NOMBRE DEL ARCHIVO:
Diseño Red de Alcantarillado.dwg

LÁMINA: A1

FECHA: NOVIEMBRE 2023

PLANO No.

4

Perfil Longitudinal:RED PRINCIPAL

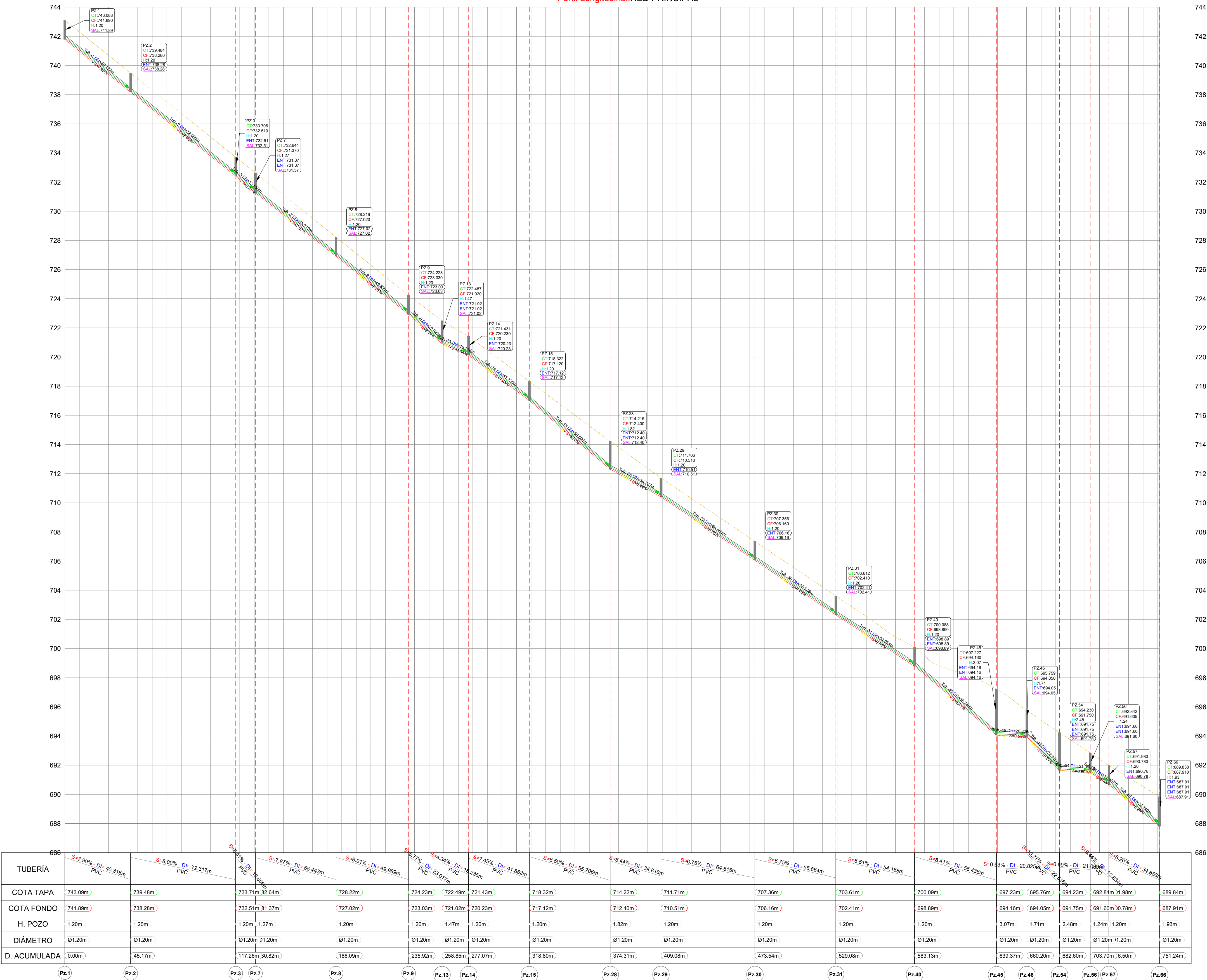


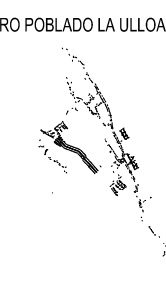
TABLA DE POZOS				
PZ	Ø	COTA TAPA	COTA FONDO	H. ALTURA
Pz.28	1.20m	714.215	712.400	1.82
Pz.29	1.20m	711.706	710.510	1.20
Pz.7	1.20m	732.644	731.370	1.27
Pz.14	1.20m	721.431	720.230	1.20
Pz.15	1.20m	718.322	717.120	1.20
Pz.30	1.20m	707.356	706.160	1.20
Pz.31	1.20m	703.612	702.410	1.20
Pz.40	1.20m	700.088	698.890	1.20
Pz.45	1.20m	697.227	694.160	3.07
Pz.8	1.20m	728.219	727.020	1.20
Pz.9	1.20m	724.228	723.030	1.20
Pz.13	1.20m	722.487	721.020	1.47
Pz.66	1.20m	689.838	687.910	1.93
Pz.56	1.20m	692.842	691.605	1.24
Pz.57	1.20m	691.980	690.780	1.20
Pz.46	1.20m	695.759	694.050	1.71
Pz.54	1.20m	694.230	691.750	2.48
Pz.1	1.20m	743.088	741.890	1.20
Pz.2	1.20m	739.484	738.280	1.20
Pz.3	1.20m	733.706	732.510	1.20

TABLA DE TUBERÍAS				
TUB.	Ø	LONGITUD	S%	MATERIAL
Tub.-28	0.18m	34.8m	5.44%	PVC
Tub.-3	0.18m	13.6m	8.41%	PVC
Tub.-13	0.18m	18.2m	4.34%	PVC
Tub.-14	0.18m	41.7m	7.45%	PVC
Tub.-15	0.18m	55.5m	8.50%	PVC
Tub.-29	0.18m	64.5m	6.75%	PVC
Tub.-30	0.18m	55.5m	6.75%	PVC
Tub.-31	0.18m	54.1m	6.51%	PVC
Tub.-7	0.18m	55.3m	7.87%	PVC
Tub.-8	0.18m	49.8m	8.01%	PVC
Tub.-9	0.18m	22.9m	8.77%	PVC
Tub.-40	0.18m	56.2m	8.41%	PVC
Tub.-57	0.18m	34.7m	8.26%	PVC
Tub.-54	0.18m	21.1m	0.69%	PVC
Tub.-56	0.18m	12.8m	6.44%	PVC
Tub.-45	0.18m	20.8m	0.53%	PVC
Tub.-46	0.18m	22.4m	10.27%	PVC
Tub.-1	0.18m	45.2m	7.90%	PVC
Tub.-2	0.18m	72.1m	8.00%	PVC



DISEÑO:
Nombre: ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.
Nombre: CRISTIAN MAURICIO GARCIA I.

LOCALIZACIÓN:



OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

PLANO DE DISEÑO DE ACUEDUCTO

DEPARTAMENTO DEL HUILA
MUNICIPIO RIVERA CENTRO POBLADO LA ULLOA

Contiene :
PERFIL RED PRINCIPAL

ESCALA: 1:1500

NOMBRE DEL ARCHIVO:
Diseño_Red_de_Alcantarillado.dwg

LÁMINA: **A1**

FECHA: NOVIEMBRE 2023

PLANO No. 1

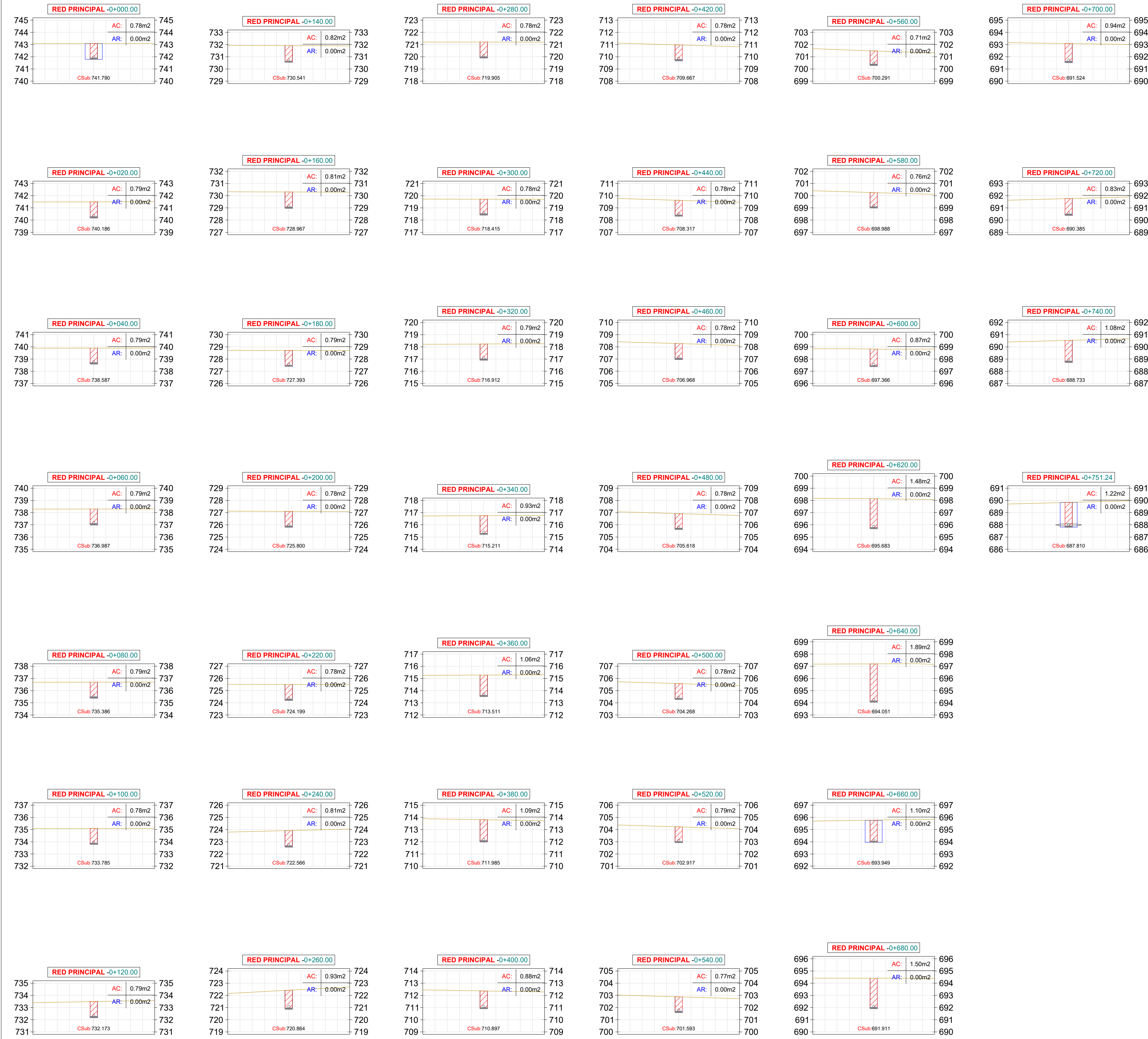


Tabla Materiales De CAMA			
PROG.	AREA	VOL.	V. ACUM.
0+000.00	0.06	0.00	0.00
0+020.00	0.06	1.20	1.20
0+040.00	0.06	1.20	2.40
0+060.00	0.06	1.20	3.60
0+080.00	0.06	1.20	4.80
0+100.00	0.06	1.20	6.00
0+120.00	0.06	1.20	7.20
0+140.00	0.06	1.20	8.40
0+160.00	0.06	1.20	9.60
0+180.00	0.06	1.20	10.80
0+200.00	0.06	1.20	12.00
0+220.00	0.06	1.20	13.20
0+240.00	0.06	1.20	14.40
0+260.00	0.06	1.20	15.60
0+280.00	0.06	1.20	16.80
0+300.00	0.06	1.20	18.00
0+320.00	0.06	1.20	19.20
0+340.00	0.06	1.20	20.40
0+360.00	0.06	1.20	21.60
0+380.00	0.06	1.20	22.80
0+400.00	0.06	1.20	24.00
0+420.00	0.06	1.20	25.20
0+440.00	0.06	1.20	26.40
0+460.00	0.06	1.20	27.60
0+480.00	0.06	1.20	28.80
0+500.00	0.06	1.20	30.00
0+520.00	0.06	1.20	31.20
0+540.00	0.06	1.20	32.40
0+560.00	0.06	1.20	33.60
0+580.00	0.06	1.20	34.80
0+600.00	0.06	1.20	36.00
0+620.00	0.06	1.20	37.20
0+640.00	0.06	1.20	38.40
0+660.00	0.06	1.20	39.60
0+680.00	0.06	1.20	40.80
0+700.00	0.06	1.20	42.00
0+720.00	0.06	1.20	43.20
0+740.00	0.06	1.20	44.40
0+751.24	0.06	0.67	45.07

TABLA VOLUMENES - RED PRINCIPAL						
PROG	A. RELLENO	A. CORTE	V. RELLENO	V. CORTE	V. REL. ACUM.	V. COR. ACUM.
0+000.00	0.00	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.00	0.79	0.00	15.67	0.00	15.67
0+040.00	0.00	0.79	0.00	15.75	0.00	31.42
0+060.00	0.00	0.79	0.00	15.75	0.00	47.18
0+080.00	0.00	0.79	0.00	15.74	0.00	62.91
0+100.00	0.00	0.78	0.00	15.71	0.00	78.63
0+120.00	0.00	0.79	0.00	15.77	0.00	94.40
0+140.00	0.00	0.82	0.00	16.14	0.00	110.54
0+160.00	0.00	0.81	0.00	16.28	0.00	126.82
0+180.00	0.00	0.79	0.00	15.95	0.00	142.77
0+200.00	0.00	0.78	0.00	15.73	0.00	158.50
0+220.00	0.00	0.78	0.00	15.68	0.00	174.18
0+240.00	0.00	0.81	0.00	15.96	0.00	190.14
0+260.00	0.00	0.93	0.00	17.47	0.00	207.61
0+280.00	0.00	0.78	0.00	17.17	0.00	224.78
0+300.00	0.00	0.78	0.00	15.64	0.00	240.42
0+320.00	0.00	0.79	0.00	15.76	0.00	256.18
0+340.00	0.00	0.93	0.00	17.21	0.00	273.39
0+360.00	0.00	1.06	0.00	19.88	0.00	293.26
0+380.00	0.00	1.09	0.00	21.55	0.00	314.82
0+400.00	0.00	0.88	0.00	19.75	0.00	334.57
0+420.00	0.00	0.78	0.00	16.63	0.00	351.20
0+440.00	0.00	0.78	0.00	15.65	0.00	366.85
0+460.00	0.00	0.78	0.00	15.65	0.00	382.50
0+480.00	0.00	0.78	0.00	15.65	0.00	398.15
0+500.00	0.00	0.78	0.00	15.67	0.00	413.82
0+520.00	0.00	0.79	0.00	15.69	0.00	429.51
0+540.00	0.00	0.77	0.00	15.57	0.00	445.09
0+560.00	0.00	0.71	0.00	14.87	0.00	459.96
0+580.00	0.00	0.76	0.00	14.79	0.00	474.75
0+600.00	0.00	0.87	0.00	16.38	0.00	491.13
0+620.00	0.00	1.48	0.00	23.57	0.00	514.70
0+640.00	0.00	1.89	0.00	33.76	0.00	548.46
0+660.00	0.00	1.10	0.00	29.91	0.00	578.36
0+680.00	0.00	1.50	0.00	25.99	0.00	604.35
0+700.00	0.00	0.94	0.00	24.40	0.00	628.75
0+720.00	0.00	0.83	0.00	17.68	0.00	646.43
0+740.00	0.00	1.08	0.00	19.10	0.00	665.53
0+751.24	0.00	1.22	0.00	12.94	0.00	678.46

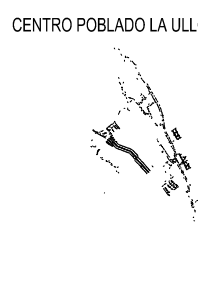
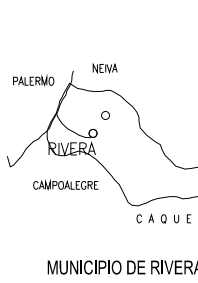


DISEÑO:

Nombre: ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.

Nombre: CRISTIAN MAURICIO GARCIA I.

LOCALIZACION:



OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

PLANO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO

DEPARTAMENTO DEL HUILA
MUNICIPIO RIVERA CENTRO POBLADO LA ULLOA

Contiene :

**SECCIONES TRANSVERSALES
RED PRINCIPAL**

ESCALA:

1:200

NOMBRE DEL ARCHIVO:

Diseño: Red de Alcantarillado.dwg

LÁMINA:

A1

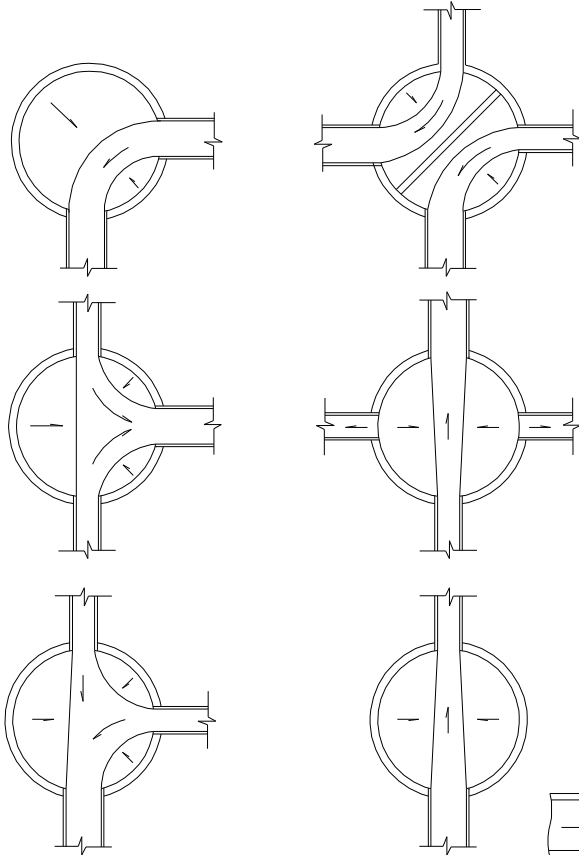
FECHA:

NOVIEMBRE 2023

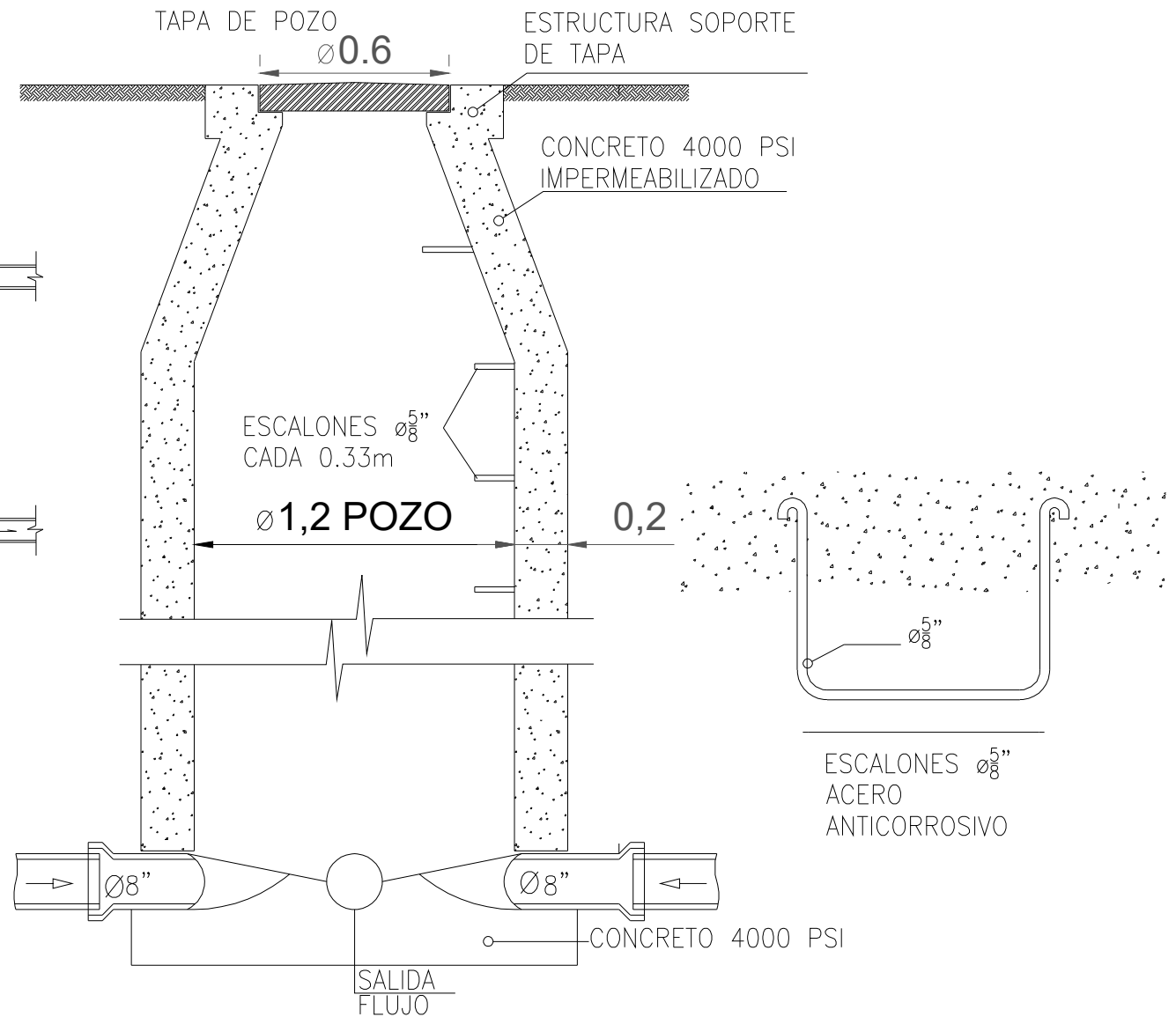
PLANO No.

1

CASOS TÍPICOS DE CAÑUELAS



NOTA: ANCHO DE BRECHA 0.6m PARA TUBERÍA Ø8"



DISEÑO:

Nombre: ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.

Nombre: CRISTIAN MAURICIO GARCÍA I.

OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

PLANO POZO DE INSPECCION DE PROFUNDIDAD VARIABLE

DEPARTAMENTO DEL HUILA
MUNICIPIO RIVERA CENTRO POBLADO LA ULLOA

Contiene :

PLANO POZO DE INSPECCION

ESCALA:
1:25

NOMBRE DEL ARCHIVO:
ESTRUCTURAS ALCANTARILLADO FIN.dwg

LÁMINA:

A4

FECHA:
NOVIEMBRE 2023

PLANO No.

1

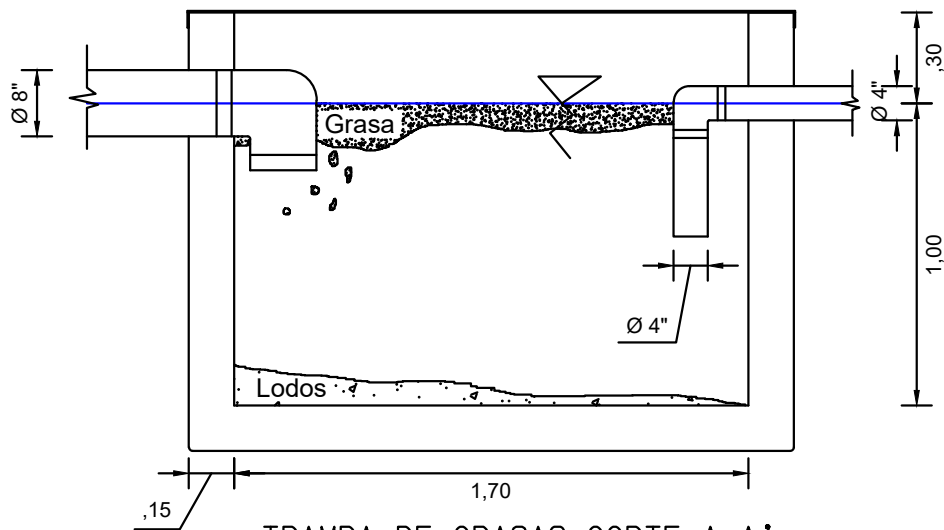
Pozo	Area tributaria		Domestico				Caudal maximo horario				Infiltración		Conexiones erradas		Caudal de diseño	
1	2	3	4	5	6	7	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
De-A	Parcial	Total	%Area	Densidad	Población	L/s*ha	L/s*ha	L/s	F	L/s	L/s/ha	L/s	L/s/ha	L/s	calculado	adoptado
1-2	0.073	0.073	100	358	26	0.457	0.457	0.033	4.364	0.146	0.3	0.022	0.2	0.015	0.18230	1.50
2-3	0.113	0.186	100	358	66	0.457	0.457	0.085	4.288	0.364	0.3	0.056	0.2	0.037	0.457	1.50
3-7	0.010	0.196	100	358	70	0.457	0.457	0.090	4.283	0.384	0.3	0.059	0.2	0.039	0.482	1.50
4-5	0.143	0.143	100	358	51	0.457	0.457	0.066	4.312	0.283	0.3	0.043	0.2	0.029	0.354	1.50
5-6	0.245	0.388	100	358	139	0.457	0.457	0.177	4.202	0.746	0.3	0.116	0.2	0.078	0.940	1.50
6-7	0.051	0.439	100	358	157	0.457	0.457	0.201	4.185	0.840	0.3	0.132	0.2	0.088	1.059	1.50
7-8	0.071	0.706	100	358	252	0.457	0.457	0.323	4.109	1.327	0.3	0.212	0.2	0.141	1.680	1.68
8-9	0.078	0.784	100	358	280	0.457	0.457	0.358	4.091	1.466	0.3	0.235	0.2	0.157	1.858	1.86
9-13	0.022	0.805	100	358	288	0.457	0.457	0.368	4.086	1.505	0.3	0.242	0.2	0.161	1.908	1.91
10-11	0.167	0.167	100	358	60	0.457	0.457	0.076	4.298	0.329	0.3	0.050	0.2	0.033	0.412	1.50
11-12	0.236	0.403	100	358	144	0.457	0.457	0.185	4.196	0.774	0.3	0.121	0.2	0.081	0.976	1.50
12-13	0.068	0.472	100	358	169	0.457	0.457	0.216	4.174	0.901	0.3	0.142	0.2	0.094	1.137	1.50
13-14	0.017	1.294	100	358	463	0.457	0.457	0.592	3.991	2.363	0.3	0.388	0.2	0.259	3.010	3.01
14-15	0.071	1.365	100	358	488	0.457	0.457	0.624	3.980	2.485	0.3	0.409	0.2	0.273	3.167	3.17
15-28	0.081	1.445	100	358	517	0.457	0.457	0.661	3.967	2.623	0.3	0.434	0.2	0.289	3.346	3.35
16-17	0.159	0.159	100	358	57	0.457	0.457	0.073	4.303	0.314	0.3	0.048	0.2	0.032	0.393	1.50
17-27	0.156	0.315	100	358	113	0.457	0.457	0.144	4.229	0.609	0.3	0.095	0.2	0.063	0.767	1.50
18-19	0.073	0.073	100	358	26	0.457	0.457	0.034	4.364	0.146	0.3	0.022	0.2	0.015	0.183	1.50
19-20	0.139	0.212	100	358	76	0.457	0.457	0.097	4.275	0.415	0.3	0.064	0.2	0.042	0.521	1.50
20-21	0.004	0.216	100	358	77	0.457	0.457	0.099	4.273	0.422	0.3	0.065	0.2	0.043	0.529	1.50
21-22	0.085	0.301	100	358	108	0.457	0.457	0.138	4.235	0.583	0.3	0.090	0.2	0.060	0.733	1.50
22-23	0.091	0.392	100	358	140	0.457	0.457	0.179	4.201	0.753	0.3	0.117	0.2	0.078	0.948	1.50
23-24	0.015	0.407	100	358	146	0.457	0.457	0.186	4.195	0.781	0.3	0.122	0.2	0.081	0.984	1.50
24-25	0.089	0.496	100	358	178	0.457	0.457	0.227	4.166	0.946	0.3	0.149	0.2	0.099	1.194	1.50
25-26	0.075	0.571	100	358	204	0.457	0.457	0.261	4.145	1.083	0.3	0.171	0.2	0.114	1.368	1.50
26-27	0.055	0.626	100	358	224	0.457	0.457	0.287	4.130	1.183	0.3	0.188	0.2	0.125	1.497	1.50
27-28	0.067	1.009	100	358	361	0.457	0.457	0.461	4.043	1.866	0.3	0.303	0.2	0.202	2.370	2.37
28-29	0.038	2.492	100	358	891	0.457	0.457	1.140	3.832	4.369	0.3	0.748	0.2	0.498	5.615	5.61
29-30	0.102	2.594	100	358	928	0.457	0.457	1.187	3.821	4.535	0.3	0.778	0.2	0.519	5.832	5.83
30-31	0.088	2.683	100	358	960	0.457	0.457	1.227	3.811	4.678	0.3	0.805	0.2	0.537	6.020	6.02
31-40	0.074	2.757	100	358	986	0.457	0.457	1.261	3.804	4.798	0.3	0.827	0.2	0.551	6.177	6.18
32-33	0.228	0.228	100	358	82	0.457	0.457	0.104	4.267	0.445	0.3	0.068	0.2	0.046	0.559	1.50
33-34	0.179	0.407	100	358	146	0.457	0.457	0.186	4.195	0.782	0.3	0.122	0.2	0.081	0.985	1.50
34-39	0.151	0.558	100	358	200	0.457	0.457	0.255	4.148	1.059	0.3	0.167	0.2	0.112	1.338	1.50
35-36	0.104	0.104	100	358	37	0.457	0.457	0.047	4.339	0.206	0.3	0.031	0.2	0.021	0.257	1.50
36-37	0.091	0.194	100	358	70	0.457	0.457	0.089	4.284	0.381	0.3	0.058	0.2	0.039	0.478	1.50
37-38	0.078	0.272	100	358	97	0.457	0.457	0.125	4.247	0.529	0.3	0.082	0.2	0.054	0.665	1.50
38-39	0.083	0.355	100	358	127	0.457	0.457	0.162	4.214	0.685	0.3	0.107	0.2	0.071	0.862	1.50

Pozo	Area tributaria		Domestico				Caudal maximo horario				Infiltración		Conexiones erradas		Caudal de diseño	
1	2	3	4	5	6	7	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
De-A	Parcial	Total	%Area	Densidad	Población	L/s*ha	L/s*ha	L/s	F	L/s	L/s/ha	L/s	L/s/ha	L/s	calculado	adoptado
39-40	0.057	0.970	100	358	347	0.457	0.457	0.444	4.051	1.798	0.3	0.291	0.2	0.194	2.283	2.28
40-45	0.068	3.796	100	358	1358	0.457	0.457	1.736	3.710	6.443	0.3	1.139	0.2	0.759	8.341	8.34
41-44	0.145	0.145	100	358	52	0.457	0.457	0.066	4.311	0.286	0.3	0.044	0.2	0.029	0.359	1.50
42-43	0.075	0.075	100	358	27	0.457	0.457	0.034	4.363	0.149	0.3	0.022	0.2	0.015	0.186	1.50
43-44	0.058	0.133	100	358	47	0.457	0.457	0.061	4.319	0.262	0.3	0.040	0.2	0.027	0.329	1.50
44-45	0.053	0.331	100	358	118	0.457	0.457	0.151	4.223	0.639	0.3	0.099	0.2	0.066	0.804	1.50
45-46	0.016	4.142	100	358	1482	0.457	0.457	1.895	3.683	6.980	0.3	1.243	0.2	0.828	9.051	9.05
46-54	0.047	4.190	100	358	1499	0.457	0.457	1.917	3.680	7.053	0.3	1.257	0.2	0.838	9.148	9.15
49-50	0.038	0.038	100	358	14	0.457	0.457	0.017	4.401	0.077	0.3	0.011	0.2	0.008	0.096	1.50
50-51	0.042	0.080	100	358	29	0.457	0.457	0.037	4.358	0.159	0.3	0.024	0.2	0.016	0.199	1.50
48-51	0.078	0.078	100	358	28	0.457	0.457	0.036	4.360	0.155	0.3	0.023	0.2	0.016	0.194	1.50
51-52	0.035	0.193	100	358	69	0.457	0.457	0.088	4.284	0.378	0.3	0.058	0.2	0.039	0.475	1.50
47-52	0.066	0.066	100	358	23	0.457	0.457	0.030	4.371	0.131	0.3	0.020	0.2	0.013	0.164	1.50
52-54	0.025	0.284	100	358	101	0.457	0.457	0.130	4.242	0.550	0.3	0.085	0.2	0.057	0.692	1.50
53-54	0.043	0.043	100	358	15	0.457	0.457	0.020	4.395	0.086	0.3	0.013	0.2	0.009	0.108	1.50
54-56	0.027	4.543	100	358	1625	0.457	0.457	2.078	3.654	7.595	0.3	1.363	0.2	0.909	9.866	9.87
55-56	0.065	0.065	100	358	23	0.457	0.457	0.030	4.371	0.130	0.3	0.020	0.2	0.013	0.163	1.50
56-57	0.032	4.640	100	358	1660	0.457	0.457	2.123	3.647	7.743	0.3	1.392	0.2	0.928	10.063	10.06
57-66	0.074	4.715	100	358	1687	0.457	0.457	2.157	3.642	7.856	0.3	1.414	0.2	0.943	10.213	10.21
59-60	0.014	0.014	100	358	5	0.457	0.457	0.006	4.439	0.029	0.3	0.004	0.2	0.003	0.036	1.50
60-61	0.020	0.035	100	358	12	0.457	0.457	0.016	4.405	0.070	0.3	0.010	0.2	0.007	0.087	1.50
58-61	0.081	0.081	100	358	29	0.457	0.457	0.037	4.357	0.162	0.3	0.024	0.2	0.016	0.202	1.50
61-66	0.020	0.135	100	358	48	0.457	0.457	0.062	4.318	0.267	0.3	0.041	0.2	0.027	0.335	1.50
63-64	0.182	0.182	100	358	65	0.457	0.457	0.083	4.290	0.357	0.3	0.055	0.2	0.036	0.447	1.50
64-65	0.021	0.202	100	358	72	0.457	0.457	0.092	4.280	0.396	0.3	0.061	0.2	0.040	0.497	1.50
62-65	0.153	0.153	100	358	55	0.457	0.457	0.070	4.307	0.301	0.3	0.046	0.2	0.031	0.377	1.50
65-66	0.023	0.378	100	358	135	0.457	0.457	0.173	4.205	0.727	0.3	0.113	0.2	0.076	0.916	1.50
66-TAR		5.2279		0	1870		0	2.392	3.608	8.630	0.3	1.568	0.2	1.046	11.244	11.24

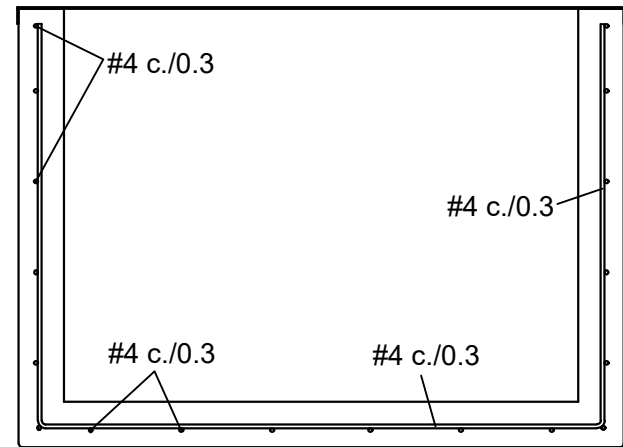
TABLA CALCULO DISEÑO HIDRAULICO Y EMPATE POR LA LINEA DE ENERGÍA DE COLECTORES DEL ALCANTARILLADO SANITARIO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
Tramo	Longitud	Q diseño	S	Diametro	Dc	Qo	Vo	Q/Qo	V/Vo	d/D	R/Ro	H/D	V	V ² /2g	R	τ	d	E	H	NF	Pérdidas						Cota rasante		Cota clave		Cota batea		Cota lámina		Cota energía		Prof. a clave		
De-A	(m)	(L/s)	diseño (%)	(m)	(")	nom (")	int (m)	(L/s)	(m/s)				(m/s)	(m)	(m)	(N/m ²)	(m)	(m)	(m)		h tran (m)	Rc/Ds	Coef. p	kh	curv	h total	De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	
1-2	45.17	1.50	7.99	0.039	1.5	8	0.180	91.11	3.58	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.30	0.086	0.014	11.11	0.022	0.108	0.012	3.8	0.000	0	0	0.000	0.000	743.090	739.480	741.890	738.280	741.710	738.100	741.732	738.122	741.818	738.208	1.200	1.200
2-3	72.086	1.5	8.00	0.039	1.5	8	0.180	91.18	3.58	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.30	0.086	0.014	11.13	0.022	0.108	0.012	3.8	0.000	0	0	0.000	0.000	739.480	733.710	738.280	732.510	738.100	732.330	738.122	732.352	738.208	732.438	1.200	1.200
3-7	13.56	1.5	8.41	0.038	1.5	8	0.180	93.44	3.67	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.33	0.090	0.014	11.69	0.022	0.112	0.012	3.9	0.001	0	0	0.000	0.001	733.710	732.640	732.505	731.365	732.325	731.185	732.347	731.207	732.437	731.297	1.205	1.275
4-5	45.37	1.5	7.91	0.039	1.5	8	0.180	90.65	3.56	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.29	0.085	0.014	11.00	0.022	0.107	0.012	3.7	0.000	0	0	0.000	0.000	743.010	739.420	741.810	738.220	741.630	738.040	741.652	738.062	741.737	738.147	1.200	1.200
5-6	83.1	1.50	8.00	0.039	1.5	8	0.180	91.16	3.58	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.30	0.086	0.014	11.13	0.022	0.108	0.012	3.8	0.015	3.33	0.05	0.002	0.017	739.420	732.770	738.219	731.569	738.039	731.389	738.061	731.411	738.147	731.497	1.201	1.201
6-7	33.9	1.50	0.59	0.063	2.5	8	0.180	24.75	0.97	0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	0.46	0.011	0.022	1.25	0.035	0.046	0.023	1.0	0.007	3.33	0.05	0.002	0.010	732.770	732.640	731.614	731.414	731.434	731.234	731.469	731.269	731.480	731.280	1.156	1.226
7-8	55.3	1.68	7.87	0.040	1.6	8	0.180	90.39	3.55	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.29	0.084	0.014	10.94	0.022	0.107	0.012	3.7	0.000	0	0	0.000	0.000	732.640	728.220	731.343	726.993	731.163	726.813	731.186	726.836	731.270	726.920	1.297	1.227
8-9	49.83	1.86	8.01	0.042	1.6	8	0.180	91.19	3.58	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.30	0.086	0.014	11.13	0.022	0.108	0.012	3.8	0.001	0	0	0.000	0.001	728.220	724.230	726.992	723.002	726.812	722.822	726.834	722.844	726.920	722.930	1.228	1.228
9-13	22.93	1.91	8.77	0.042	1.6	8	0.180	95.41	3.75	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.36	0.094	0.014	12.19	0.022	0.116	0.012	3.9	0.006	0	0	0.000	0.006	724.230	722.490	722.993	720.983	722.813	720.803	722.835	720.825	722.929	720.919	1.237	1.507
10-11	45.881	1.50	8.00	0.039	1.5	8	0.180	91.14	3.58	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.30	0.086	0.014	11.12	0.022	0.108	0.012	3.8	0.000	0	0	0.000	0.000	732.000	728.330	730.790	727.120	730.610	726.940	730.632	726.962	730.718	727.048	1.210	1.210
11-12	73.477	1.50	8.00	0.039	1.5	8	0.180	91.16	3.58	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.30	0.086	0.014	11.13	0.022	0.108	0.012	3.8	0.015	3.33	0.05	0.002	0.017	728.330	722.450	727.120	721.240	726.940	721.060	726.962	721.082	727.048	721.168	1.210	1.210
12-13	40.075	1.50	0.57	0.063	2.5	8	0.180	24.41	0.96	0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	0.45	0.010	0.022	1.22	0.035	0.046	0.023	1.0	0.006	0.00	0	0.000	0.006	722.450	722.490	721.285	721.055	721.105	720.875	721.140	720.910	721.151	720.921	1.165	1.435
13-14	17.814	3.01	4.43	0.056	2.2	8	0.180	67.87	2.67	0.04	0.427	0.165	0.410	0.102	1.14	0.066	0.018	8.03	0.030	0.096	0.018	2.7	0.004	0.00	0	0.000	0.004	722.490	721.430	720.998	720.208	720.818	720.028	720.847	720.057	720.913	720.123	1.492	1.222
14-15	41.745	3.17	7.45	0.052	2.0	8	0.180	87.96	3.46	0.04	0.427	0.165	0.410	0.102	1.48	0.111	0.018	13.48	0.030	0.141	0.018	3.5	0.002	0.00	0	0.000	0.002	721.430	718.320	720.158	717.048	719.978	716.868	720.008	716.898	720.119	717.009	1.272	1.272
15-28	55.506	3.35	8.50	0.052	2.0	8	0.180	93.98	3.69	0.04	0.427	0.165	0.410	0.102	1.58	0.127	0.018	15.39	0.030	0.156	0.018	3.7	0.004	0.00	0	0.000	0.004	718.320	714.210	717.031	712.311	716.851	712.131	716.881	712.161	717.007	712.287	1.289	1.899
16-17	47	1.50	7.70	0.039	1.5	8	0.180	89.44	3.51	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.27	0.083	0.014	10.71	0.022	0.105	0.012	3.7	0.000	0.00	0	0.000	0.000	721.780	718.160	720.560	716.940	720.380	716.760	720.402	716.782	720.485	716.865	1.220	1.220
17-27	55.493	1.50	7.98	0.039	1.5	8	0.180	91.05	3.58	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.30	0.086	0.014	11.10	0.022	0.108	0.012	3.8	0.015	3.33	0.05	0.002	0.017	718.160	714.060	716.937	712.507	716.757	712.327	716.779	712.349	716.865	712.435	1.223	1.553
18-19	45.457	1.50	7.63	0.039	1.5	8	0.180	89.04	3.50	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.27	0.082	0.014	10.62	0.022	0.104	0.012	3.7	0.000	0.00	0	0.000	0.000	742.770	739.300	741.570	738.100	741.390	737.920	741.412	737.942	741.494	738.024	1.200	1.200
19-20	78.326	1.50	7.92	0.039	1.5	8	0.180	90.67	3.56	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.29	0.085	0.014	11.01	0.022	0.107	0.012	3.7	0.000	0.00	0	0.000	0.000	739.300	733.100	738.097	731.897	737.917	731.717	737.939	731.739	738.024	731.824	1.203	1.203
20-21	14.878	1.50	7.86	0.039	1.5	8	0.180	90.37	3.55	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.29	0.084	0.014	10.94	0.022	0.107	0.012	3.7	0.000	0.00	0	0.000	0.000	733.100	731.930	731.897	730.727	731.717	730.547	731.739	730.569	731.824	730.654	1.203	1.203
21-22	43.57	1.50	8.01	0.039	1.5	8	0.180	91.21	3.58	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.30	0.086	0.014	11.14	0.022	0.108	0.012	3.8	0.000	0.00	0	0.000	0.000	731.930	728.440	730.725	727.235	730.545	727.055	730.568	727.078	730.654	727.164	1.205	1.205
22-23	61.421	1.50	7.99	0.039	1.5	8	0.180	91.12	3.58	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.30	0.086	0.014	11.12	0.022	0.108	0.012	3.8	0.005	0.00	0	0.000	0.005	728.440	723.530	727.236	722.326	727.056	722.146	727.078	722.168	727.163	722.253	1.204	1.204
23-24	19.682	1.50	5.59	0.041	1.6	8	0.180	76.19	2.99	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.08	0.060	0.014	7.77	0.022	0.082	0.012	3.2	0.003	0.00	0	0.000	0.003	723.530	722.430	722.346	721.246	722.166	721.066	722.188	721.088	722.248	721.148	1.184	1.184
24-25	55.504	1.50	7.95	0.039	1.5	8	0.180	90.84	3.57	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.29	0.085	0.014	11.05	0.022	0.107	0.012	3.8	0.001	0.00	0	0.000	0.001	723.430	718.020	721.218	716.808	721.038	716.628	721.061	716.651	721.246	716.736	1.212	1.212
25-26	55.489	1.50	7.41	0.039	1.5	8	0.180	87.71	3.45	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.25	0.079	0.014	10.30	0.022	0.102	0.012	3.6	0.014	3.33	0.05	0.002	0.016	718.020	713.910	716.813	712.703	716.633	712.523	716.655	712.545	716.735	712.625	1.207	1.207
26-27	31.725	1.50	0.57	0.063	2.5	8	0.180	24.27	0.95	0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	0.45	0.010	0.022	1.20	0.035	0.046	0.023	0.9	0.000	0.00	0	0.000	0.000	713.910	714.060	712.743	712.563	712.563	712.383	712.598	712.418	712.609	712.429	1.167	1.497
27-28	34.028	2.37	0.38	0.081	3.2	8	0.180	19.92	0.78	0.12	0.570	0.270	0.630	0.188	0.45	0.010	0.028	1.06	0.049	0.059	0.034	0.8	0.010	3.33	0.05	0.003	0.013	714.060	714.210	712.550	712.420	712.370	712.240	712.418	712.288	712.429	712.299	1.510	1.790
28-29	34.776	5.61	5.43	0.068	2.7	8	0.180	75.13	2.95	0.07	0.492	0.210	0.510	0.140	1.45	0.108	0.023	12.24	0.038	0.145	0.025	2.9	0.003	0.00	0	0.000	0.003	714.210	711.710	712.318	710.428	712.138	710.248	712.176	710.393	712.283	710.393	1.892	1.282
29-30	64.46	5.83	6.75	0.066</																																			

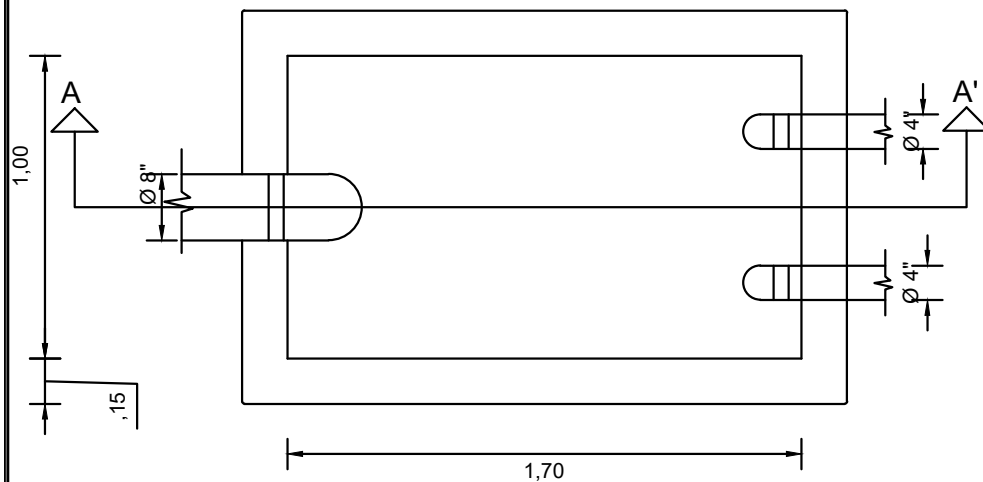
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
Tramo	Longitud	Q diseño	S	Diametro	Dc	Qo	Vo	Q/Qo	V/Vo	d/D	R/Ro	H/D	V	V ² /2g	R	τ	d	E	H	NF	Pérdidas				Cota rasante	Cota clave	Cota batea	Cota lámina	Cota energía	Prof. a clave									
De-A	(m)	(L/s)	diseño (%)	(m)	(")	Int (m)	(L/s)	(m/s)					(m/s)	(m)	(m)	(N/m²)	(m)	(m)	(m)	h tran (m)	Rc/Ds	Coef. p k	h curv	h total	De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	De	A			
48-51	31.984	1.50	6.47	0.040	1.6	8	0.180	81.98	3.22	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.17	0.069	0.014	9.00	0.022	0.092	0.012	3.4	0.012	3.33	0.05	0.002	0.014	695.320	693.250	694.040	691.970	693.860	691.790	693.882	691.812	693.952	691.882	1.280	1.280
51-52	28.551	1.50	0.60	0.063	2.5	8	0.180	24.87	0.98	0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	0.46	0.011	0.022	1.26	0.035	0.046	0.023	1.0	0.000	0.00	0	0.000	0.000	693.250	693.800	691.981	691.811	691.801	691.631	691.836	691.666	691.847	691.677	1.269	1.989
47-52	31.272	1.50	8.92	0.038	1.5	8	0.180	96.26	3.78	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.37	0.096	0.014	12.41	0.022	0.118	0.012	4.0	0.017	3.33	0.05	0.003	0.020	695.870	693.800	694.570	691.780	694.390	691.600	694.412	691.622	694.508	691.718	1.300	2.020
52-54	21.744	1.50	0.60	0.063	2.5	8	0.180	24.92	0.98	0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	0.46	0.011	0.022	1.27	0.035	0.046	0.023	1.0	0.002	3.33	0.05	0.001	0.003	693.800	694.230	691.811	691.681	691.631	691.501	691.666	691.536	691.677	691.547	1.989	2.549
53-54	27.485	1.50	6.08	0.041	1.6	8	0.180	79.44	3.12	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.13	0.065	0.014	8.45	0.022	0.087	0.012	3.3	0.006	3.33	0.05	0.002	0.009	694.620	694.230	693.300	691.630	693.120	691.450	693.142	691.472	693.207	691.537	1.320	2.600
54-56	21.124	9.87	0.69	0.124	4.9	8	0.180	26.70	1.05	0.37	0.781	0.482	0.983	0.374	0.82	0.034	0.044	2.98	0.087	0.121	0.067	1.0	0.014	0.00	0	0.000	0.014	694.230	692.840	691.588	691.443	691.408	691.263	691.495	691.350	691.529	691.384	2.642	1.397
55-56	45.425	1.50	0.56	0.064	2.5	8	0.180	24.15	0.95	0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	0.45	0.010	0.022	1.19	0.035	0.046	0.023	0.9	0.016	3.33	0.05	0.005	0.021	693.060	692.840	691.740	691.485	691.560	691.305	691.595	691.340	691.606	691.351	1.320	1.355
56-57	12.807	10.06	6.44	0.082	3.2	8	0.180	81.79	3.21	0.12	0.570	0.270	0.630	0.188	1.83	0.171	0.028	17.92	0.049	0.220	0.034	3.2	0.004	0.00	0	0.000	0.004	692.840	691.980	691.290	690.465	691.110	690.285	691.159	690.334	691.330	690.505	1.550	1.515
57-66	34.74	10.21	8.26	0.079	3.1	8	0.180	92.63	3.64	0.11	0.553	0.258	0.606	0.179	2.01	0.207	0.027	22.10	0.046	0.253	0.032	3.6	0.023	0.00	0	0.000	0.023	691.980	689.840	690.428	687.558	690.248	687.378	690.295	687.425	690.501	687.631	1.552	2.282
59-60	20.002	1.50	7.95	0.039	1.5	8	0.180	90.86	3.57	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.29	0.085	0.014	11.05	0.022	0.107	0.012	3.8	0.015	3.33	0.05	0.002	0.017	691.080	689.490	689.680	688.090	689.500	687.910	689.522	687.932	689.607	688.017	1.400	1.400
60-61	28.46	1.50	0.60	0.063	2.5	8	0.180	24.91	0.98	0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	0.46	0.011	0.022	1.27	0.035	0.046	0.023	1.0	0.000	3.33	0.05	0.001	0.001	689.490	690.140	688.134	687.964	687.954	687.784	687.989	687.819	688.000	687.830	1.356	2.176
58-61	41.852	1.50	9.29	0.038	1.5	8	0.180	98.25	3.86	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.40	0.100	0.014	12.92	0.022	0.122	0.012	4.1	0.017	3.33	0.05	0.003	0.020	693.210	690.140	691.810	687.920	691.630	687.740	691.652	687.762	691.752	687.862	1.400	2.220
61-66	27.094	1.50	0.78	0.060	2.4	8	0.180	28.37	1.11	0.05	0.453	0.182	0.449	0.116	0.51	0.013	0.020	1.54	0.033	0.046	0.021	1.1	0.008	3.33	0.05	0.003	0.010	690.140	689.840	687.964	687.754	687.784	687.574	687.816	687.606	687.829	687.619	2.176	2.086
63-64	59.666	1.50	5.80	0.041	1.6	8	0.180	77.60	3.05	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.10	0.062	0.014	8.06	0.022	0.084	0.012	3.2	0.010	3.33	0.05	0.002	0.012	692.910	689.450	691.510	688.050	691.330	687.870	691.352	687.892	691.414	687.954	1.400	1.400
64-65	28.507	1.50	0.56	0.064	2.5	8	0.180	24.14	0.95	0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	0.45	0.010	0.022	1.19	0.035	0.046	0.023	0.9	0.000	0.00	0	0.000	0.000	689.450	690.180	688.077	687.917	687.897	687.737	687.932	687.772	687.942	687.782	1.373	2.263
62-65	57.838	1.50	6.28	0.040	1.6	8	0.180	80.73	3.17	0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	1.15	0.067	0.014	8.73	0.022	0.090	0.012	3.3	0.011	3.33	0.05	0.002	0.013	692.920	690.180	691.520	687.890	691.340	687.710	691.362	687.732	691.430	687.800	1.400	2.290
65-66	31.251	1.50	0.58	0.063	2.5	8	0.180	24.46	0.96	0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	0.45	0.011	0.022	1.22	0.035	0.046	0.023	1.0	0.008	3.33	0.05	0.003	0.011	690.180	689.840	687.916	687.736	687.736	687.556	687.772	687.592	687.782	687.602	2.264	2.104
66-TAR	91.59	11.24	2.45	0.103	4.0	8	0.180	50.44	1.98	0.22	0.672	0.362	0.795	0.266	1.33	0.090	0.036	8.60	0.065	0.156	0.048	1.9						689.840	685.840	687.616	685.372	687.436	685.192	687.501	685.257	687.592	685.348	2.224	0.468



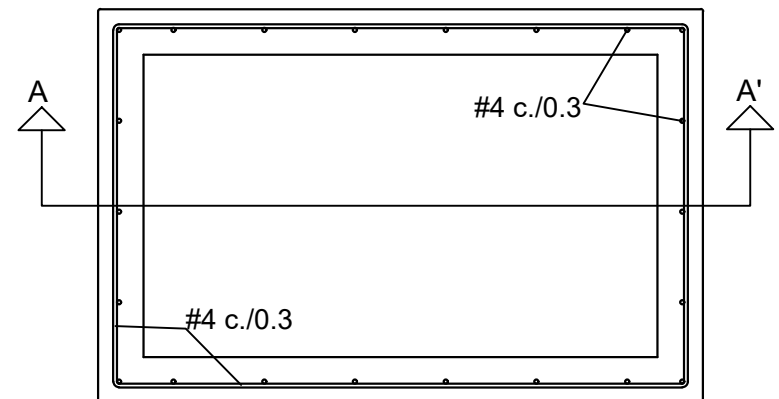
TRAMPA DE GRASAS CORTE A-A'



TRAMPA DE GRASAS CORTE A-A'
DETALLE ESTRUCTURAL



TRAMPA DE GRASAS PLANTA



TRAMPA DE GRASAS PLANTA
DETALLE ESTRUCTURAL



DISEÑO:

Nombre: ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.

Nombre: CRISTIAN MAURICIO GARCÍA I.

OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

TRAMPA DE GRASA

DEPARTAMENTO DEL HUILA
MUNICIPIO RIVERA CENTRO POBLADO LA ULLOA

Contiene :

PLANO TRAMPA DE GRASA

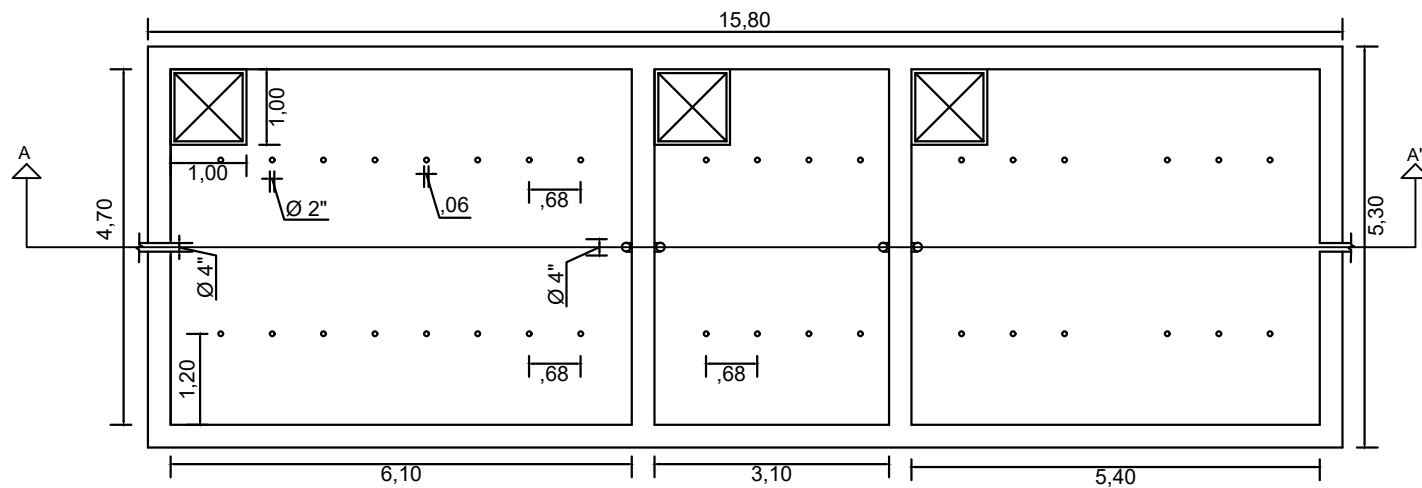
ESCALA:
1:25

NOMBRE DEL ARCHIVO:
ESTRUCTURAS ALCANTARILLADO.dwg

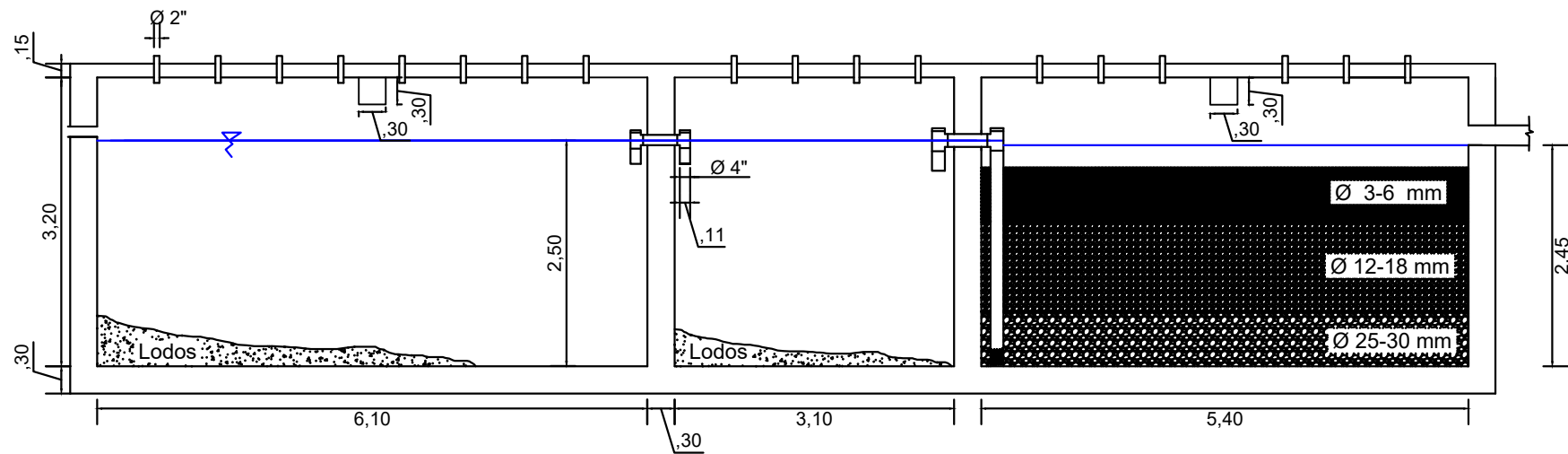
LÁMINA:
A4

FECHA:
NOVIEMBRE 2023

PLANO No.
1/1



TANQUE SÉPTICO DE ACCIÓN MÚLTIPLE PLANTA
ESCALA 1:100



TANQUE SEPTICO DE ACCION MULTIPLE CORTE A-A'
ESCALA 1:75



DISEÑO:

Nombre: ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.

Nombre: CRISTIAN MAURICIO GARCÍA I.

OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

PLANO TANQUE SEPTICO DE ACCIÓN MÚLTIPLE

DEPARTAMENTO DEL HUILA
MUNICIPIO RIVERA CENTRO POBLADO LA ULLOA

Contiene :

PLANO TSAM

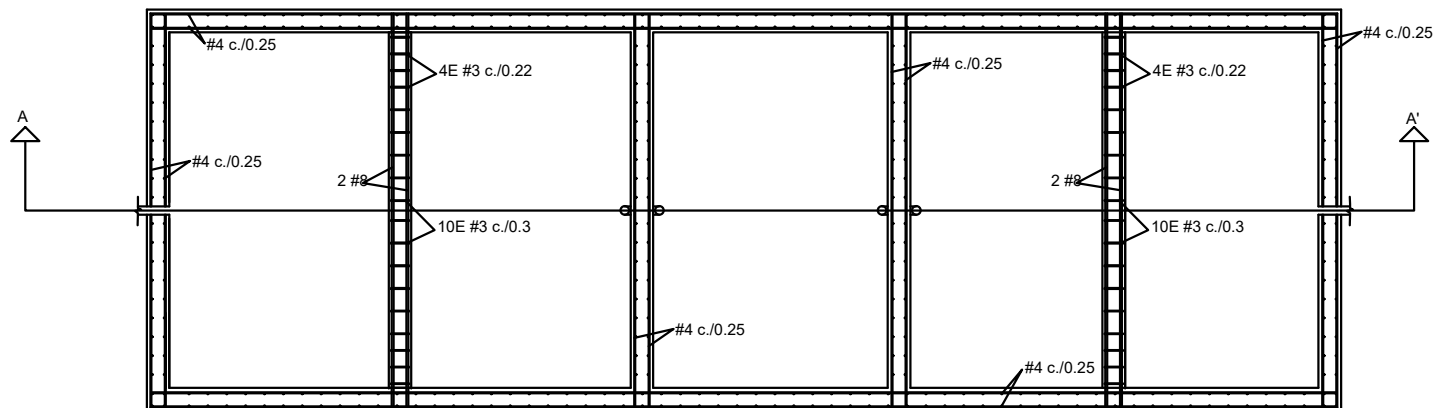
ESCALA:
INDICADA

NOMBRE DEL ARCHIVO:
ESTRUCTURAS ALCANTARILLADO.dwg

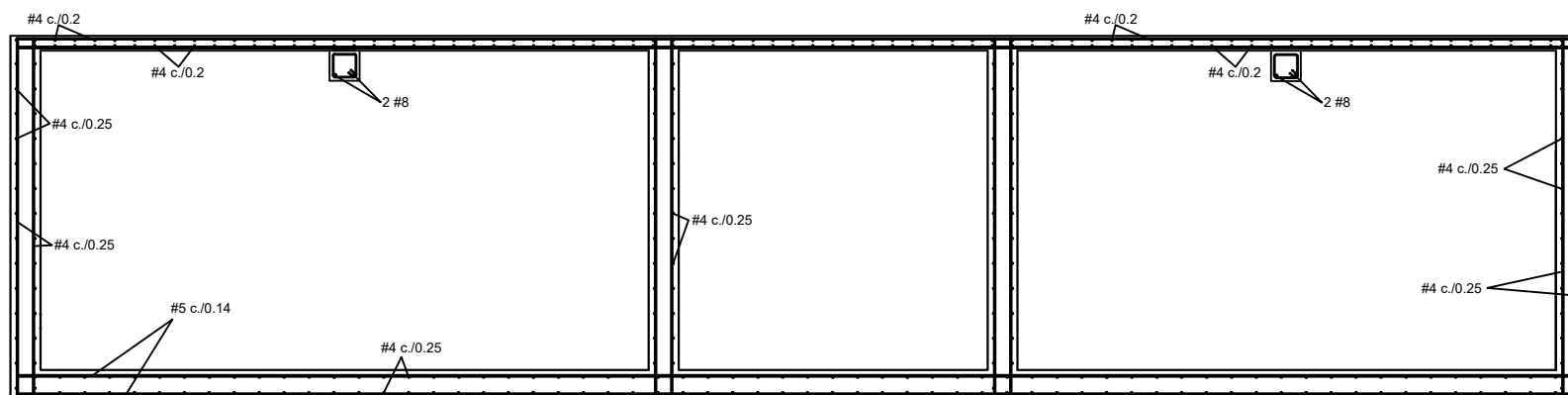
LÁMINA:
A4

FECHA:
NOVIEMBRE 2023

PLANO No.
1/2



TANQUE SEPTICO DE ACCION MULTIPLE PLANTA
ESCALA 1:100



TANQUE SEPTICO DE ACCION MULTIPLE CORTE A-A'
DETALLE ESTRUCTURAL
ESCALA 1:75



DISEÑO:

Nombre: ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.

Nombre: CRISTIAN MAURICIO GARCIA I.

OBSERVACIONES

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

PLANO TANQUE SEPTICO DE ACCIÓN MULTIPLE

DEPARTAMENTO DEL HUILA
MUNICIPIO RIVERA CENTRO POBLADO LA ULLOA

Contiene : PLANO TSAM
DETALLE ESTRUCTURAL

ESCALA:
INDICADA

NOMBRE DEL ARCHIVO:
ESTRUCTURAS ALCANTARILLADO.dwg

LÁMINA:

A4

FECHA:
NOVIEMBRE 2023

PLANO No.

2/2

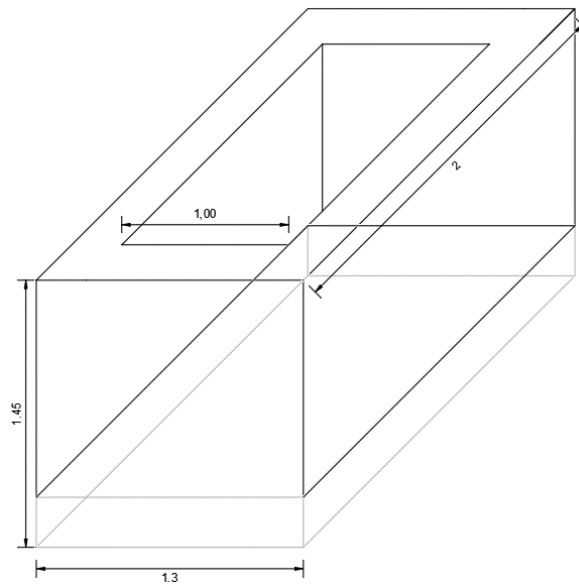
DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA TRAMPA DE GRASA

El diseño estructural de la trampa de grasa se hará en base a lo establecido en NSR-10 en su capítulo C.23 Tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto. Para tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto $\gamma_c = 24 \text{ KN/m}^3$, se debe diseñar con resistencia mínima de $F'_c = 28 \text{ MPa}$, según la tabla C.23-C.4.3.1 (NSR-10), se empleará acero $F_y = 420 \text{ MPa}$ (C.23-C.7.12.2.1)

Muros

Figura 1

Esquema de trampa de grasa con énfasis en muros



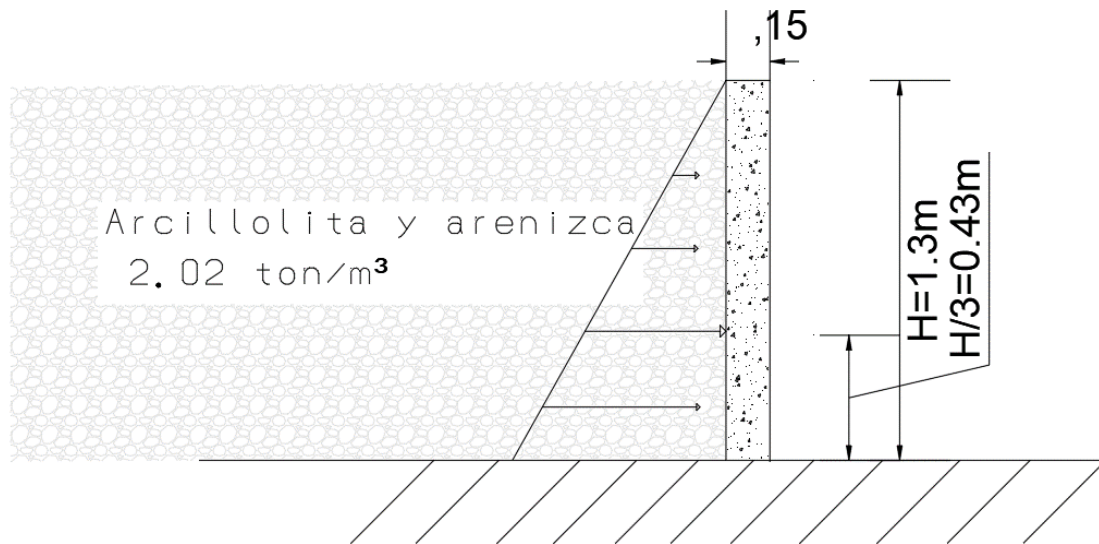
Se diseña el muro mas largo y se adopta el diseño para los demas muros. El diseño se propone para la condicion mas critica, en tanques enterrados sería cuando el tanque está vacío donde como fuerza externa se considera la accion del suelo a los laterales, pues el peso específico del suelo (20.2 KN/m^3) (Yepes, s.f.) es mayor al del agua (10 KN/m^3).

Largo= 2.3m

Altura total =1.3m

$\gamma_h = 20,2 \text{ KN/m}^3$

Figura 2
Esquema de muro



Se diseña para 1m de muro.

- **Carga ultima mayorada.**

$$W_u = 1.4WD \quad (1)$$

Donde

W_u : Carga ultima mayorada

WD : Carga Muerta

$$WD = \frac{\gamma h * H}{2} * 1m \quad (2)$$

$$WD = \frac{20,2 \text{ KN/m}^3 * 1.3m}{2} * 1m$$

$$WD = 13.13 \text{ KN/m}$$

$$W_u = 1.4(13.13 \text{ KN/m})$$

$$W_u = 18.38 \text{ KN/m}$$

- **Momento ultimo**

$$Mu = \frac{Wu * H}{3} \quad (3)$$

$$Mu = \frac{18.38 \text{ KN/m} * 1.3\text{m}}{3}$$

$$Mu = 7.965 \text{ KN} - \text{m}$$

Se utiliza la metodología para hallar el área de refuerzo (A_s) para secciones rectangulares cuando se conocen las dimensiones del tanque y la ubicación del refuerzo utilizada en el Libro Diseño de Concreto Reforzado de McCormac y Brown. Se conocen las dimensiones del tanque y la ubicación del refuerzo por el recubrimiento mínimo $r = 500 \text{ mm}$ (C.23-C7.7.1)

- **Resistencia nominal**

$$Rn = \frac{Mu}{\theta b d^2} \quad (4)$$

Donde

Rn : Resistencia nominal

Mu : Momento ultimo

b : Ancho del elemento

d : Distancia del refuerzo a la fibra a traccion.

θ : Factor reducción 0.9

$$Rn = \frac{7.965 \text{ KN} - \text{m}}{0.9 * 1\text{m} * 0.1\text{m}^2}$$

$$Rn = 0.885 \text{ MPa}$$

- **Cuantía**

$$\rho = \frac{0.85F'_c}{F_y} * (1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0.85F'_c}}) \quad (5)$$

Donde

ρ : Cuantía

F'_c : Resistencia del concreto 28MPa

F_y : Resistencia del acero 420MPa

Rn : Resistencia nominal.

$$\rho = \frac{0.85 * 28MPa}{420MPa} * (1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 0.885 MPa}{0.85 * 28MPa}})$$

$$\rho = 0.0021$$

Según C.23-C.14.3.2 la cuantía mínima en muros verticales es $\rho_{min} = 0.003$

$$\rho_{min} > \rho$$

$$0.003 > 0.0021$$

Se toma la cuantía mínima establecida por la norma $\rho = 0.003$

- **Área de acero**

$$As = \rho * b * d \quad (6)$$

Donde

As : Área de acero calculado

ρ : Cuantía

b : Ancho del elemento

d : Distancia del refuerzo a la fibra a traccion.

$$As = 0.003 * 1m * 0.1m$$

$$A_s = 0.0003m^2 * \left(\frac{100cm}{1m}\right)^2 * \left(\frac{10mm}{1cm}\right)^2$$

$$A_s = 300 mm^2$$

Según C.23-C.7.12.2.2 la barra más delgada posible a usar es la N°4 o ½”, la separación máxima del refuerzo vertical y horizontal es de 300mm (C.23-C.14.3.5)

Se seleccionan 3 barras N°4 por metro de muro separadas cada 30cm.

b#4 c./0.30

- **Chequeo de A_s**

Tabla 1

Diámetros nominales de barras de refuerzo

(Diámetros basados en octavos de pulgada)					
Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm ²	Perímetro mm	
No. 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
No. 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
No. 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
No. 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
No. 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
No. 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
No. 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
No. 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
No. 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
No. 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
No. 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
No. 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

Nota. Fuente NSR-10

$$A_{s\text{adoptado}} = 3 * 129mm^2 \quad (7)$$

$$A_{s\text{adoptado}} = 387mm^2$$

$$A_{s\text{adoptado}} > A_{s\text{calculado}}$$

$$387mm^2 > 300mm^2$$

- **Refuerzo por retracción y temperatura (Refuerzo horizontal)**

La tabla C.23-C.14.3.2 nos dicta la cuantía mínima del acero horizontal para proteger la estructura por retaccion y temperatura, siendo de $\rho = 0.003$

$$\begin{aligned}Asr &= \rho * b * d \\Asr &= 0.003 * 1m * 0.1m \\Asr &= 300mm^2\end{aligned}\tag{8}$$

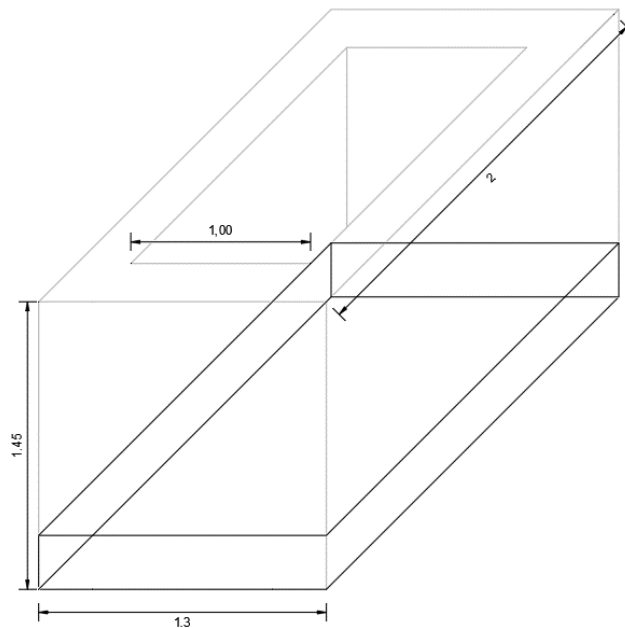
Siendo que la distribución y cantidad de acero es la misma que el refuerzo vertical, se adopta la misma configuración.

b#4 c./0.30

Losa de fondo

Figura 3

Esquema de trampa de grasa con énfasis en losa de fondo



Se diseña la losa cuando el tanque está lleno, para considerar el peso del agua en él.

Largo= 2m

Ancho= 1.3m

$\gamma_{\text{concreto}} = 24 \text{ KN/m}^3$

- **Espesor mínimo**

El espesor mínimo para losas en una dirección puede hallarse con la tabla C.9.5 (a) (NSR-10) siendo:

$$\frac{\ell}{20} \quad (9)$$

Donde

ℓ : Longitud libre mas larga

$$\frac{2m}{20} = 0.1m \approx 0.15m$$

Cargas actuantes

- Carga muerta (WD)

$$WD = Plf + Pm \quad (10)$$

Donde

Plf : Peso losa de fondo

Pm : Peso muros

Peso losa de fondo

$$Plf = 2m * 1.3m * 0.15m * 24KN/m^3 \quad (11)$$

$$Plf = 9.36KN$$

- Peso muros

$$Pm = ((2m * 2) + (1m * 2)) * 1.3m * 0.15m * 24KN/m^3 \quad (12)$$

$$Pls = 28.08KN$$

$$WD = 9.36KN + 28.08KN$$

$$WD = 37.44KN$$

- Carga viva (WL)

$$WL = Pw \quad (13)$$

Donde

Pw : Peso de agua

$$P_w = (1m * 1m * 1.7m) * 10KN/m^3 \quad (14)$$

$$P_w = W_L = 17KN \quad (15)$$

Se diseña para 1m de losa.

- Carga ultima mayorada.

$$W_u = 1.2W_D + 1.6W_L \quad (16)$$

Donde

W_u : Carga ultima mayorada

W_D : Carga Muerta

W_L : Carga viva

$$W_u = 1.2(37.44KN) + 1.6(17KN)$$

$$W_u = 72.128KN$$

$$W_u = \frac{72.128KN}{2m * 1.3m} * 1m$$

$$W_u = 27.7 KN/m$$

- **Momento ultimo**

$$M_u = \frac{W_u * L^2}{8} \quad (17)$$

$$M_u = \frac{27.7 KN/m * (1.7m)^2}{8}$$

$$M_u = 10 KN - m$$

Se utiliza la metodología para hallar el área de refuerzo (A_s) para secciones rectangulares cuando se conocen las dimensiones del tanque y la ubicación del refuerzo utilizada en el Libro Diseño de Concreto Reforzado de McCormac y Brown. Se conocen las dimensiones del tanque y la ubicación del refuerzo por el recubrimiento mínimo $r = 500$ mm (C.23-C7.7.1)

- **Resistencia nominal**

$$Rn = \frac{Mu}{\theta b d^2} \quad (18)$$

Donde

Rn : Resistencia nominal

Mu : Momento ultimo

b : Ancho del elemento

d : Distancia del refuerzo a la fibra a traccion.

θ : Factor reducción 0.9

$$Rn = \frac{10 \text{ KN} - m}{0.9 * 1m * 0.1m^2}$$

$$Rn = 1.11 \text{ MPa}$$

- **Cuantía**

$$\rho = \frac{0.85F'c}{Fy} * (1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0.85F'c}}) \quad (19)$$

Donde

ρ : Cuantía

$F'c$: Resistencia del concreto 28MPa

Fy : Resistencia del acero 420MPa

Rn : Resistencia nominal.

$$\rho = \frac{0.85 * 28MPa}{420MPa} * (1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 1.11 \text{ MPa}}{0.85 * 28MPa}})$$

$$\rho = 0.0027$$

Según C.7.12.2.1 la cuantía mínima en losas reforzadas con barras corrugadas grado 420 es
 $\rho_{min} = 0.0018$

$$\rho_{min} < \rho$$

$$0.0018 < 0.0027$$

Se toma la cuantía calculada $\rho = 0.0027$

- **Área de acero**

$$As = \rho * b * d \quad (20)$$

Donde

As : Área de acero calculado

ρ : Cuantía

b : Ancho del elemento

d : Distancia del refuerzo a la fibra a traccion.

$$As = 0.0027 * 1m * 0.1m$$

$$As = 0,000271032m^2 * \left(\frac{100cm}{1m}\right)^2 * \left(\frac{10mm}{1cm}\right)^2$$

$$As = 271.032 mm^2$$

Según C.23-C.7.12.2.2 la barra más delgada posible a usar es la N°4 o ½”, la separación máxima del refuerzo es 300mm, como lo indica C.13.3.2 siendo este valor el doble del espesor de la losa.

Se seleccionan 3 barras N°4 por metro de losa separadas cada 30 cm.

$$b\#4 c./0.30$$

Chequeo de As

Según la Tabla 1.

$$As_{adoptado} = 3 * 199mm^2$$

$$As_{adoptado} = 387mm^2$$

$$As_{adoptado} > As_{calculado}$$

$$387mm^2 > 271.03mm^2$$

- Refuerzo por retracción y temperatura (Refuerzo trasnversal)

La tabla C.23-C.14.3.2 nos dicta la cuantía mínima del acero horizontal para proteger la estructura por retaccion y temperatura, siendo de $\rho = 0.003$

$$Asr = \rho * b * d \quad (21)$$

$$Asr = 0.003 * 1m * 0.1m$$

$$Asr = 300mm^2$$

Siendo que los parametros de distrubucion es la misma que la del refuerzo longitudinal, se adopta la misma configuracion.

b#4 c./0.3

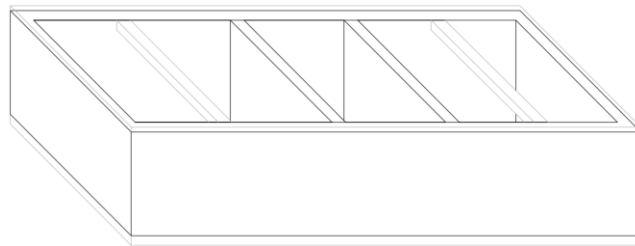
**DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA TANQUE SEPTICO DE ACCION MULTIPLE
(TSAM).**

El diseño estructural del TSAM se hará en base a lo establecido en NSR-10 en su capítulo C.23 Tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto. Para tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto $\gamma_c = 24 \text{ KN/m}^3$, se debe diseñar con resistencia mínima de $F'_c = 28 \text{ MPa}$, según la tabla C.23-C.4.3.1 (NSR-10), se empleará acero $F_y = 420 \text{ MPa}$ (C.23-C.7.12.2.1)

Muros

Figura 4

Esquema TSAM con énfasis en muros

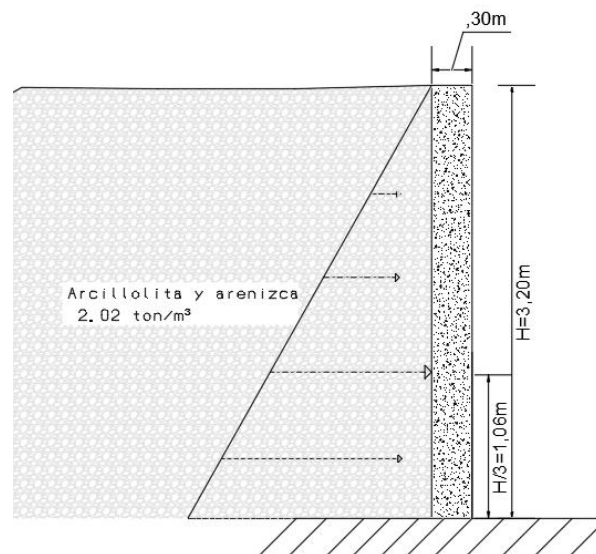


Se diseña el muro mas largo y se adopta el diseño para los demas muros. El diseño se propone para la condicion mas critica, en tanques enterrados sería cuando el tanque está vacío donde como fuerza externa se considera la accion del suelo a los laterales, pues el peso específico del suelo (20.2 KN/m^3) es mayor al del agua (10 KN/m^3).

Largo= 6.1m; Altura total =3.2m ; $\gamma_h = 20,2 \text{ KN/m}^3$

Figura 5

Esquema muros



Se diseña para 1m de muro.

- **Carga ultima mayorada.**

$$W_u = 1.4WD \quad (22)$$

Donde

W_u : Carga ultima mayorada

WD : Carga Muerta

$$WD = \frac{\gamma h * H}{2} * 1m \quad (23)$$

$$WD = \frac{20,2 \text{ KN/m}^3 * 3.2m}{2} * 1m$$

$$WD = 32.3 \text{ KN/m}$$

$$W_u = 1.4(32.3 \text{ KN/m})$$

$$W_u = 45 \text{ KN/m}$$

- **Momento ultimo**

$$M_u = \frac{W_u * H}{3} \quad (24)$$

$$M_u = \frac{45 \text{ KN/m} * 3.2m}{3}$$

$$M_u = 48.5 \text{ KN} - m$$

Se utiliza la metodología para hallar el área de refuerzo (A_s) para secciones rectangulares cuando se conocen las dimensiones del tanque y la ubicación del refuerzo utilizada en el Libro Diseño de Concreto Reforzado de McCormac y Brown. Se conocen las dimensiones del tanque y la ubicación del refuerzo por el recubrimiento mínimo $r = 500 \text{ mm}$ (C.23-C7.7.1)

Figura 6 Sección muro



- **Resistencia nominal**

$$Rn = \frac{Mu}{\theta bd^2} \quad (25)$$

Donde

Rn : Resistencia nominal

Mu : Momento ultimo

b : Ancho del elemento

d : Distancia del refuerzo a la fibra a traccion.

θ : Factor reducción 0.9

$$Rn = \frac{48.5 \text{ KN} - m}{0.9 * 1m * 0.25m^2}$$

$$Rn = 0.862 \text{ MPa}$$

- **Cuantía**

$$\rho = \frac{0.85F'c}{Fy} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0.85F'c}}\right) \quad (26)$$

Donde

ρ : Cuantía

$F'c$: Resistencia del concreto 28MPa

Fy : Resistencia del acero 420MPa

Rn : Resistencia nominal.

$$\rho = \frac{0.85 * 28MPa}{420MPa} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 0.862 \text{ MPa}}{0.85 * 28MPa}}\right)$$

$$\rho = 0.00209$$

Según C.23-C.14.3.2 la cuantía mínima en muros verticales es $\rho_{min} = 0.003$

$$\rho_{min} > \rho$$

$$0.003 > 0.00209$$

Se toma la cuantía mínima establecida por la norma $\rho = 0.003$

- **Área de acero**

$$A_s = \rho * b * d \quad (27)$$

Donde

A_s : Área de acero calculado

ρ : Cuantía

b : Ancho del elemento

d : Distancia del refuerzo a la fibra a tracción.

$$A_s = 0.003 * 1m * 0.25m$$

$$A_s = 0.0075m^2 * \left(\frac{100cm}{1m}\right)^2 * \left(\frac{10mm}{1cm}\right)^2$$

$$A_s = 750 \text{ mm}^2$$

Según C.23-C.7.12.2.2 la barra más delgada posible a usar es la N°4 o ½”, la separación máxima del refuerzo vertical y horizontal es de 300mm (C.23-C.14.3.5)

C.23-C.14.3.4 indica que para muros con espesor mayor a 250mm se deben reforzar las dos caras del muro en dos direcciones de forma paralela, el refuerzo de la superficie exterior del muro debe ser no menos de 1/2 ni más de 2/3 del refuerzo y la superficie interna del muro debe tener el resto para completa el total del refuerzo. Considerando lo anterior se selecciona un numero par de barras de tal manera que al dividir el acero en dos logremos 1/2 exacto del refuerzo en cada superficie.

Se seleccionan 8 barras N°4 por metro de muro, distribuidas en dos capas, 4 barras separadas cada 25cm.

$$b\#4 \text{ c./}0.25$$

Chequeo de A_s

Tabla 2

Diámetros nominales de barras de refuerzo

(Diámetros basados en octavos de pulgada)					
Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm²	Perímetro mm	
No. 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
No. 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
No. 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
No. 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
No. 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
No. 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
No. 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
No. 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
No. 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
No. 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
No. 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
No. 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

Nota. Fuente NSR-10

$$A_{s\text{adoptado}} = 8 * 129\text{mm}^2$$

$$A_{s\text{adoptado}} = 1032\text{mm}^2$$

$$A_{s\text{adoptado}} > A_{s\text{calculado}}$$

$$1032\text{mm}^2 > 750\text{mm}^2$$

- Refuerzo por retracción y temperatura (Refuerzo horizontal)

La tabla C.23-C.14.3.2 nos dicta la cuantía mínima del acero horizontal para proteger la estructura por retaccion y temperatura, siendo de $\rho = 0.003$

$$A_{sr} = \rho * b * d \quad (28)$$

$$A_{sr} = 0.003 * 1\text{m} * 0.25\text{m}$$

$$A_{sr} = 750\text{mm}^2$$

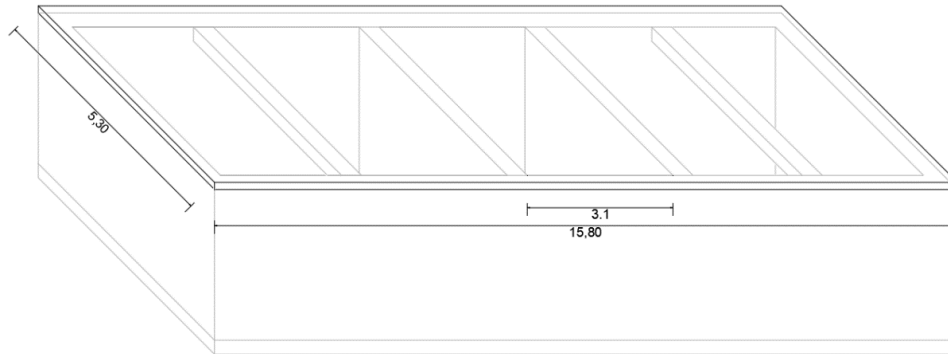
Siendo que la distrubucion y cantidad de acero es la misma que el refuerzo vertical, se adopta la misma configuracion para las dos superficies.

$$b\#4\text{ c./}0.25$$

Placa superior

Figura 7

Esquema de TSAM con énfasis en losa superior



Largo= 15.8m

Ancho= 5.3m

$\gamma_{\text{concreto}} = 24 \text{ KN/m}^3$

A disposicion de C.23-C.10.6.2 se diseña como losa en una dirección, pues indica que las losas con relacion largo/ancho mayor a 2 pueden considerarse losa en una dirección.

$$\frac{\text{largo}}{\text{ancho}} > 2 \quad (29)$$

$$\frac{15.8m}{5.3m} = 3.36 > 2$$

- Espesor mínimo

El espesor mínimo para losas en una dirección puede hallarse con la tabla C.9.5 (a) (NSR-10) siendo:

$$\frac{\ell}{20} \quad (30)$$

Donde

ℓ : Longitud libre mas larga

$$\frac{3.1m}{20} = 0.15m$$

- Cargas actuantes

- Carga muerta (WD)

$$WD = Pls \quad (31)$$

Donde

Pls : Peso losa superior

Peso losa de superior

$$Pls = 15.8m * 5.3m * 0.15m * 24KN/m^3$$

$$Pls = 301.46KN$$

$$WD = Pls = 301.46KN$$

- Carga viva (WL)

$$WL = 2KN/m^2$$

$$WL = 15.8m * 5.3m * 2KN/m^2$$

$$WL = 167.48KN$$

Se diseña para 1m de losa.

- **Carga ultima mayorada.**

$$Wu = 1.2WD + 1.6WL \quad (32)$$

Donde

Wu : Carga ultima mayorada

WD : Carga Muerta

WL : Carga viva

$$Wu = 1.2(2075.71KN) + 1.6(1715.5KN)$$

$$Wu = 5235.65KN$$

$$Wu = \frac{5235.65KN}{15.8m * 5.3m} * 1m$$

$$Wu = 62.67 KN/m$$

- **Refuerzo positivo (+)**

$$Mu = \frac{Wu * L^2}{16} \quad (33)$$

$$Mu = \frac{62.67 \text{ KN/m} * (3.1\text{m})^2}{16}$$

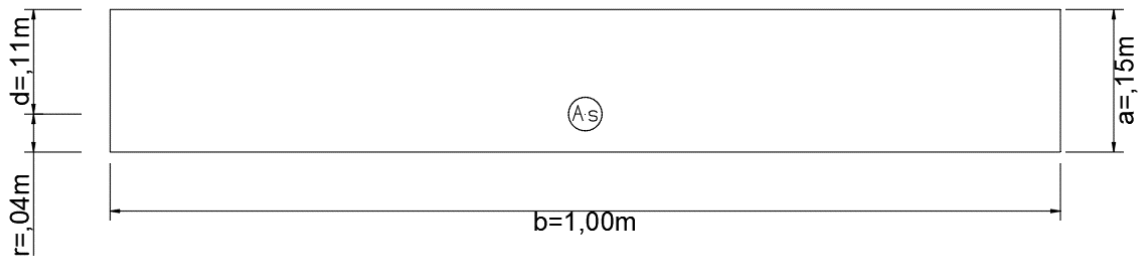
$$Mu = 37.64 \text{ KN} - \text{m}$$

Se utiliza la metodología para hallar el área de refuerzo (A_s) para secciones rectangulares cuando se conocen las dimensiones del tanque y la ubicación del refuerzo utilizada en el Libro Diseño de Concreto Reforzado de McCormac y Brown. Se conocen las dimensiones del tanque y la ubicación del refuerzo por el recubrimiento mínimo $r = 40 \text{ mm}$ (C.23-C7.7.1)

Figura

8

Sección de losa



- Resistencia nominal

$$Rn = \frac{Mu}{\theta b d^2} \quad (34)$$

Donde

Rn : Resistencia nominal

Mu : Momento ultimo

b : Ancho del elemento

d : Distancia del refuerzo a la fibra a traccion.

θ : Factor reducción 0.9

$$Rn = \frac{37.64 \text{ KN} - \text{m}}{0.9 * 1\text{m} * 0.11\text{m}^2}$$

$$Rn = 3.456 \text{ MPa}$$

- **Cuantía**

$$\rho = \frac{0.85F'c}{Fy} * (1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0.85F'c}}) \quad (35)$$

Donde

ρ : Cuantía

$F'c$: Resistencia del concreto 28MPa

Fy : Resistencia del acero 420MPa

Rn : Resistencia nominal.

$$\rho = \frac{0.85 * 28MPa}{420MPa} * (1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 3.456 MPa}{0.85 * 28MPa}})$$

$$\rho = 0.0089$$

Según C.7.12.2.1 la cuantía mínima en losas reforzadas con barras corrugadas grado 420 es
 $\rho_{min} = 0.0018$

$$\rho_{min} < \rho$$

$$0.0018 < 0.0089$$

Se toma la cuantía calculada $\rho = 0.0089$

- **Área de acero**

$$As = \rho * b * d \quad (36)$$

Donde

As : Área de acero calculado

ρ : Cuantía

b : Ancho del elemento

d : Distancia del refuerzo a la fibra a traccion.

$$As = 0.0089 * 1m * 0.11m$$

$$As = 0,000982706m^2 * \left(\frac{100cm}{1m}\right)^2 * \left(\frac{10mm}{1cm}\right)^2$$

$$As = 982.706 mm^2$$

Según C.23-C.7.12.2.2 la barra más delgada posible a usar es la N°4 o ½”, la separación máxima del refuerzo es 600mm, como lo indica C.13.3.2 siendo este valor el doble del espesor de la losa.

Se seleccionan 5 barras N°4 por metro de losa, distribuidas cada 20 cm en ambos sentidos

$$b\#4 c./0.20$$

Chequeo de As

De la tabla 1 se obtiene el diametro.

$$As_{adoptado} = 5 * 199mm^2$$

$$As_{adoptado} = 995mm^2$$

$$As_{adoptado} > As_{calculado}$$

$$995mm^2 > 982.706mm^2$$

- Refuerzo negativo (-)

$$Mu = \frac{Wu * L^2}{12} \quad (37)$$

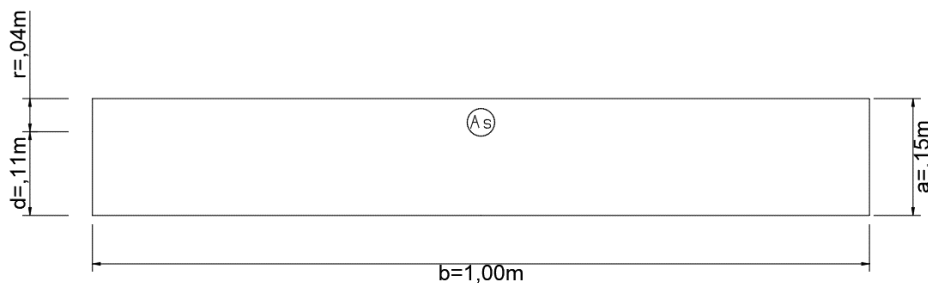
$$Mu = \frac{62.67 KN/m * (3.1m)^2}{9}$$

$$Mu = 50.188 KN - m$$

Se utiliza la metodología para hallar el área de refuerzo (As) para secciones rectangulares cuando se conocen las dimensiones del tanque y la ubicación del refuerzo utilizada en el Libro Diseño de Concreto Reforzado de McCormac y Brown. Se conocen las dimensiones del tanque y la ubicación del refuerzo por el recubrimiento mínimo $r = 500 \text{ mm}$ (C.23-C7.7.1)

Figura 9

Sección losa negativo



- **Resistencia nominal**

$$Rn = \frac{Mu}{\theta bd^2} \quad (38)$$

Donde

Rn : Resistencia nominal

Mu : Momento ultimo

b : Ancho del elemento

d : Distancia del refuerzo a la fibra a traccion.

θ : Factor reducción 0.9

$$Rn = \frac{50.188 \text{ KN} - m}{0.9 * 1m * 0.11m^2}$$

$$Rn = 4.608 \text{ MPa}$$

- **Cuantía**

$$\rho = \frac{0.85F'c}{Fy} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0.85F'c}}\right) \quad (39)$$

Donde

ρ : Cuantía

$F'c$: Resistencia del concreto 28MPa

Fy : Resistencia del acero 420MPa

Rn : Resistencia nominal.

$$\rho = \frac{0.85 * 28MPa}{420MPa} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 4.608 \text{ MPa}}{0.85 * 28MPa}}\right)$$

$$\rho = 0.012$$

Según C.7.12.2.1 la cuantía mínima en losas reforzadas con barras corrugadas grado 420 es $\rho_{min} = 0.0018$

$$\rho_{min} < \rho$$

$$0.0018 < 0.012$$

Se toma la cuantía calculada $\rho = 0.012$

- **Área de acero**

$$A_s = \rho * b * d \quad (40)$$

Donde

A_s : Área de acero calculado

ρ : Cuantía

b : Ancho del elemento

d : Distancia del refuerzo a la fibra a tracción.

$$A_s = 0.012 * 1m * 0.11m$$

$$A_s = 0,001354102m^2 * \left(\frac{100cm}{1m}\right)^2 * \left(\frac{10mm}{1cm}\right)^2$$

$$A_s = 1354.102 \text{ mm}^2$$

Según C.23-C.7.12.2.2 la barra más delgada posible a usar es la N°4 o ½”, la separación máxima del refuerzo es 600mm, como lo indica C.13.3.2 siendo este valor el doble del espesor de la losa.

Se seleccionan 5 barras N°4 por metro de losa, distribuidas cada 14cm en ambos sentidos

$b\#4 \text{ c./}0.20$

Chequeo de A_s

De la tabla 1 se obtiene el diametro

$$A_{s_{adoptado}} = 7 * 199mm^2$$

$$A_{s_{adoptado}} = 1393mm^2$$

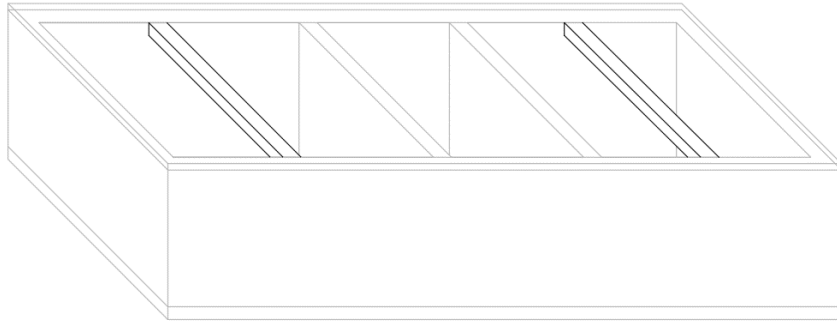
$$A_{s_{adoptado}} > A_{s_{calculado}}$$

$$1393mm^2 > 1354.1mm^2$$

Vigas

Figura 10

Esquema de TSAM con énfasis en vigas



Largo= 4.7m

Ancho= 0.3 m

Alto= 0.3m

$\gamma_{\text{concreto}} = 24 \text{ KN/m}^3$

- **Cargas actuantes**
- Carga muerta (WD)

$$WD = Pls + Pv \quad (41)$$

Donde

Pls : Peso losa superior

Pv : Peso viga

Peso losa de superior

$$Pls = 6.1m/2 * 4.7m * 0.15m * 24KN/m^3 \quad (42)$$

$$Pls = 51.606KN$$

- Peso vigas

$$Pv = 4.7m * 0.3m * 0.3m * 24KN/m^3 \quad (43)$$

$$Pls = 10.152KN$$

$$WD = 51.606KN + 10.152KN$$

$$WD = 61.758 \text{ KN}$$

- Carga viva (WL)

$$WL = 2KN/m^2$$

$$WL = 0.3m * 4.7m * 2KN/m^2$$

$$WL = 2.82 KN$$

- **Carga ultima mayorada.**

$$Wu = 1.2 * (Wu) + 1.6 * (WD) \quad (44)$$

Donde

Wu : Carga ultima mayorada

WD : Carga Muerta

WL : Carga viva

$$Wu = 1.2 * (61.758 KN) + 1.6 * (2.82KN)$$

$$Wu = 78.622KN$$

$$Wu = \frac{78.622KN}{4.7m}$$

$$Wu = 16.73 KN/m$$

- **Diseño a flexión.**

Momento mayorado

$$Mu = \frac{Wu * L^2}{8} \quad (45)$$

$$Mu = \frac{16.73 KN/m * (4.7m)^2}{8}$$

$$Mu = 46.196 KN - m$$

Momento nominal requerido

$$\frac{Mu}{\phi} = Mn - req \quad (46)$$

$$\frac{46.196 \text{ KN} - m}{0.9} = Mn - req$$

$$Mn - req = 51.33 \text{ KN} - m$$

Asumiendo un brazo $z = 0.9d$

$$d = h - r - \frac{db}{2} - dfleje \quad (47)$$

dfleje= N°3

db =N°8

Asumiendo tamaño de barras #8 para refuerzo longitudinal y barra #3 para estribos

r= 0.05m

db= 0.0254 m

df= 0.095 m

$$d = 0.3m - 0.05m - \frac{0.0254m}{2} - 0.095m$$

$$d = 0.1423 \text{ m}$$

$$z = 0.9d = 0.9 * 0.1423 \text{ m} = 0.12807m$$

- **Area acero**

$$Mn = As * Fy * z \quad (48)$$

$$\frac{Mn}{z * Fy} = As \quad (49)$$

$$As = \frac{Mn}{z * Fy} \quad (50)$$

$$As = \frac{0.05133 \text{ MN} - m}{0.12807m * 420 \text{ Mpa}}$$

$$As = 0.000954277 \text{ m}^2 = 954,28 \text{ mm}^2$$

Area de barra N°8=510 mm²

$$510 \text{ mm}^2 * 2 = 1020 \text{ mm}^2 > 954.28 \text{ mm}^2$$

Se usan 2 barras #8

- Chequeos

Minimo espaciamiento de las barras

Según C.7.6.1 la distancia libre minima debe ser el diametro de la barra pero no menor a 25mm, en este caso es $d_b=0.0254$

$$s = \frac{b - (2\text{recubrimiento} + 2d_{\text{fleje}} + (\#barras * d_{\text{barra}}))}{\# \text{espacios}} \quad (51)$$

$$s = \frac{0.3m - (2(0.05m) + 2(0.095m) + (2 * 0.0254))}{1}$$

$$s = 0.0608m > 0.0254m$$

Area de acero minimo

$$A_{smin} = \frac{0.25\sqrt{F'_c}}{F_y} bwd ; \frac{1.4 bd}{F_y} \quad (52)$$

$$A_{smin} = \frac{0.25\sqrt{28MPa}}{420MPa} 0.3m * 0.1423m ; \frac{1.4 * 0.3m * 0.1423m}{420MPa}$$

$$A_{smin} = 0.00013446086m^2 ; 0.0001423m^2$$

$$A_{smin} = 0.0001423^2 = 142.3mm^2$$

$$A_{smin} < A_s$$

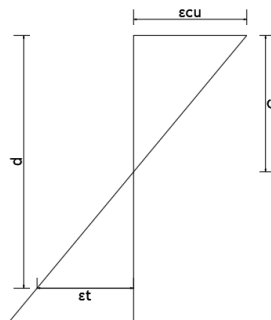
$$142.3mm^2 < 1020mm^2$$

Deformacion unitaria

Según C.10.3.5 la deformacion unitaria no debe ser menor a $\epsilon_t = 0.004$

Figura 11

Diagrama tensión-deformación



$$a = \frac{AsFy}{0.85 * F'c * b} \quad (53)$$

$$a = \frac{0.001020m^2 * 420MPa}{0.85 * 28MPa * 0.3m} = 0.06m$$

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{0.06m}{0.85} = 0.0706m \quad (54)$$

$$\epsilon_t = \frac{\epsilon_{cu}(d + c)}{c} \quad (55)$$

$$\epsilon_t = \frac{0.003(0.1423m + 0.0706m)}{0.0706m} = 0.00904$$

$$\epsilon_t > \epsilon_{min}$$

$$0.00905 > 0.004$$

Momento

$$Mn = AsFy \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (56)$$

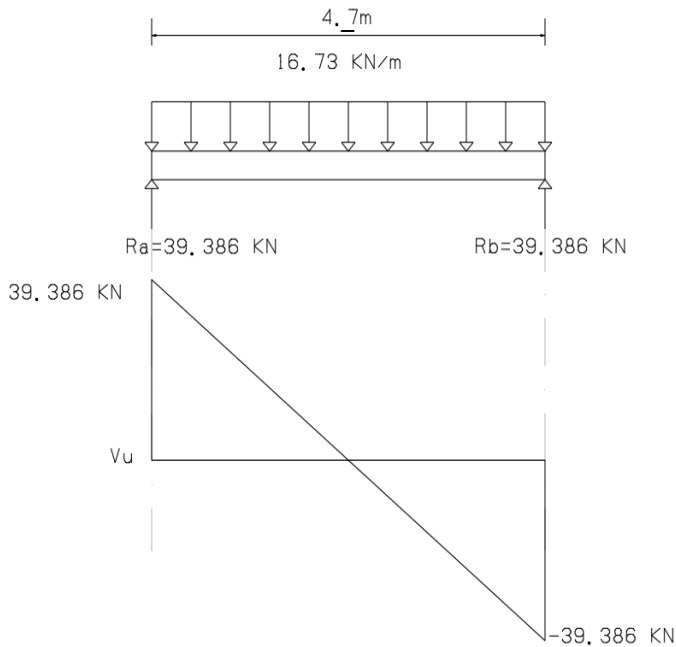
$$Mn = 0.001020m^2 * 420MPa * \left(0.1423m - \frac{0.06m}{2} \right)$$

$$Mn = 48.109KN - m > Mu = 46.196KN - m$$

-Diseño a cortante

Figura 12

Diagrama de viga



$$R_a = R_b = \frac{16.73 \text{ kN/m} * 4.7 \text{ m}}{2} = 39.386 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0.15 * 0.75 * \sqrt{F'c} * b * d$$

$$\phi V_c = 0.15 * 0.75 \sqrt{28 \text{ MPa}} * 0.3 \text{ m} * 0.142 \text{ m}$$

$$\phi V_c = 28.8 \text{ kN} < V_u = 39.386 \text{ kN}$$

Se requiere estribo.

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c$$

$$\phi V_s = 39.386 \text{ kN} - 28.8 \text{ kN} = 10.58 \text{ kN}$$

Empleando estribo de barras N°3 se calcula la separacion requerida

$$S = \frac{\emptyset * Av * Fy * d}{\phi Vs} \quad (57)$$

$$S = \frac{0.75 * (2 * 0.000071m^2) * 420000KPa * 0.1423m}{10.58KN}$$

$$S = 0.6m$$

Lo minimo requerido son 60cm pero la NSR-10 nos limita esa separacion a:

En la zona confinada $2H = 0.3m \times 2 = 0.6m$

$$Smax = 24df \quad (58)$$

$$Smax = 24(0.95cm) = 0.228m \approx 22cm$$

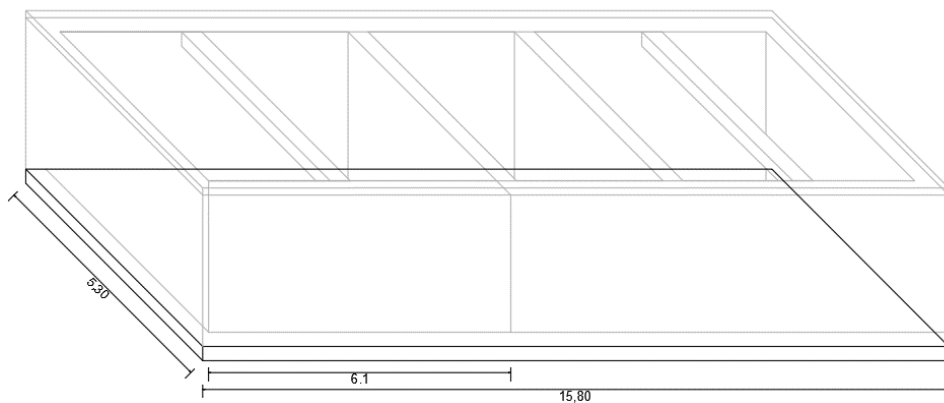
En la zona no confinada

$$Smax = 0.3m$$

Placa de fondo

Figura 13

Esquema TSAM con énfasis en losa de fondo



Se diseña la losa cuando el tanque esta lleno, para considerar el peso del agua en él.

Largo= 15.8m

Ancho= 5.3m

$\gamma_{concreto} = 24 \text{ KN/m}^3$

A disposicion de C.23-C.10.6.2 se diseña como losa en una dirección, pues indica que las losas con relacion largo/ancho mayor a 2 pueden considerarse losa en una dirección.

$$\frac{largo}{ancho} > 2 \quad (59)$$

$$\frac{15.8m}{5.3m} = 3.36 > 2$$

- Espesor mínimo

El espesor mínimo para losas en una dirección puede hallarse con la tabla C.9.5 (a) (NSR-10) siendo:

$$\frac{\ell}{20} \quad (60)$$

Donde

ℓ : Longitud libre mas larga

$$\frac{6.1m}{20} = 0.305m \approx 0.3m$$

- Cargas actuantes

Carga muerta (WD)

$$WD = Plf + Pls + Pv + Pm \quad (61)$$

Donde

Plf : Peso losa de fondo

Pls : Peso losa superior

Pv : Peso vigas

Pm : Peso muros

Peso losa de fondo

$$Plf = 15.8m * 5.3m * 0.3m * 24KN/m^3 \quad (62)$$

$$Plf = 602.9KN$$

Peso losa de superior

$$Pls = 15.8m * 5.3m * 0.15m * 24KN/m^3 \quad (63)$$

$$Pls = 301.46KN$$

Peso vigas

$$Pv = 2 * 4.7m * 0.3m * 0.3m * 24KN/m^3 \quad (64)$$

$$Pls = 20.304KN$$

Peso muros

$$Pm = ((15.8m * 2) + (4.7m * 4)) * 3.2m * 0.3m * 24KN/m^3 \quad (65)$$

$$Pls = 1161.2KN$$

$$WD = 602.9KN + 301.46KN + 20.304KN + 1161.2KN$$

$$WD = 2075.71KN$$

Carga viva (WL)

$$WL = Pw$$

Donde

Pw : Peso de agua

$$Pw = (4.7m * 2.5m) * (6.1m * 3.1m * 5.4m) * 10KN/m^3 \quad (66)$$

$$Pw = WL = 1715.5KN$$

Se diseña para 1m de losa.

- **Carga ultima mayorada.**

$$Wu = 1.2WD + 1.6WL \quad (67)$$

Donde

Wu : Carga ultima mayorada

WD : Carga Muerta

WL : Carga viva

$$Wu = 1.2(2075.71KN) + 1.6(1715.5KN)$$

$$Wu = 5235.65KN$$

$$Wu = \frac{5235.65KN}{15.8m * 5.3m} * 1m$$

$$Wu = 62.67 KN/m$$

- **Momento ultimo**

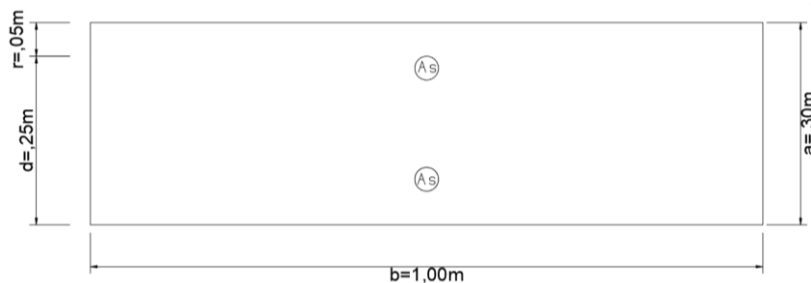
$$Mu = \frac{Wu * L^2}{8} \quad (68)$$

$$Mu = \frac{62.67 \text{ KN/m} * (6.1\text{m})^2}{8}$$

$$Mu = 220.04 \text{ KN} - \text{m}$$

Se utiliza la metodología para hallar el área de refuerzo (A_s) para secciones rectangulares cuando se conocen las dimensiones del tanque y la ubicación del refuerzo utilizada en el Libro Diseño de Concreto Reforzado de McCormac y Brown. Se conocen las dimensiones del tanque y la ubicación del refuerzo por el recubrimiento mínimo $r = 500 \text{ mm}$ (C.23-C7.7.1)

Figura 14
Sección losa de fondo



- **Resistencia nominal**

$$Rn = \frac{Mu}{\theta b d^2} \quad (69)$$

Donde

Rn : Resistencia nominal

Mu : Momento ultimo

b : Ancho del elemento

d : Distancia del refuerzo a la fibra a tracción.

θ : Factor reducción 0.9

$$Rn = \frac{220.04 \text{ KN} - \text{m}}{0.9 * 1\text{m} * 0.25\text{m}^2}$$

$$Rn = 3.912 \text{ MPa}$$

- **Cuantía**

$$\rho = \frac{0.85F'_c}{F_y} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0.85F'_c}}\right) \quad (70)$$

Donde

ρ : Cuantía

F'_c : Resistencia del concreto 28MPa

F_y : Resistencia del acero 420MPa

Rn : Resistencia nominal.

$$\rho = \frac{0.85 * 28MPa}{420MPa} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 3.912 MPa}{0.85 * 28MPa}}\right)$$

$$\rho = 0.0102$$

Según C.7.12.2.1 la cuantía mínima en losas reforzadas con barras corrugadas grado 420 es $\rho_{min} = 0.0018$

$$\rho_{min} < \rho$$

$$0.0018 < 0.0102$$

Se toma la cuantía calculada $\rho = 0.0102$

- **Área de acero**

$$As = \rho * b * d \quad (71)$$

Donde

As : Área de acero calculado

ρ : Cuantía

b : Ancho del elemento

d : Distancia del refuerzo a la fibra a tracción.

$$As = 0.0102 * 1m * 0.25m$$

$$As = 0.002559767m^2 * \left(\frac{100cm}{1m}\right)^2 * \left(\frac{10mm}{1cm}\right)^2$$

$$As = 2559.76 mm^2$$

Según C.23-C.7.12.2.2 la barra más delgada posible a usar es la N°4 o ½”, la separación máxima del refuerzo es 600mm, como lo indica C.13.3.2 siendo este valor el doble del espesor de la losa.

Se seleccionan 14 barras N°5 por metro de losa, distribuidas en dos capas, 7 barras separadas cada 14cm.

$$b\#5 \text{ c./}0.14$$

Chequeo de As

De la tabla 1 se obtiene el diametro

$$As_{adoptado} = 14 * 199mm^2$$

$$As_{adoptado} = 2786mm^2$$

$$As_{adoptado} > As_{calculado}$$

$$2786mm^2 > 2559.76mm^2$$

- Refuerzo por retracción y temperatura (Refuerzo trasnversal)

La tabla C.23-C.14.3.2 nos dicta la cuantía mínima del acero horizontal para proteger la estructura por retaccion y temperatura, siendo de $\rho = 0.003$

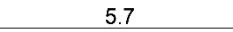
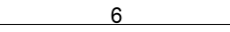
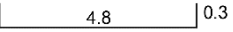
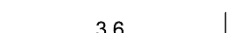
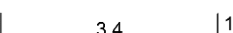
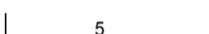
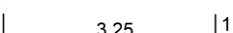
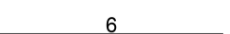
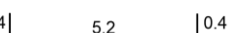
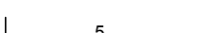
$$Asr = \rho * b * d \quad (72)$$

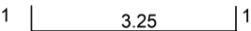
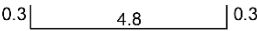
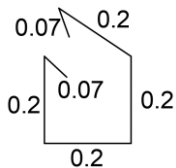
$$Asr = 0.003 * 1m * 0.25m$$

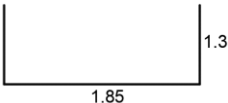
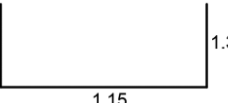
$$Asr = 750mm^2$$

Siendo que los parametros de distrubucion es la misma que la del refuerzo longitudinal, se adopta la misma configuracion para las dos superficies.

$$b\#4 \text{ c./}0.25$$

DESPIECE DEL REFUERZO									
TANQUE SEPTICO DE ACCION MULTIPLE									
Orden	Figura-Dimensión	Ø	Número de barras	Número de elementos	Total de barras	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso (Kg/m)	Peso total (Kg/m)
1	0.3  5.7	4	15	4	60	6	360	0,994	357,84
2	 6	4	57	2	114	6	684	0,994	679,896
3	0.3  4.8 0.3	4	15	6	90	5,4	486	0,994	483,084
4	0.3  5.2 0.3	4	15	2	30	5,8	174	0,994	172,956
5	1  3.6 1	4	23	2	46	5,6	257,6	0,994	256,0544
6	1  3.4 1	4	21	6	126	5,4	680,4	0,994	676,3176
7	1  5	5	35	4	140	6	840	1,552	1303,68
8	 2.25 1	5	35	1	35	3,25	113,75	1,552	176,54
9	0.6  4.8 0.6	4	136	1	136	6	816	0,994	811,104
10	1  3.25 1	5	35	1	35	5,25	183,75	1,552	285,18
11	 2.25 1	5	35	1	35	3,25	113,75	1,552	176,54
12	 6	5	37	1	37	6	222	1,552	344,544
13	0.4  5.2 0.4	4	143	1	143	6	858	0,994	852,852
14	1  5	4	27	4	108	6	648	0,994	644,112

15		4	26	2	52	3,25	169	0,994	167,986
16		4	26	1	26	5,25	136,5	0,994	135,681
17		8	2	2	4	5,4	21,6	3,973	85,8168
19		3	18	2	36	0,94	33,84	0,56	18,9504
Total									7629,1342

DESPIECE DEL REFUERZO									
TRAMPA DE GRASA									
Orden	Figura-Dimensión	Ø	Número de barras	Número de elementos	Total de barras	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso (Kg/m)	Peso total (Kg/m)
1		4	5	1	5	4,45	22,25	0,994	22,1165
2		4	6	1	6	3,75	22,5	0,994	22,365
Total									44,4815

	PRESUPUESTO		Vigente desde:		
Noviembre 30 del 2023					
OBRA "DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA"					
SISTEMA DE ALCANTARILLADO					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	PRELIMINARES				\$ 31.626.862,22
1,1	Localización y replanteo. Incluye: materiales, equipos y comisión topográfica.	ML	2.825,16	\$ 4.091,75	\$ 11.559.834,30
1,2	Señalización área de trabajo cumpliendo con el manual de señalización vial vigente.	ML	2.825,16	\$ 6.199,84	\$ 17.515.542,09
1,3	Campamento y almacén de material	UND	1,00	\$ 2.551.485,82	\$ 2.551.485,82
2	EXCAVACION				\$ 77.895.267,38
2,1	Excavación a todo factor mecánica. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.	M3	3.051,17	\$ 23.110,42	\$ 70.513.833,16
2,2	Entibado por ambas caras en lamina metálica estandarizado para zanjas con altura mayor a 2 metros. (reutilización)	M2	164,49	\$ 44.874,67	\$ 7.381.434,22
3	RELLENO				\$ 56.908.320,71
3,1	Suministro e instalación de material mixto para soporte de tubería. Cama de arena de Base 0.10 metros.	M3	163,32	\$ 90.936,48	\$ 14.851.746,71
3,2	Relleno de brecha con material seleccionado de la excavación con compactación mecánica tipo canguro, capa máxima de 20cm. IP< 13%, según Norma Invías 2012, Dm = según PM.95%	M3	2.883,65	\$ 14.584,50	\$ 42.056.574,00
4	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE				\$ 46.993.520,15
4,1	Recolección y cargue de material sobrante en volqueta hasta el botadero. Distancia menor a 5 Km. Factor de expansión de 1.4.	M3	757,90	\$ 62.004,91	\$ 46.993.520,15
5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA CORRUGADA DOBLE PARED PVC				\$ 251.905.310,88
5,1	Suministro e instalación de Tubería corrugada doble pared NTC 3722-3 de Ø8" PVC GERFOR	ML	2.825,16	\$ 89.164,97	\$ 251.905.310,88
6	CONSTRUCCIÓN POZOS DE INSPECCIÓN PARA ALCANTARILLADO				\$ 170.776.285,47
6,1	Construcción de pozo de inspección en concreto reforzado de 4000 PSI impermeabilizado de diámetro interno de 1.20 metros y con espesor de pared de 0.20 metros. Incluye formaleta metálica, peldaños, cañuelas pulidas en concreto, escalones en gato en varilla de acero de 5/8", aro base y tapa tráfico pesado, mano de obra, curado, desencofrado, equipos, herramientas y todo lo necesario para la ejecución de la estructura.	ML	108,32	\$ 1.317.972,27	\$ 142.756.166,48
6,2	Placa base circular del pozo de inspección diámetro de 1.20 metros construido con concreto de 4000 PSI impermeabilizado de espesor de 0.1 incluye cañuela.	UND	66,00	\$ 424.547,26	\$ 28.020.118,99

7	CONSTRUCCIÓN TRAMPA DE GRASA				\$ 1.844.285,55
7,1	Localización y replanteo. Incluye: materiales, equipos y comisión topográfica.	M2	2,70	\$ 4.091,75	\$ 11.047,71
7,2	Señalización área de trabajo cumpliendo con el manual de señalización vial vigente.	ML	7,60	\$ 6.199,84	\$ 47.118,79
7,3	Excavación a todo factor manual. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.	M3	5,90	\$ 29.872,30	\$ 176.246,55
7,4	Losa en concreto de 4000psi fc:280kg/cm2 incluye: materiales, mezclado y vaciado.	M3	1,1	\$ 241.958	\$ 266.153,37
7,5	Concreto reforzado de 4000psi fc:280kg/cm2.	M3	1,28	\$ 784.226	\$ 1.003.808,92
7,6	Suministro e instalación accesorio codo 90° Ø8" PVC sanitaria.	UND	1	\$ 207.431	\$ 207.430,96
7,7	Suministro e instalación accesorio codo 90° Ø4" PVC sanitaria.	UND	2	\$ 66.240	\$ 132.479,25
8	CONSTRUCCIÓN TANQUE SEPTICO DE ACCIÓN MULTIPLE (TSAM)				\$ 196.477.979,85
8,1	Localización y replanteo. Incluye: materiales, equipos y comisión topográfica.	M2	167,60	\$ 4.091,75	\$ 685.776,46
8,2	Señalización área de trabajo cumpliendo con el manual de señalización vial vigente.	ML	102,00	\$ 6.199,84	\$ 632.383,76
8,3	Excavación a todo factor mecánica. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.	M3	535,92	\$ 23.110,42	\$ 12.385.338,56
8,4	Losa en concreto de 4000psi fc:280kg/cm2 incluye: materiales, mezclado y vaciado.	M3	164,3	\$ 241.958	\$ 39.753.635,56
8,5	Concreto reforzado de 4000psi fc:280kg/cm2. Incluyendo vigas, muros y losa superior.	M3	123,81	\$ 784.226	\$ 97.094.986,44
8,6	Construcción filtro anaerobio	M3	111,6	\$ 402.354	\$ 44.902.696,82
8,7	Suministro e instalación tubería Ø2"PVC sanitaria.	ML	21,6	\$ 11.281	\$ 243.665,89
8,8	Suministro e instalación tubería Ø4"PVC sanitaria.	ML	14	\$ 20.917	\$ 292.831,47
8,9	Suministro e instalación accesorio tee Ø4" PVC sanitaria.	UND	8	\$ 60.833	\$ 486.664,90
TOTAL COSTOS DIRECTOS					834.427.832,22
AIU	ADMINISTRACIÓN			19%	161.502.400,00
	IMPREVISTOS			1%	8.344.278,32
	UTILIDAD			4%	33.377.113,29
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					203.223.791,61
COSTO TOTAL DE LA OBRA					1.037.651.623,83

Elaboró



ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.

Ing. Civil en formación de Universidad Surcolombiana



CRISTIAN MAURICIO GARCÍA I.

Ing. Civil en formación Universidad Surcolombiana

DESENGLOSE DEL A.I.U.					
OBJETO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA"					
ITEM	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	MESES	% DEDICACIÓN	VALOR TOTAL
1	ADMINISTRACIÓN				
	PERSONAL				
1.1	INGENIERO CIVIL DIRECTOR DE OBRA	\$ 4.500.000,00	4,00	50%	\$ 9.000.000,00
1.2	INGENIERO CIVIL RESIDENTE DE OBRA	\$ 3.500.000,00	4,00	100%	\$ 14.000.000,00
1.3	ESPECIALISTA EN HIDRAULICA E HIDROLOGIA	\$ 5.000.000,00	3,00	50%	\$ 7.500.000,00
1.4	INGENIERO INDUSTRIAL (SISOMA)	\$ 3.300.000,00	4,00	100%	\$ 13.200.000,00
1.5	TECNOLOGO EN OBRAS CIVILES	\$ 2.500.000,00	4,00	100%	\$ 10.000.000,00
1.6	SECRETARIA	\$ 1.500.000,00	4,00	60%	\$ 3.600.000,00
1.7	ALMACENISTA	\$ 1.800.000,00	4,00	100%	\$ 7.200.000,00
1.8	CONTADOR	\$ 2.500.000,00	4,00	40%	\$ 4.000.000,00
1.9	TOPOGRAFO	\$ 3.800.000,00	4,00	20%	\$ 3.040.000,00
					\$ 71.540.000,00
	FACTOR PRESTACIONAL	PORCENTAJE	VALOR		
1.10	CESANTIAS	8,33%	\$ 5.959.282,00		
1.11	INTERESES DE CESANTIAS	1,20%	\$ 858.480,00		
1.12	PRIMA LEGAL	8,33%	\$ 5.959.282,00		
1.13	VACACIONES	4,16%	\$ 2.976.064,00		
1.14	SEGURIDAD SOCIAL	33,98%	\$ 24.309.292,00		
	ADMINISTRACIÓN Y OTROS GASTOS				
1.15	EQUIPO COMPLETO DE TOPOGRAFIA (INCLUYE TRANSITO, NIVEL, ESTACION Y ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS)	Mes	4,00	\$ 3.000.000,00	\$ 12.000.000,00
1.16	OFICINA, PAPELERÍA E INSUMOS DE OFICINA	Mes	4,00	\$ 950.000,00	\$ 3.800.000,00
1.17	LABORATORIO DE SUELOS	Mes	3,00	\$ 2.300.000,00	\$ 6.900.000,00
1.18	ALQUILER DE VEHICULO - CAMIONETA >2000 CC. PICK-UP O SIMILAR (INCLUYE CONDUCTOR Y COMBUSTIBLE)	Mes	4,00	\$ 6.800.000,00	\$ 27.200.000,00

1	ADMINISTRACIÓN (%)		
1.1	ADMINISTRACIÓN	19%	161.502.400,00
2	IMPREVISTOS (%)		
2.1	IMPREVISTOS	1%	\$ 8.137.546,00
3	UTILIDAD (%)		
3.1	UTILIDAD DEL PROYECTO	4%	\$ 32.550.185,00
VALOR TOTAL COSTOS INDIRECTOS			\$ 202.190.131,00

Elaboró



ADONIS ALEXXIS MOSQUERA L.

Ing. Civil en formación de Universidad Surcolombiana



CRISTIAN MAURICIO GARCÍA I.

Ing. Civil en formación Universidad Surcolombiana

MANO DE OBRA - CUADRILLAS				
OBJETO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA"				
SALARIO - AÑO 2023				\$ 1.160.000,00
1. Ayudante (Incl. Prestaciones)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
AYUDANTE	DIA	1	\$ 38.667	\$ 38.667
PRESTACIONES SOCIALES				
Subsidio de transporte	%	11,96%	\$ 38.667	\$ 4.625
Cesantías	%	8,33%	\$ 38.667	\$ 3.221
Intereses de cesantías	%	1,20%	\$ 38.667	\$ 464
Prima legal	%	8,33%	\$ 38.667	\$ 3.221
Vacaciones	%	4,16%	\$ 38.667	\$ 1.609
Total Seguridad Social	%	33,98%	\$ 38.667	\$ 13.139
APORTES PARAFISCALES:				
Caja de compensación familiar	%	4,00%	\$ 38.667	\$ 1.547
Sena	%	2,00%	\$ 38.667	\$ 773
FIC	%	1,75%	\$ 38.667	\$ 677
ICBF	%	2,00%	\$ 38.667	\$ 773
ELEMENTOS - SEGURIDAD INDUSTRIAL	%	5,10%	\$ 38.667	\$ 1.972
Incremento Salarial - TOTAL	%	83%		
Valor Unitario			(Día)	\$ 70.687
Valor Unitario			(Hora)	\$ 8.836

2. Oficial (Incl. Prestaciones)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
OFICIAL	DIA	1	\$ 50.000	\$ 50.000
PRESTACIONES SOCIALES				
Subsidio de transporte	%	11,96%	\$ 50.000	\$ 5.980
Cesantías	%	8,33%	\$ 50.000	\$ 4.165
Intereses de cesantías	%	1,20%	\$ 50.000	\$ 600
Prima legal	%	8,33%	\$ 50.000	\$ 4.165
Vacaciones	%	4,16%	\$ 50.000	\$ 2.080
Seguridad Social	%	33,98%	\$ 50.000	\$ 16.990
APORTES PARAFISCALES:				
Caja de compensación familiar	%	4,00%	\$ 50.000	\$ 2.000
Sena	%	2,00%	\$ 50.000	\$ 1.000
FIC	%	1,75%	\$ 50.000	\$ 875
ICBF	%	2,00%	\$ 50.000	\$ 1.000

ELEMENTOS - SEGURIDAD INDUSTRIAL	%	5,10%	\$ 50.000	\$ 2.550
Incremento Salarial - TOTAL	%	83%		
Valor Unitario			(Día)	\$ 91.405
Valor Unitario			(Hora)	\$ 11.426

CUADRILLAS				
DESCRIPCIÓN	CODIGO	UND.	VR. UNIT (\$)	JORNAL
AYUDANTE	OB	H-H	\$ 8.836	\$ 70.687
OFICIAL.	O	H-H	\$ 11.426	\$ 91.405
CUADRILLA (1 obrero+1 oficial).	C1	H-C	\$ 20.261	\$ 162.092
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).	C2	H-C	\$ 29.097	\$ 232.778
CUADRILLA (3 obreros+1 oficial).	C3	H-C	\$ 37.933	\$ 303.465
COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA (Topógrafo, Cadenero 1, Cadenero 2 y Obrero).	CT	H-C	\$ 106.250,00	\$ 850.000

Elaboró



ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.

Ing. Civil en formación de Universidad Surcolombiana



CRISTIAN MAURICIO GARCÍA I.

Ing. Civil en formación Universidad Surcolombiana

LISTADO DE PRECIOS UNITARIOS - OFICIAL			
MATERIALES BASICOS			
OBJETO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA"			
ITEM	DESCRIPCION	UND	VR/UNIT
1	ACEROS - ALAMBRES - HIERROS		
1.1	ACERO Fy= 4200 Kg/cm2	KG	\$ 5.832
1.2	ALAMBRE GALVANIZADO # 18	KG	\$ 8.453
1.3	PUNTILLA 1 1/2" a 2"	LB	\$ 5.564
2	AGREGADOS - ARENAS - RECEBOS - AGUA		
2.1	AGUA	LT	\$ 44,94
2.2	ARENA GRUESA TRANSPORTADA A OBRA	M3	\$ 69.550,00
2.3	ARENA FINA TRANSPORTADA A OBRA	M3	\$ 69.550,00
2.4	CEMENTO GRIS	KG	\$ 684,80
2.5	GRAVILLA 3/4" PUESTA EN OBRA	M3	\$ 101.650,00
2.6	GRAVILLA 1/2" PUESTA EN OBRA	M3	\$ 101.650,00
2.7	RECEBO SELECCIONADO PUESTO EN OBRA	M3	\$ 37.450,00
3	TUBERIAS		
3.1	TUBERIA CORRUGADA PVC SANITARIA Ø8" NTC 3722-3 GERFOR (L=6m)	ML	\$ 60.983
3.2	TUBERIA SANITARIA Ø4"PVC (L=6m)	ML	\$ 16.667
3.3	TUBERIA SANITARIA Ø2"PVC (L=6m)	ML	\$ 7.983
4	ACCESORIOS - ADITIVOS PEGANTES		
4.1	CODO 90° DE Ø8" PVC SANITARIO	UND	\$ 196.900
4.2	CODO 90° DE Ø4" PVC SANITARIO	UND	\$ 56.050
4.3	TEE DE Ø4" PVC SANITARIO	UND	\$ 54.600
4.4	LIMPIADOR/REMOVEDOR PVC. (1/4 Gal)	UND	\$ 50.504
4.5	LUBRICANTE PARA TUBERÍA PVC (500 GR)	UND	\$ 34.133
4.5	PASO PARA POZO EN ACERO 5/8", INCL. ANTICORROSIVO	UND	\$ 15.000
4.6	SOLDADURA LIQUIDA C PVC. (1/4 Gal)	UND	\$ 70.513
5	OTROS		
5.1	PIOLA GRUESA ROLLO 50 ML	UND	\$ 8.025
5.2	BISAGRA COMUN HIERRO 3X3	UND	\$ 2.100,00
5.3	CANDADO MEDIANO	UND	\$ 23.250,00
5.4	GUADUA L=5M	UND	\$ 12.750,00
5.5	PORTACANDADO	UND	\$ 5.250,00
5.6	TABLA COMUN 3*0,2*0,02 M	UND	\$ 19.000,00
5.7	TEJA DE ZINC L=2,15M	UND	\$ 14.970,00
5.8	PINTURA ACEITE	GAL	\$ 115.600,00
5.9	CINTA SEÑALIZACIÓN (ROLLO POR 500ML)	UND	\$ 32.052
5.10	COLOMBINAS PARA SEÑALIZACIÓN (SEÑALIZADOR TUBULAR- BALIZA VIAL)	UND	\$ 41.263
5.11	MÓDULO METÁLICO, COMPUESTO POR PANELES DE LÁMINA DE ACERO Y CODALES EXTENSIBLES, PARA APUNTALAMIENTO Y ENTIBACIÓN DE EXCAVACIONES DE HASTA 3 M DE PROFUNDIDAD Y HASTA 1 M DE ANCHURA	M2	\$ 505.310
5.12	MADERA PARA FORMALETA	M2	\$ 33.634

5,13	AGENTE DESMOLTANTE PARA ENCOFRADOS DE MADERA O METALICOS	LT	\$ 4.320
5,14	SEPARADOR HOMOLOGADO PARA LOSAS	UND	\$ 205
5,15	IMPERMEABILIZANTE EN POLVO CON BASE CEMENTOSA	KG	\$ 3.500

LISTADO DE PRECIOS UNITARIOS - OFICIAL

EQUIPOS BASICOS

OBJETO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA"

ITEM	DESCRIPCION	UND	VR/UNIT
1	EQUIPOS		
1.1	ESTACION TOTAL DE TOPOGRAFÍA	DIA	\$ 56.250
1.2	MEZCLADORA DE CONCRETO 6 P3.	DIA	\$ 64.200
1.3	VIBROCOMPACTADORA CANGURO O COMPACTADOR MANUAL (80-100) Kg.	DIA	\$ 58.850
1,4	RETROEXCAVADORA-PAJARITA S/LLANTA (70-90) HP	HORA	\$ 85.000
1,5	FORMALETA METALICA PARA POZO	DIA	\$ 57.717
1,6	FORMALETA EN MADERA	DIA	\$ 9.900
2	TRANSPORTE		
2.1	TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN	m3-Km	\$ 2.461
2.2	TRANSPORTE DE METERIAL PÉTREO	m3-Km	\$ 1.338
2.3	TRANSPORTE DE TUBERÍA	m-t	\$ 963
2.5	SERVICIO DE TRANSPORTE (HASTA 5 KM)	M3-KM	\$ 5.350

Elaboró



ADONIS ALEXIS MOSQUERA L.

Ing. Civil en formación de Universidad Surcolombiana



CRISTIAN MAURICIO GARCÍA I.

Ing. Civil en formación Universidad Surcolombiana

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO "APU"						
OBRA "DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LOS BARRIOS LA UNIÓN Y LOS ANDES DEL CENTRO POBLADO LA ULLOA DEL MUNICIPIO DE RIVERA-HUILA"						
Descripción de ítem:	UNIDAD:	M3	ITEM	CONCRETO 3000PSI		
	Concreto 3000 P.S.I (F'C: 210 kgF/Cm²)					
I. EQUIPO						
Descripción		Tarifa/día	Rendimiento	Valor		
HERRAMIENTA MENOR.		5%		\$ 6.638		
MEZCLADORA DE CONCRETO 6 P3.		\$ 64.200,00	3,50	\$ 18.343		
SUB-TOTAL					\$ 24.981	
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
GRAVILLA 3/4" PUESTA EN OBRA		M3	\$ 101.650,00	0,84	\$ 85.386	
ARENA GRUESA TRANSPORTADA A OBRA		M3	\$ 69.550,00	0,56	\$ 38.948	
AGUA		LT	\$ 44,94	180,00	\$ 8.089	
CEMENTO GRIS		KG	\$ 684,80	350,00	\$ 239.680	
DESPERDICIO		%	\$ 372.103,20	3%	\$ 11.163	
SUB-TOTAL					\$ 383.266	
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL						
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (3 obreros+1 oficial).		\$ 37.933,08	1,00	3,50	\$ 132.766	
SUB-TOTAL					\$ 132.766	
TOTAL UNITARIO					\$ 541.013	

Descripción de ítem:	UNIDAD:	M3	ITEM	CONCRETO 4000PSI
	Concreto 4000 P.S.I (F'C: 280 kgF/Cm²)			
I. EQUIPO				
Descripción	Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.	5%		\$ 6.638	
MEZCLADORA DE CONCRETO 6 P3.	\$ 64.200,00	3,50	\$ 18.343	
VIBROCOMPACTADORA CANGURO O COMPACTADOR MANUAL (80-100) Kg.	\$ 58.850,00	3,50	\$ 16.814	
SUB-TOTAL				\$ 41.795
II. MATERIALES				
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor
GRAVILLA 3/4" PUESTA EN OBRA	M3	\$ 101.650,00	0,88	\$ 89.452

ARENA GRUESA TRANSPORTADA A OBRA	M3	\$ 69.550,00	0,60	\$ 41.730	
AGUA	LT	\$ 44,94	200,00	\$ 8.988	
CEMENTO GRIS	KG	\$ 684,8	455,00	\$ 311.584	
DESPERDICIO	%	\$ 451.754,00	3%	\$ 13.553	
				SUB-TOTAL	\$ 465.307
III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
				SUB-TOTAL	
IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (3 obreros+1 oficial).	\$ 37.933,08	1,00	3,50	\$ 132.766	
				SUB-TOTAL	\$ 132.766
				TOTAL UNITARIO	\$ 639.868

Descripción de ítem:			UNIDAD:	ML	ITEM	1,1
			Localización y replanteo. Incluye: materiales, equipos y comisión topográfica.			
I. EQUIPO						
Descripción			Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.			3%		\$ 95,63	
ESTACION TOTAL DE TOPOGRAFÍA			\$ 56.250	0,01	\$ 562,50	
SUB-TOTAL						\$ 658,1
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
PUNTILLA 1 1/2" a 2"		LB	\$ 5.564	0,005	\$ 27,82	
PIOLA GRUESA ROLLO 50 ML		UND	\$ 8.025	0,02	\$ 160,50	
PINTURA ACEITE		GAL	\$ 115.600	0,0005	\$ 57,80	
SUB-TOTAL						\$ 246,1
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL						
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA (Topógrafo, Cadenero 1, Cadenero 2 y Obrero).		\$ 106.250	1	0,030	\$ 3.188	
SUB-TOTAL						\$ 3.187,5
TOTAL UNITARIO						\$ 4.091,7

Descripción de ítem:			UNIDAD:	ML	ITEM	1,2
			Señalización área de trabajo cumpliendo con el manual de señalización vial vigente.			
I. EQUIPO						
Descripción			Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.			5%		\$ 44,18	
SUB-TOTAL						\$ 44,2
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
CINTA SEÑALIZACIÓN (ROLLO POR 500ML)		UND	\$ 32.052	0,010	\$ 320,52	
COLOMBINAS PARA SEÑALIZACIÓN (SEÑALIZADOR TUBULAR- BALIZA VIAL)		UND	\$ 41.263	0,12	\$ 4.951,56	
SUB-TOTAL						\$ 5.272,1
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL						
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		H-H	Cantidad	Rendimiento	Valor	
AYUDANTE		\$ 8.836	1	0,100	\$ 883,58	
SUB-TOTAL						\$ 883,6
TOTAL UNITARIO						\$ 6.199,8

Descripción de ítem:			UNIDAD:	UND	ITEM	1,3
			Campamento y almacén de material			
I. EQUIPO						
Descripción			Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.			5%		\$ 31.425,04	
SUB-TOTAL						\$ 31.425
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
BISAGRA COMUN HIERRO 3X3		UND	\$ 2.100	6,000	\$ 12.600,00	
CANDADO MEDIANO		UND	\$ 23.250	2,00	\$ 46.500,00	
GUADUA L=5M		UND	\$ 12.750	10,00	\$ 127.500,00	
PORTACANDADO		UND	\$ 5.250	2,00	\$ 10.500,00	
TABLA COMUN 3*0,2*0,02 M		UND	\$ 19.000	75,00	\$ 1.425.000,00	
TEJA DE ZINC L=2,15M		UND	\$ 14.970	18,00	\$ 269.460,00	
SUB-TOTAL						\$ 1.891.560
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL						

IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).	\$ 29.097	1	21,600	\$ 628.500,78	
SUB-TOTAL					\$ 628.501
TOTAL UNITARIO					\$ 2.551.486

Descripción de ítem:			UNIDAD:	M3	ITEM	2,1
			Excavación a todo factor mecánica. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.			
I. EQUIPO						
Descripción			Tarifa/hora	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.			5%		\$ 290,97	
RETROEXCAVADORA-PAJARITA S/LLANTA (70-90) HP			\$ 85.000	0,2000	\$ 17.000,00	
					SUB-TOTAL	\$ 17.291,0
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
					SUB-TOTAL	\$ 0,00
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
					SUB-TOTAL	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).		\$ 29.097	1	0,200	\$ 5.819,45	
					SUB-TOTAL	\$ 5.819,5
					TOTAL UNITARIO	\$ 23.110,4

Descripción de ítem:	UNIDAD:	M2	ITEM	2,2
	Entibado por ambas caras en lamina metálica estandarizado para zanjas con altura mayor a 2 metros. (reutilización)			
I. EQUIPO				
Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.	5%		\$ 506,54	
RETROEXCAVADORA-PAJARITA S/LLANTA (70-90) HP	\$ 85.000	0,1650	\$ 14.025,00	
SUB-TOTAL				\$ 14.531,5

II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
MÓDULO METÁLICO, COMPUESTO POR PANELES DE LÁMINA DE ACERO Y CODALES EXTENSIBLES, PARA APUNTALAMIENTO Y ENTIBACIÓN DE EXCAVACIONES DE HASTA 3 M DE PROFUNDIDAD Y HASTA 1 M DE ANCHURA		M2	\$ 505.310	0,04	\$ 20.212,41	
SUB-TOTAL						\$ 20.212,4
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL						
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (1 obrero+1 oficial).		\$ 20.261	1	0,500	\$ 10.130,72	
SUB-TOTAL						\$ 10.130,7
TOTAL UNITARIO						\$ 44.874,7

Descripción de ítem:			UNIDAD:	M3	ITEM	3,1
			Suministro e instalación de material mixto para soporte de tubería. Cama de arena de Base 0.10 metros.			
I. EQUIPO						
Descripción			Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.			5%		\$ 1.018,40	
SUB-TOTAL						\$ 1.018,4
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
ARENA FINA TRANSPORTADA A OBRA		M3	\$ 69.550	1,00	\$ 69.550,00	
SUB-TOTAL						\$ 69.550,0
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL						
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).		\$ 29.097	1	0,700	\$ 20.368,08	
SUB-TOTAL						\$ 20.368,1
TOTAL UNITARIO						\$ 90.936,5

Descripción de ítem:	UNIDAD:	M3	ITEM	3,2	
	Relleno de brecha con material seleccionado de la excavación con compactación mecánica tipo canguro, capa máxima de 20cm. IP< 13%, según Norma Invías 2012, Dm = según PM.95%				
I. EQUIPO					
Descripción	Tarifa/día	Rendimiento	Valor		
HERRAMIENTA MENOR.	5%		\$ 486,27		
VIBROCOMPACTADORA CANGURO O COMPACTADOR MANUAL (80-100) Kg.	\$ 58.850	15,0	\$ 3.923,33		
			SUB-TOTAL	\$ 4.409,6	
II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
AGUA	LT	\$ 44,9	10,00	\$ 449,40	
			SUB-TOTAL	\$ 449,4	
III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
			SUB-TOTAL		
IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (1 obrero+1 oficial).	\$ 20.261	1	0,480	\$ 9.725,49	
			SUB-TOTAL	\$ 9.725,5	
			TOTAL UNITARIO	\$ 14.584,5	

Descripción de ítem:			UNIDAD:	M3	ITEM	4,1
			Recolección y cargue de material sobrante en volqueta hasta el botadero. Distancia menor a 5 Km. Factor de expansión de 1.4.			
I. EQUIPO						
Descripción			Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.			5%		\$ 1.678,81	
SUB-TOTAL						\$ 1.678,8
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
SUB-TOTAL						\$ 0,0
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SERVICIO DE TRANSPORTE (HASTA 5 KM)		M3/KM	1	\$ 5.350	5,0	\$ 26.750,00
SUB-TOTAL						\$ 26.750,0

IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
AYUDANTE	\$ 8.836	2	1,900	\$ 33.576,10	
SUB-TOTAL					\$ 33.576,1
TOTAL UNITARIO					\$ 62.004,9

Descripción de ítem:	UNIDAD:	ML	ITEM	5,1
	Suministro e instalación de Tubería corrugada doble pared NTC 3722-3 de Ø8" PVC GERFOR			

I. EQUIPO					
Descripción		Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.		5%		\$ 758,66	
SUB-TOTAL					\$ 759

II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
TUBERIA CORRUGADA PVC SANITARIA Ø8" NTC 3722-3 GERFOR (L=6m)	ML	\$ 60.983	1,05	\$ 64.032,15	
LIMPIADOR/REMOVEDOR PVC. (1/4 Gal)	UND	\$ 50.504	0,04	\$ 2.020,16	
LUBRICANTE PARA TUBERÍA PVC (500 GR)	UND	\$ 34.133	0,03	\$ 1.023,99	
SOLDADURA LIQUIDA C PVC. (1/4 Gal)	UND	\$ 70.513	0,06	\$ 4.230,78	
SUB-TOTAL					\$ 71.307

III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
TRANSPORTE DE TUBERÍA	M-T	1	\$ 963	2,0	\$ 1.926,00
SUB-TOTAL					\$ 1.926

IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (3 obreros+1 oficial).	\$ 37.933	1	0,40	\$ 15.173,23	
SUB-TOTAL					\$ 15.173,2
TOTAL UNITARIO					\$ 89.165,0

Descripción de ítem:	UNIDAD:	ML	ITEM	6,1
	Construcción de pozo de inspección en concreto reforzado de 3000 PSI impermeabilizado de diámetro interno de 1.20 metros y con espesor de pared de 0.20 metros. Incluye formaleta metálica, peldaños, cañuelas pulidas en concreto, escalones en gato en varilla de acero de 5/8" , aro base y tapa tráfico pesado, mano de obra, curado, desencofrado, equipos, herramientas y todo lo necesario para la ejecución de la estructura.			

I. EQUIPO					
-----------	--	--	--	--	--

Descripción		Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.		5%		\$ 14.030,67	
MEZCLADORA DE CONCRETO 6 P3.		\$ 64.200	3,5	\$ 18.342,86	
FORMALETA METALICA PARA POZO		\$ 57.717	0,6	\$ 96.195,00	
SUB-TOTAL					\$ 128.568,5
II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
CONCRETO 4000PSI	M3	\$ 639.868	0,88	\$ 563.083,68	
ACERO Fy= 4200 Kg/cm2	KG	\$ 5.832	40,00	\$ 233.260,00	
PASO PARA POZO EN ACERO 5/8", INCL. ANTICORROSIVO	UND	\$ 15.000	3,00	\$ 45.000,00	
ALAMBRE GALVANIZADO # 18	KG	\$ 8.453	2,00	\$ 16.906,00	
MADERA PARA FORMALETA	M2	\$ 33.634	0,20	\$ 6.726,72	
GUADUA L=5M	UND	\$ 12.750	3,00	\$ 38.250,00	
PUNTILLA 1 1/2" a 2"	LB	\$ 5.564	1,00	\$ 5.564,00	
SUB-TOTAL					\$ 908.790,4
III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL					\$ 0
IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (3 obreros+1 oficial).	\$ 37.933	1	6,00	\$ 227.598,45	
AYUDANTE	\$ 8.836	1	6,00	\$ 53.014,90	
SUB-TOTAL					\$ 280.613,4
TOTAL UNITARIO					\$ 1.317.972,3

Descripción de ítem:	UNIDAD:	UND	ITEM	6,2
	Placa base circular del pozo de inspección diámetro de 1.20 metros construido con concreto de 3000 PSI impermeabilizado de espesor de 0.1 incluye cañuela.			
I. EQUIPO				
Descripción	Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.	5%		\$ 4.676,89	
			SUB-TOTAL	\$ 4.676,9
II. MATERIALES				
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor
CONCRETO 4000PSI	M3	\$ 639.868	0,40	\$ 255.947,13
CONCRETO 4000PSI-CAÑUELA	M3	\$ 639.868	0,11	\$ 70.385,46
			SUB-TOTAL	\$ 326.332,6
III. TRANSPORTES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia
			SUB-TOTAL	\$ 0
IV. MANO DE OBRA				

Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (3 obreros+1 oficial).	\$ 37.933	1	2,00	\$ 75.866,15	
AYUDANTE	\$ 8.836	1	2,00	\$ 17.671,63	
SUB-TOTAL					\$ 93.537,8
TOTAL UNITARIO					\$ 424.547,3

Descripción de ítem:			UNIDAD:	M3	ITEM	7,3
			Excavación a todo factor manual. Incluye: mano de obra, materiales y equipo.			
I. EQUIPO						
Descripción			Tarifa/hora	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.			5%		\$ 1.422,49	
					SUB-TOTAL	\$ 1.422,5
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
					SUB-TOTAL	\$ 0,0
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
					SUB-TOTAL	
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (3 obreros+1 oficial).		\$ 37.933	1	0,750	\$ 28.449,81	
					SUB-TOTAL	\$ 28.449,8
					TOTAL UNITARIO	\$ 29.872,3

Descripción de ítem:		UNIDAD:	M3	ITEM	7,4
		Losa en concreto de 4000psi fc:280kg/cm2 incluye: materiales, mezclado y vaciado.			
I. EQUIPO					
Descripción		Tarifa/hora	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.		5%		\$ 1.896,65	
				SUB-TOTAL	\$ 1.897
II. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor
CONCRETO 4000PSI		M3	\$ 639.868	0,200	\$ 127.973,56
MADERA PARA FORMALETA		M2	\$ 33.634	0,200	\$ 6.726,72
AGENTE DESMOLTANTE PARA ENCOFRADOS DE MADERA O METALICOS		LT	\$ 4.320	0,030	\$ 129,60
ACERO Fy= 4200 Kg/cm2		KG	\$ 5.831,50	11,000	\$ 64.146,50
SEPARADOR HOMOLOGADO PARA LOSAS		UND	\$ 205,20	3,000	\$ 615,60
ALAMBRE GALVANIZADO # 18		KG	\$ 8.453,00	0,300	\$ 2.535,90
				SUB-TOTAL	\$ 202.128
III. TRANSPORTES					

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor	
SUB-TOTAL						
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor		
CUADRILLA (3 obreros+1 oficial).	\$ 37.933	2	0,500	\$ 37.933,08		
SUB-TOTAL						\$ 37.933
TOTAL UNITARIO						\$ 241.957,6

Descripción de ítem:	UNIDAD:	M3	ITEM	CONCRETO REFORZADO 4000PSI
Concreto reforzado de 4000psi fc:280kg/cm2.				

I. EQUIPO					
Descripción	Tarifa/día	Rendimiento	Valor		
HERRAMIENTA MENOR.	5%		\$ 3.793		
MEZCLADORA DE CONCRETO 6 P3.	\$ 64.200,00	3,50	\$ 18.343		
VIBROCOMPACTADORA CANGURO O COMPACTADOR MANUAL (80-100) Kg.	\$ 58.850,00	3,50	\$ 16.814		
SUB-TOTAL					\$ 38.950

II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
GRAVILLA 3/4" PUESTA EN OBRA	M3	\$ 101.650,00	0,88	\$ 89.452	
ARENA GRUESA TRANSPORTADA A OBRA	M3	\$ 69.550,00	0,60	\$ 41.730	
AGUA	LT	\$ 44,94	200,00	\$ 8.988	
CEMENTO GRIS	KG	\$ 684,8	455,00	\$ 311.584	
ACERO Fy= 4200 Kg/cm2	KG	\$ 5.831,5	35,00	\$ 204.103	
DESPERDICIO	%	\$ 451.754,00	3%	\$ 13.553	
SUB-TOTAL					\$ 669.409

III. TRANSPORTES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor	
SUB-TOTAL						

IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor		
CUADRILLA (3 obreros+1 oficial).	\$ 37.933,08	1,00	2,00	\$ 75.866		
SUB-TOTAL						\$ 75.866
TOTAL UNITARIO						\$ 784.226

Descripción de ítem:	UNIDAD:	UND	ITEM	7,6
Suministro e instalación accesorio codo 90° Ø8" PVC sanitaria.				

I. EQUIPO						
Descripción			Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.			5%		\$ 436	
SUB-TOTAL						\$ 436
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
CODO 90° DE Ø8" PVC SANITARIO		UND	\$ 196.900,00	1,00	\$ 196.900	
LUBRICANTE PARA TUBERÍA PVC (500 GR)		UND	\$ 34.133,00	0,04	\$ 1.365	
SUB-TOTAL						\$ 198.265
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL						
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).		\$ 29.097,26	1,00	0,30	\$ 8.729	
SUB-TOTAL						\$ 8.729
TOTAL UNITARIO						\$ 207.431

Descripción de ítem:			UNIDAD:	UND	ITEM	7,7
			Suministro e instalación accesorio codo 90° Ø4" PVC sanitaria.			
I. EQUIPO						
Descripción			Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.			5%		\$ 436	
SUB-TOTAL						\$ 436
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
CODO 90° DE Ø4" PVC SANITARIO		UND	\$ 56.050,00	1,00	\$ 56.050	
LUBRICANTE PARA TUBERÍA PVC (500 GR)		UND	\$ 34.133,00	0,03	\$ 1.024	
SUB-TOTAL						\$ 57.074
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL						
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).		\$ 29.097,26	1,00	0,30	\$ 8.729	
SUB-TOTAL						\$ 8.729
TOTAL UNITARIO						\$ 66.240

Descripción de ítem:		UNIDAD:	M3	ITEM	8,6
----------------------	--	---------	----	------	-----

Construcción filtro anaerobio					
I. EQUIPO					
Descripción		Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.		5%		\$ 1.897	
MADERA PARA FORMAleta		\$ 9.900	2,00	\$ 19.800	
SUB-TOTAL					\$ 21.697
II. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
RECEBO SELECCIONADO PUESTO EN OBRA	M3	\$ 37.450,00	0,08	\$ 2.996	
CONCRETO 4000PSI	M3	\$ 639.867,81	0,40	\$ 255.947	
ACERO Fy= 4200 Kg/cm2	KG	\$ 5.831,50	8,00	\$ 46.652	
ALAMBRE GALVANIZADO # 18	KG	\$ 8.453,00	0,02	\$ 169	
IMPERMEABILIZANTE EN POLVO CON BASE CEMENTOSA	KG	\$ 3.500,00	10,56	\$ 36.960	
SUB-TOTAL					\$ 342.724
III. TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL					
IV. MANO DE OBRA					
Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (3 obreros+1 oficial).	\$ 37.933,08	1,00	1,00	\$ 37.933	
SUB-TOTAL					\$ 37.933
TOTAL UNITARIO					\$ 402.354

Descripción de ítem:			UNIDAD:	ML	ITEM	8,7
			Suministro e instalación tubería Ø2"PVC sanitaria.			
I. EQUIPO						
Descripción			Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.			5%		\$ 116	
					SUB-TOTAL	\$ 116
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
TUBERIA SANITARIA Ø2"PVC (L=6m)		ML	\$ 7.983,33	1,00	\$ 7.983	
LUBRICANTE PARA TUBERÍA PVC (500 GR)		UND	\$ 34.133,00	0,025	\$ 853	
					SUB-TOTAL	\$ 8.837
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
					SUB-TOTAL	
IV. MANO DE OBRA						

Trabajador	H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).	\$ 29.097,26	1,00	0,08	\$ 2.328	
				SUB-TOTAL	\$ 2.328
				TOTAL UNITARIO	\$ 11.281

Descripción de ítem:			UNIDAD:	ML	ITEM	8,8
			Suministro e instalación tubería Ø4"PVC sanitaria.			
I. EQUIPO						
Descripción			Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.			5%		\$ 145	
SUB-TOTAL						\$ 145
II. MATERIALES						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor	
TUBERIA SANITARIA Ø4"PVC (L=6m)		ML	\$ 16.666,67	1,00	\$ 16.667	
LUBRICANTE PARA TUBERÍA PVC (500 GR)		UND	\$ 34.133,00	0,035	\$ 1.195	
SUB-TOTAL						\$ 17.861
III. TRANSPORTES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor
SUB-TOTAL						
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador		H-C	Cantidad	Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).		\$ 29.097,26	1,00	0,10	\$ 2.910	
SUB-TOTAL						\$ 2.910
TOTAL UNITARIO						\$ 20.917

Descripción de ítem:	UNIDAD:	UND	ITEM	8,9
	Suministro e instalación accesorio tee Ø4" PVC sanitaria.			
I. EQUIPO				
Descripción	Tarifa/día	Rendimiento	Valor	
HERRAMIENTA MENOR.	5%		\$ 145	
SUB-TOTAL				\$ 145
II. MATERIALES				
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor
TEE DE Ø4" PVC SANITARIO	UND	\$ 54.600,00	1,00	\$ 54.600
LIMPIADOR/REMOVEDOR PVC. (1/4 Gal)	UND	\$ 50.504,00	0,035	\$ 1.768
SOLDADURA LIQUIDA C PVC. (1/4 Gal)	UND	\$ 70.513,00	0,020	\$ 1.410
SUB-TOTAL				\$ 57.778
III. TRANSPORTES				

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Distancia	Valor	
SUB-TOTAL						
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	H-C	Cantidad		Rendimiento	Valor	
CUADRILLA (2 obreros+1 oficial).	\$ 29.097,26	1,00		0,10	\$ 2.910	
SUB-TOTAL						\$ 2.910
TOTAL UNITARIO						\$ 60.833

Elaboró

Adonis Mosquera.

ADONIS ALEXXIS MOSQUERA L.

Ing. Civil en formación de Universidad Surcolombiana

Cristian Mauricio García I.

CRISTIAN MAURICIO GARCÍA I.

Ing. Civil en formación Universidad Surcolombiana

USUARIOS BARRIO LOS ANDES	
No	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Abelardo Corredor
2	Abraham Martínez
3	Adriana Rojas Osorio
4	Alejandra Cedeño Ramírez
5	Alejandra Cuellar Hernández
6	Ana María Camacho
7	Anderson Ramírez Villaneda
8	Andres Eduardo Vargas
9	Anyela Ningo Ningo
10	Bertha Cano Ortiz
11	Beyeli Rocio Méndez Hernández
12	Camila Cerquera Valderrama
13	Carol Fabiany Díaz
14	Cristian F. Mosquera Ningo
15	Cristobal Lozano Lizcano
16	Daniel Felipe Vargas Jimenez
17	Dario Pardo Biscue
18	David Losada Monje
19	Dayana Ramirez Cano
20	Deibys Perdomo
21	Diego Alexis Díaz Penagos
22	Diomedes Zamora García
23	Edimer Gaviria Bonilla
24	Edwin Hernando Rovira Ningo
25	Elisa Ramirez Cifuentes
26	Elkin Yamid Jacobo
27	Esmeralda Ningo Ramirez
28	Eva Yorelby Santofimio Aparicio
29	Fabian Andres Mendez Hernandez
30	Fernando de Jesus Bedoya
31	Jaidy Diaz Ibarra
32	German Roman Ningo
33	Gildardo Zuñiga Olaya
34	Gladys Zuñiga
35	Glendys Lizeth Mosquera Diaz
36	Hernan David Villabón Sanchez
37	Irlena Ningo Ningo
38	Islena Paola Losada
39	Jaime Alberto Valderrama Bonilla
40	Jesus Maria Quintero
41	Jorge Armando Chambo Hernandez
42	Jose Hamilton Losada Valderrama
43	Juan David Yañez García
44	Juan Felipe Santos Mendoza
45	Karina Orozco Vergara
46	Kelly Yohanna Gomez Jimenez
47	Leidy Carolina Joven
48	Lucely Perdomo Manrique
49	Lucrecia Losada Ortiz
50	Luis Alberto Valderrama Chala
51	Luz Dary Montano Perdomo
52	Luz Aneth Mejia Ningo
53	Luz Mery Losada Ortiz
54	Magaly Garcia Jimenez
55	Margda Isabel Moya Marquez
56	Maira Alejandra Diaz Oliveros
57	Manuel Garcia
58	Margely Diaz Oliveros
59	Maria Alejandra Sanchez
60	Maria Denis Valderrama

No	NOMBRES Y APELLIDOS
60	Maria Denis Valderrama
61	Maria Dolores Cano
62	Maria Ines Ningo Diaz
63	Maria Liceth Ningo Ningo
64	Marina Ramirez Bonilla
65	Marlen Daneyi Montano Perdomo
66	Marthe Cecilia Ibarra Jacobo
67	Martin Rios Hernandez
68	Maximiliano Valderrama Bonilla
69	Mireya Ibarra Franklin
70	Miryany Camacho Toro
71	Monica Orozco Vergara
72	Natalia Diaz Salazar
73	Natalia Perdomo Ningo
74	Nazly Yolercy Penagos Ibarra
75	Nestor Vera Yate
76	Nilson Perdomo Manrique
77	Nirsa Mejia Ningo
78	Norma Yicela Losada Ningo
79	Ofelia Santofinio Villalba
80	Olga Lucia Miranda Valencia
81	Paula Andrea Mosquera Santofinio
82	Paula Yunda Bonilla
83	Roberth Mauricio Ramirez Cano
84	Rosa Alexandra Miranda Valencia
85	Ruth Esneda Rodriguez
86	Sandra Diaz Polania
87	Victor Alfonso Mosquera Diaz
88	Wilmer Ibarra Lizcano
89	Yesyca Alejandra Quimbaya M.
90	Yina Lorena Mosquera Ningo
91	Yulia Diaz Mosquera
92	Yureidi Ramirez Cano
93	Maria Edisney Liscano
94	Maria Yenit Ibarra
95	Flora Olaya Valderrama
96	Yaned Valderrama Bonilla
97	Jhon Edinson Marroquin
98	Jose OrlandO Ningo Diaz

USUARIOS BARRIO LA UNIÓN	
No	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Beatriz Cortes Hupendo
2	Marly Yaneth Bernate Angarita
3	Jose Eduardo Arias Camacho
4	William Bernate Angarita
5	Edilsa Carabali Gonzalez
6	Juan Pablo Falla Herrera
7	Yina Paulina Lozada Ortiz
8	Baltazar Valbuena Valderrama
9	Luz Angela Liscano Espinilla
10	Martha Cecilia Cortes Hupendo
11	Alexandra Garcia Urrutia
12	Antonio Perez
13	Kelly Marcela Garcia Silva
14	Lina Fernanda Sandoval Cuellar
15	Luz Adriana Delgado Diaz
16	Audoinias Valderrama Cordoba
17	Reinel Smitte Valderrama
18	Luis Ernesto Borrero Hernandez
19	Arbey Guillermo Benavidez Sapuyes
20	Marcelly Medina Lopez
21	Rufina Urrutia Urrutia
22	Jose Jilver Garcia Urritia
23	Rosendo Valbuena Valderrama
24	Marcela Yaneth Losada Ortiz
25	Kelvi Perdomo Liscano
26	Luz Dary Naranjo Figueroa
27	Angie Carolina Cubillos Ramirez
28	Andres Eduardo Muñoz García
29	Matia Isabel Sapuyes Diaz
30	Francy Amparo Cuellar Olaya
31	Arnobia Ospina Quintero
32	Claudia Patricia Sandoval Cuellar
33	Nelsi Espinosa Joven
34	Jaidy Penagos Ramirez
35	Blanca Milena Ariza Lizcano
36	Irissismell Burbano Vinasco
37	Celestino Rojas
38	Alfonso Góngora Castro
39	Diana Mayerly Mosquera ipuz
40	Luz Stella Collazos Ibarra
41	Vicky Viviana Paez Vargas
42	Ingrid Yiced Lozada Díaz
43	Clara Rosa Ningo Diaz
44	Yesid Garcia Urrutia
45	Hector Fabio Camargo Ningo
46	Jessica Tatiana Quesada Villa
47	Luis Miguel Oviedo Mejia
48	Manuelita Ramirez Naranjo
49	Francely Garcia Murcia
50	Hermilo Losada Valbuena
51	Orlando Hernandez Arce
52	Diana Patricia Rodrigues Cortes
53	Sandra Milane Mosquera Ipus
54	Milton Alexis Quinayers
55	James Balvarena
56	José Jamer Valbuena Vaderrama
57	Jesús Osorio
58	Argemiro Montealegre Puentes
59	Andrés Diaz Tovar